

*Du séisme d'Arette en 1967 à nos jours, Lourdes, 28-29 septembre 2017*

# **Présentation et enseignements du séisme d'Arette (13 août 1967)**

**Annie Souriau**

**CNRS,  
Observatoire Midi-Pyrénées, Toulouse**

## **PLAN**

**0 - LE CONTEXTE PYRENEEN**

**I - LE SEISME D'ARETTE**

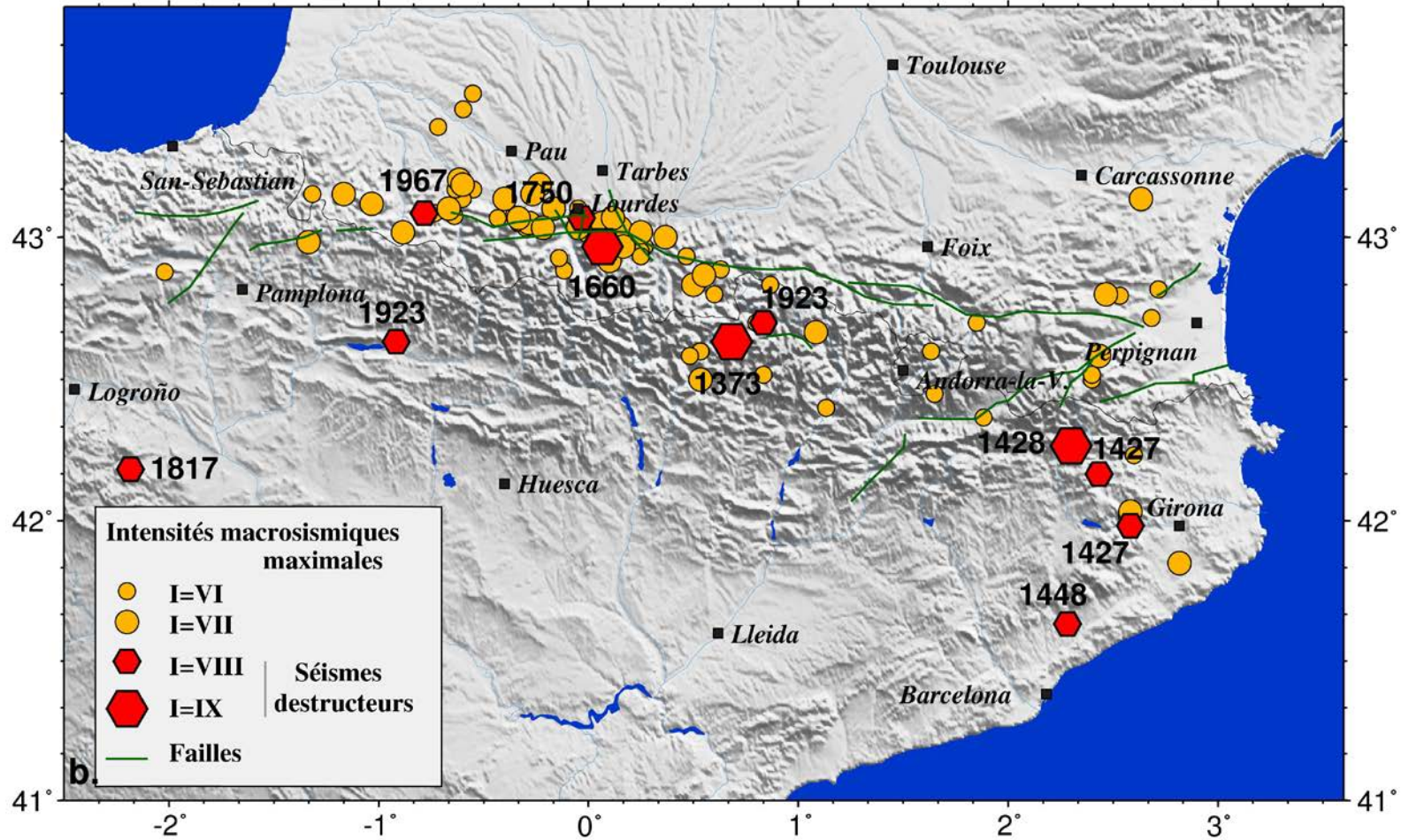
**II - LES ENSEIGNEMENTS SCIENTIFIQUES DU SEISME D'ARETTE**

**Le réseau d'Arette**

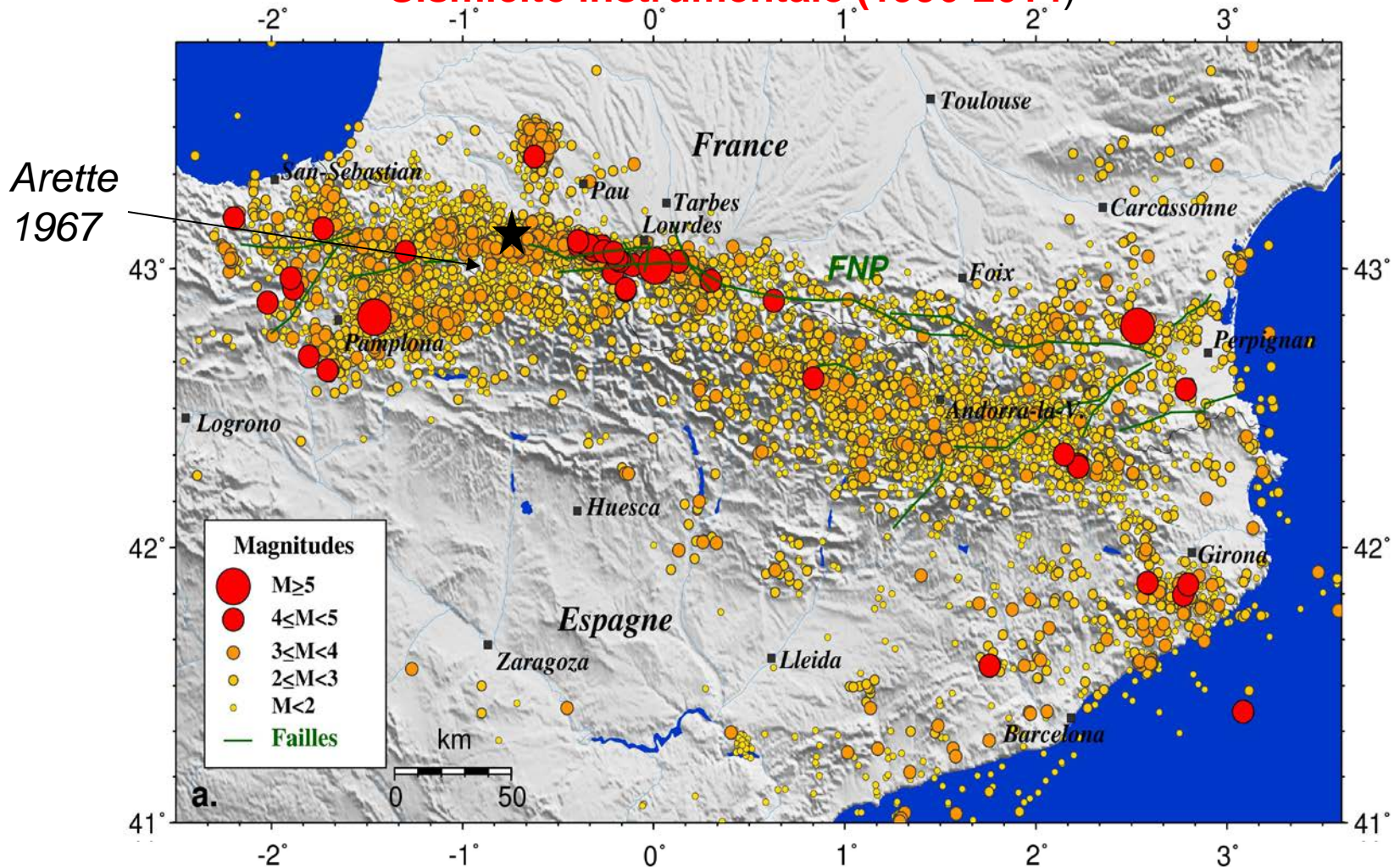
**Quelques exemples d'études**

**III - L'IMPACT SUR LA REGLEMENTATION**

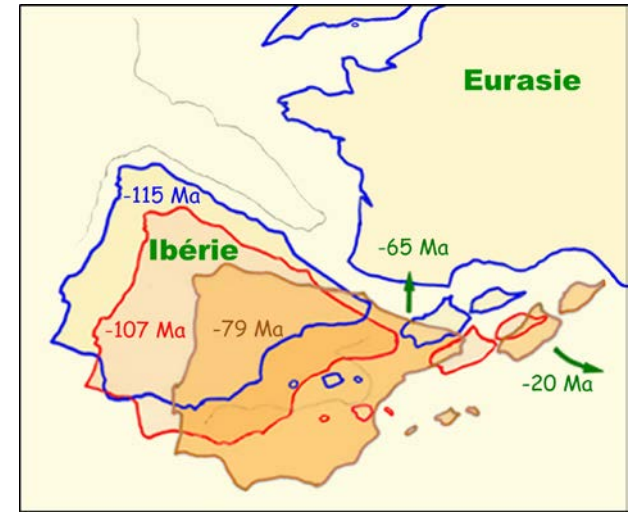
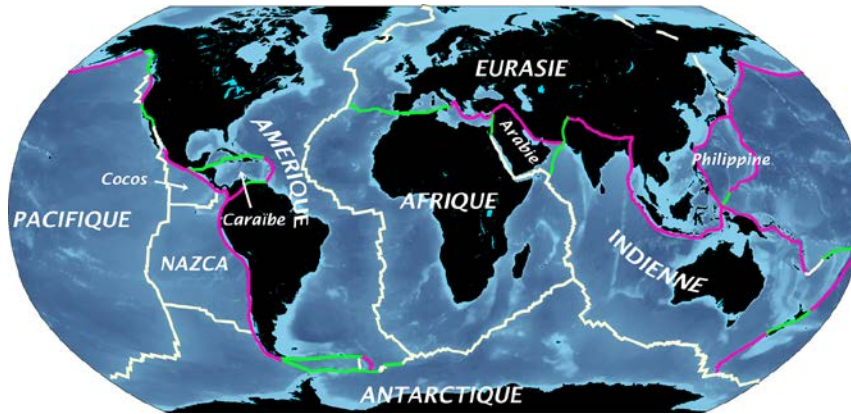
## Macrosismicité historique des Pyrénées



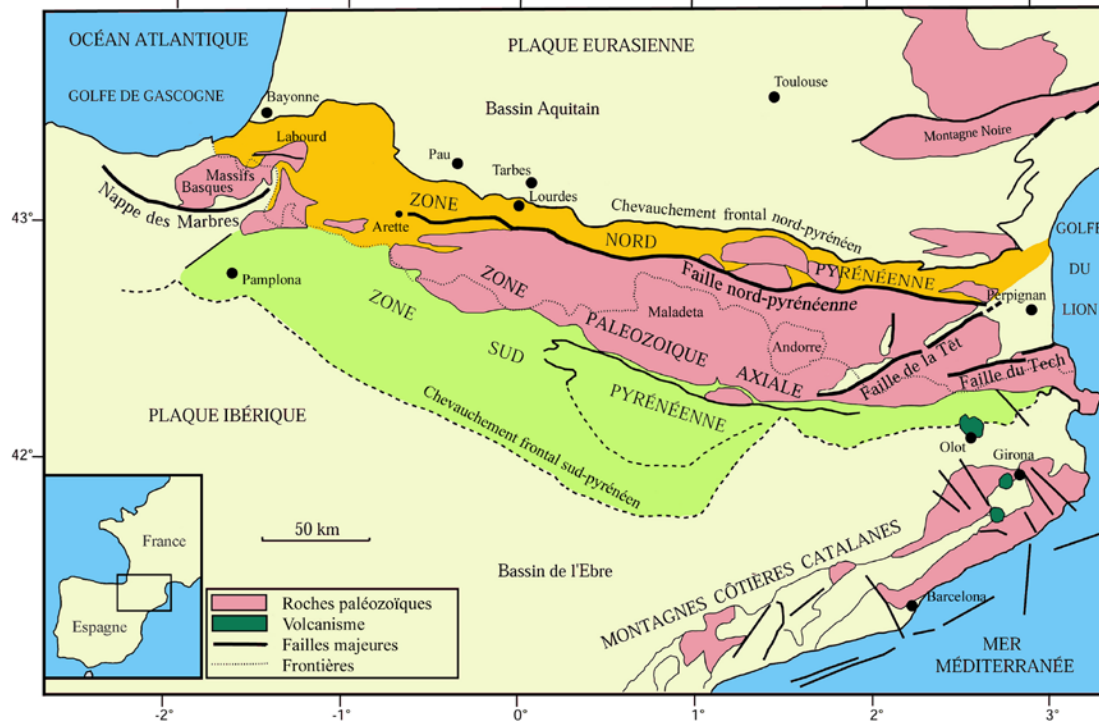
# Sismicité instrumentale (1996-2014)



# Sommairement: le cadre tectonique des Pyrénées



*Matthews et Williams, 1968;  
Choukroune et al., 1973*



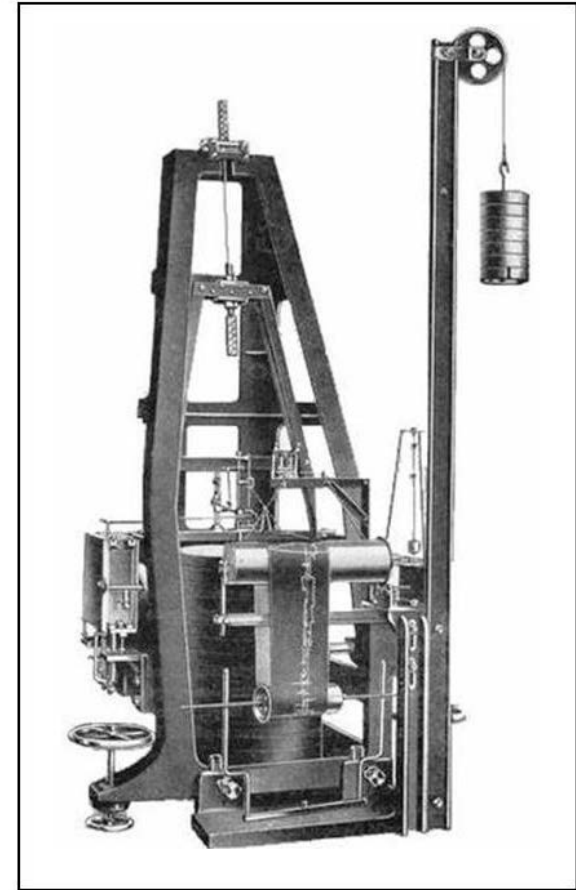
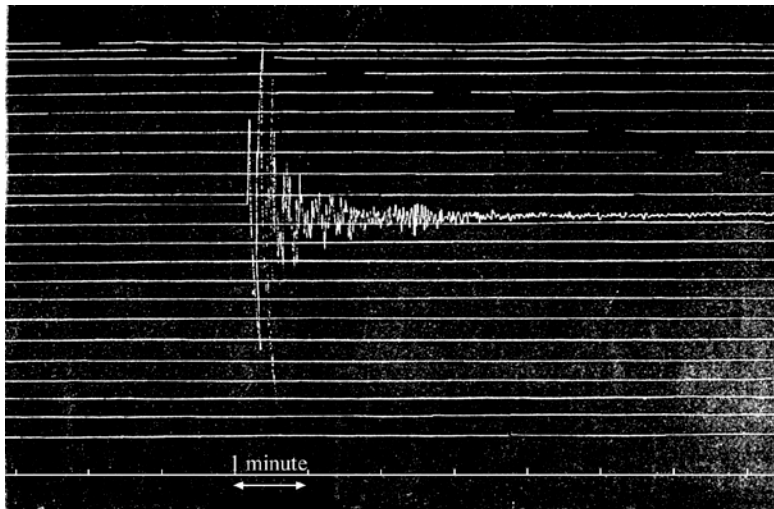
*Choukroune 1972*

# I – LE SEISME D'ARETTE, ETUDES SCIENTIFIQUES



## Localisation à partir des enregistrements

Station la plus proche à 70 km. Observatoire de Bagnères-de-Bigorre



*Appareil Mainka-SOM  
1m80, 420 kg*

- Localisation BCIS Strasbourg (par calcul électronique)



(localisation de Rothé et Vitart, 1970)

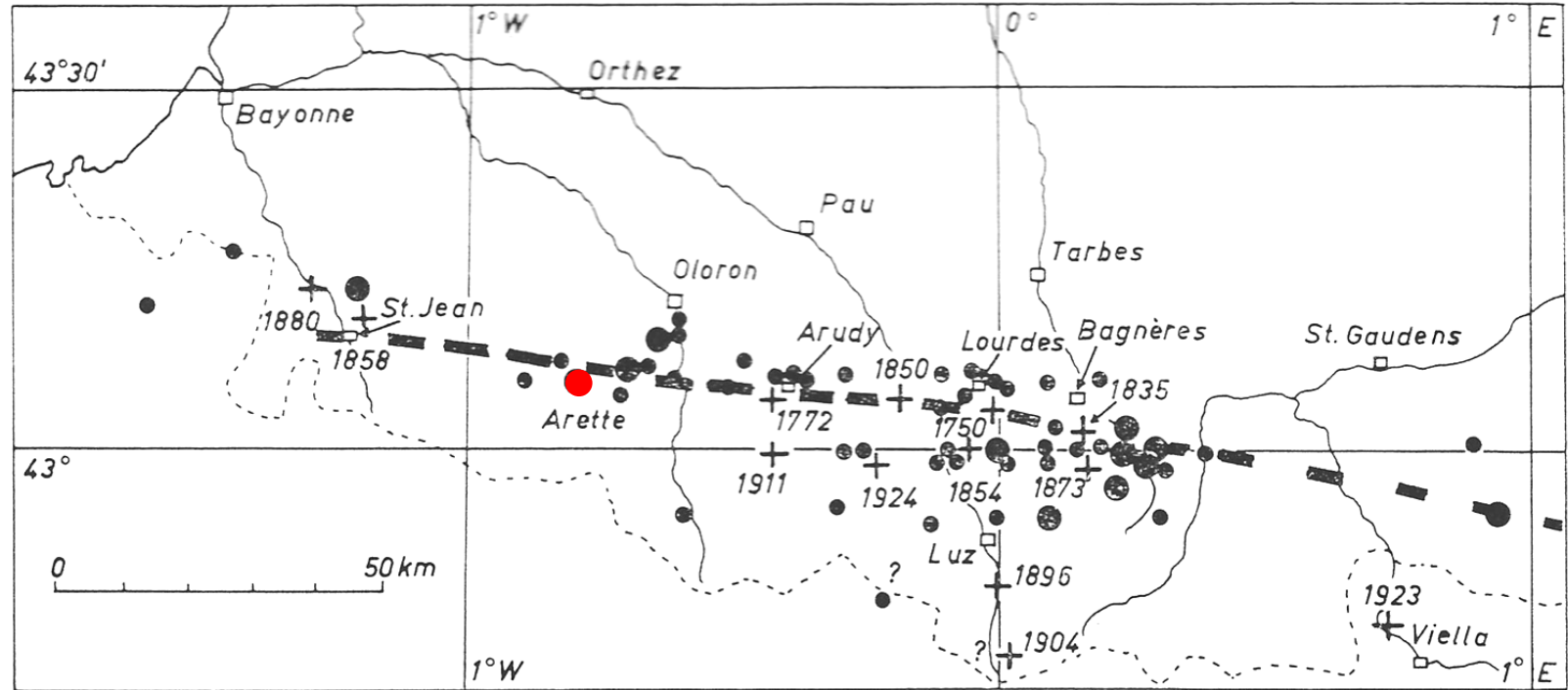


- Organismes reportés par l'ISC : Localisation par 205 stations entre 70 et 17000 km

Org.	H	mn	s	lat	long	pfd	magn
ISC	22	07	47.8+.15	43.20N+.022	0.67W+.026	15	5.3
USCGS	22	07	47.5	43.2 N	0.5 W	15	5.3
BCIS	22	07	50	43.08N	0.75W		5 3/4
MDD	22	07	50	43.2 N	0.7 W	96	5.7



## Epicentres 1931-1968 (J.P. Rothé)

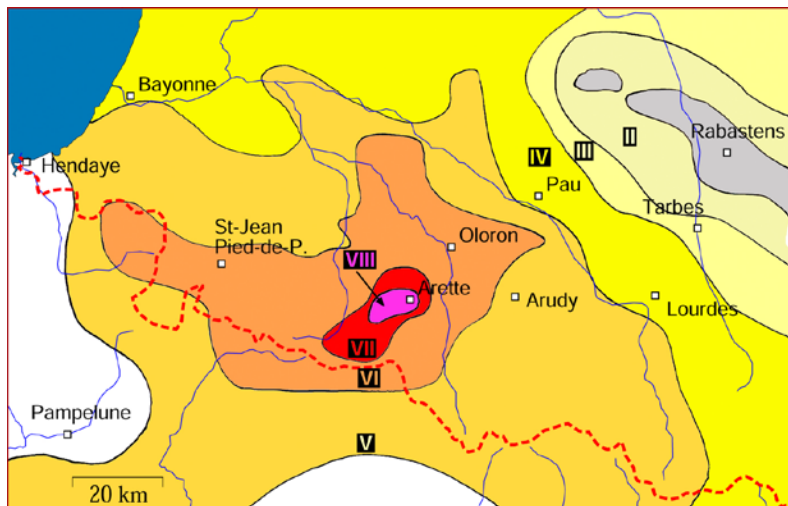


- $I_0 < 6$    ●  $I_0 \geq 6$    Epicentres 1931-1968
- + Epicentres probables de séismes importants antérieurs à 1930 et dates
- — — — — Axe sismique nord-pyrénéen

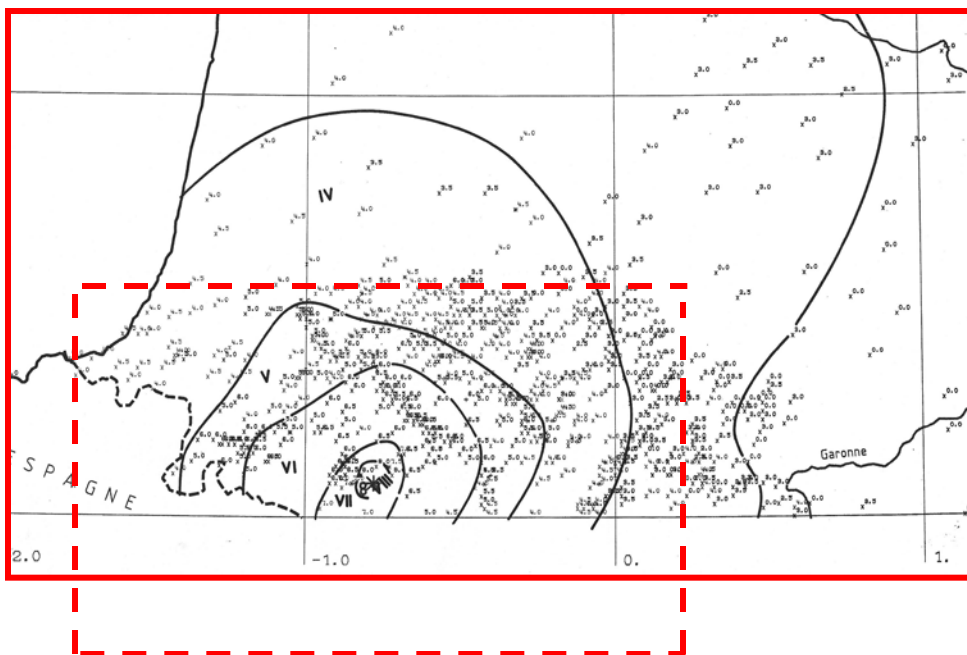
**Compatible avec l'axe tectonique de la chaîne.**

Mais localisation trop médiocres pour en tirer des informations tectoniques.  
Il en va de même des répliques (une centaine rien qu'en août)

# Isoséistes, carte macrosismique (dégâts et effets ressentis)



*Rothé et Vitart, 1970*  
 (CR Congr. Nat. Soc. Savantes t.II,  
 Paris, Bib.Nat.)



*Fichier Sirène, 1992*

## SEISME DU 13 AOUT 1967

Intensités ponctuelles : extrait de la base SIRENE 1992 (BRGM/EDF/IPSN)  
 Isoseistes et épité : interprétation IPSN

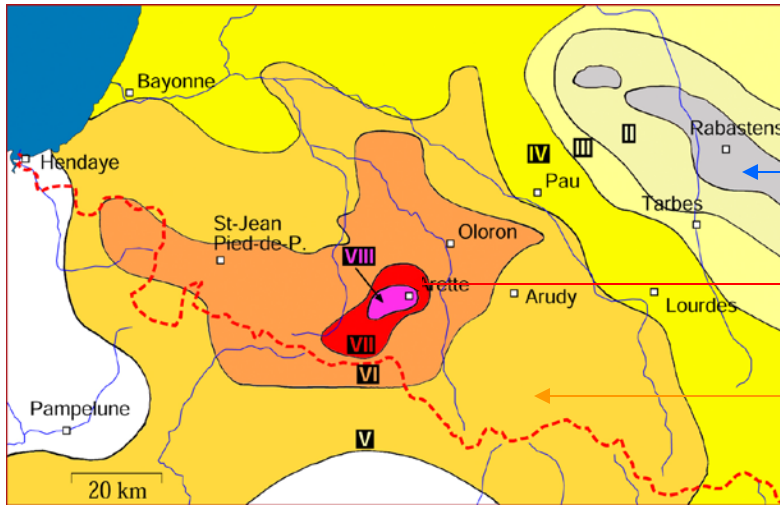
**Légende** :- intensité : 6,5 = VI-VII MSK ; 0 = non ressenti  
 qualité : \* = bonne ; x = moyenne ; + = incertaine  
 - intensité épité : 7-8 = certaine, égale à VII-VIII MSK ; +7 = incertaine, ≥ VII MSK  
 - isoséiste : ————— = précise ; - - - = imprécise



0 5 10 15 20km

# Isoséistes, carte macrosismique

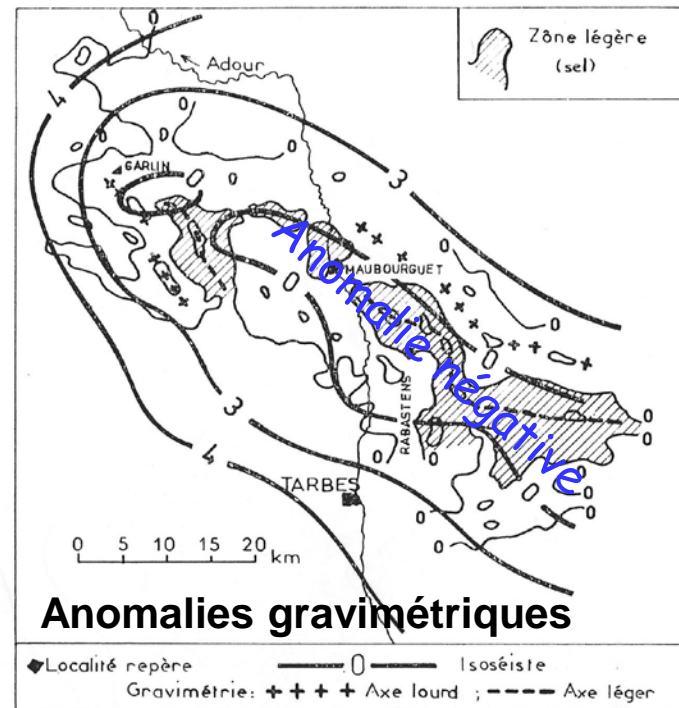
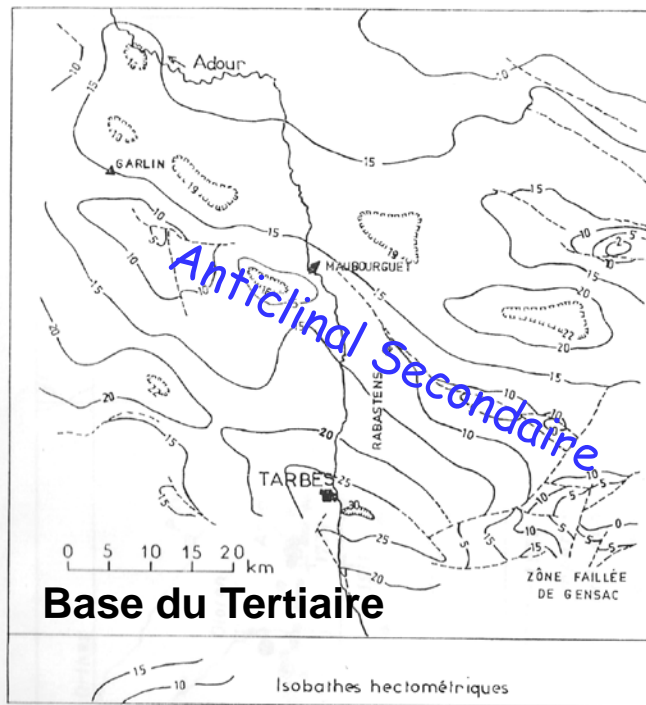
(Rothé et Vitart, 1970)



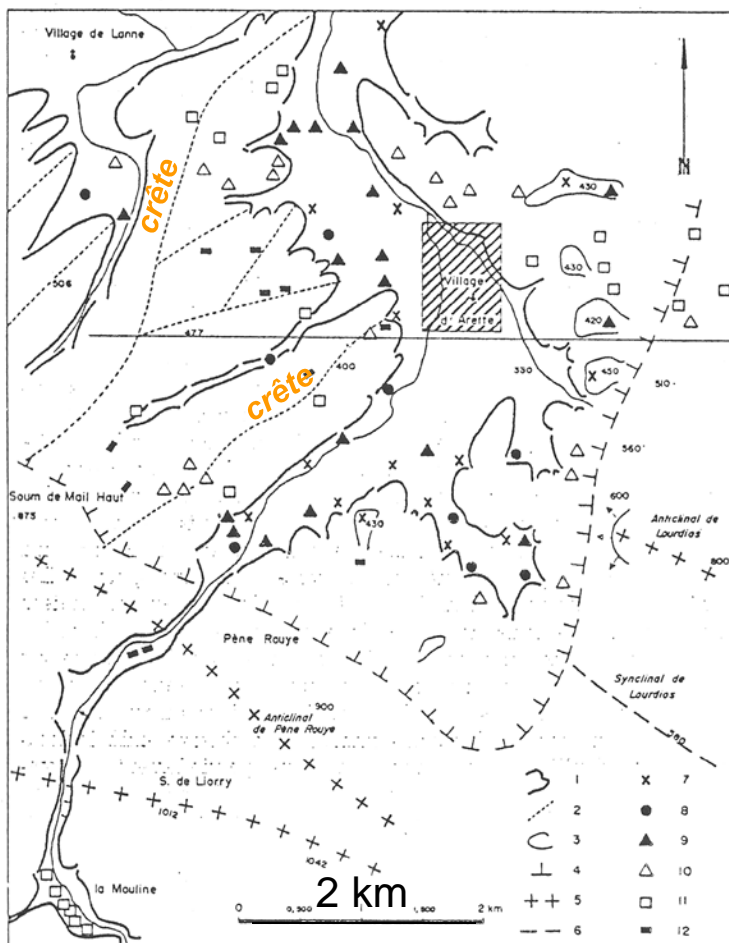
Zone sourde

Elongation N-S due aux sédiments superficiels

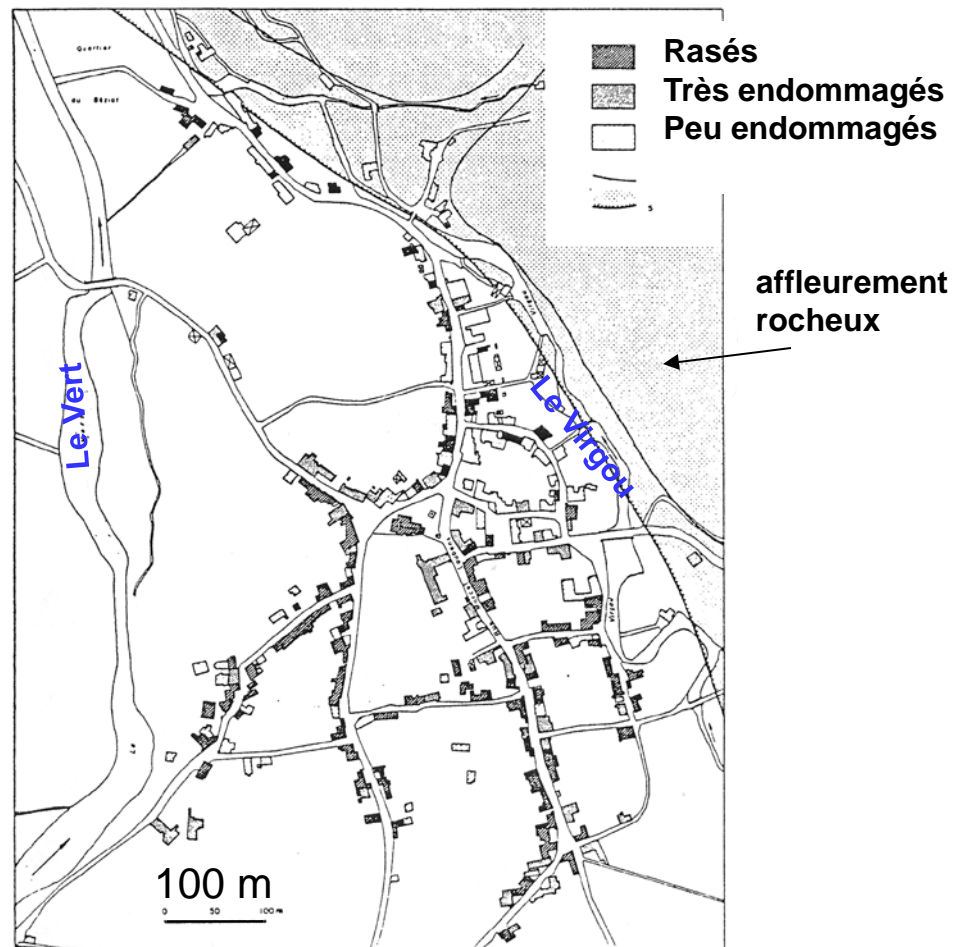
Elongation E-W due aux structures profondes



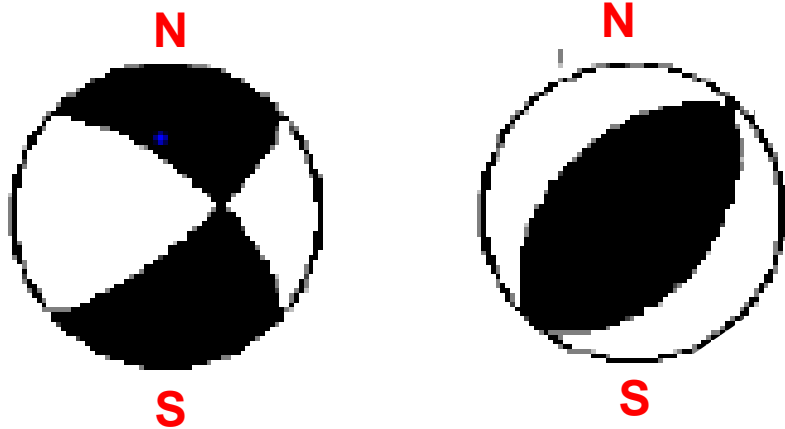
# Les effets de site: dans les vallées voisines et dans le village d'Arette



↑  
Niveau  
d'endommagement



## Quelle faille a joué, et comment: le mécanisme au foyer



*Hoang & Rouland, 1971*

*McKenzie, 1972*

Chaque mécanisme au foyer donne **deux plans de faille possibles**, avec:

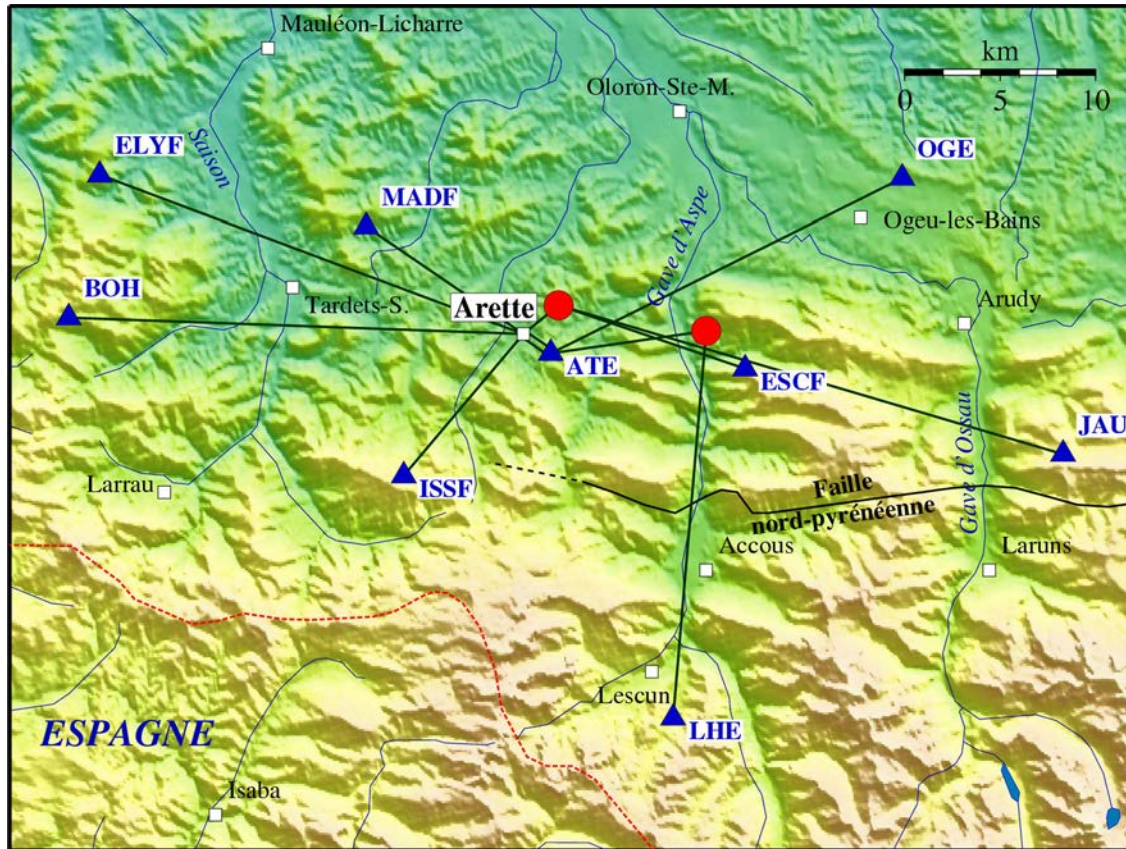
- Leur direction % N
- Leur plongement % verticale
- Le sens du glissement sur la faille

**Deux mécanismes incompatibles**  
**Pas de compatibilité avec l'axe tectonique de la chaîne**

Accident ENE-WSW proposé par Piolle (1968) d'après les déplacements

## II – LES ENSEIGNEMENTS SCIENTIFIQUES DU SEISME D'ARETTE

Pour comprendre, il faut des données!... Donc des moyens scientifiques et humains



Le « réseau d'Arette », 1978 - 1996



Au col de Jaut

## **Pourquoi une instrumentalisation si tardive des Pyrénées?**

- Pas d'équipe travaillant sur la source sismique en France
- pas de culture du risque sismique en France  
Lambesc 1909, Orléansville 1954, Agadir 1960
- Pas de laboratoire de sismologie proche (Strasbourg, Paris)

### **Des éléments favorables:**

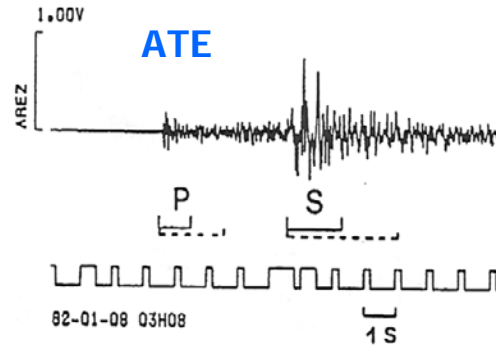
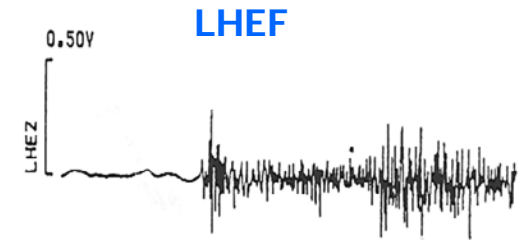
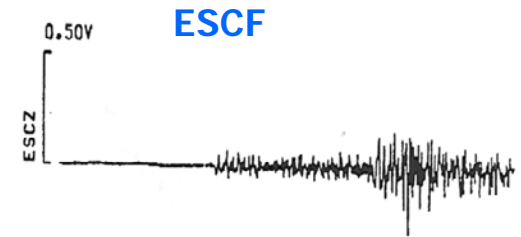
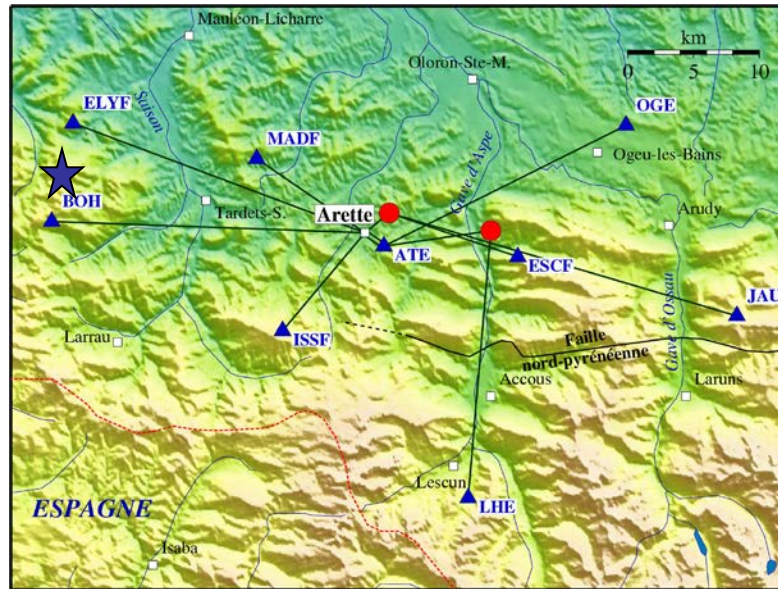
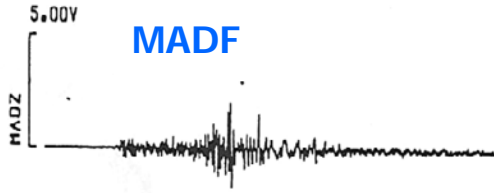
- des sismographes légers, transportables, robustes, pas trop coûteux
- une transmission des données par radio gratuite
- un accès au temps de bonne qualité (horloges à quartz, 1970)
- la généralisation du traitement numérique des données

Réseau d'Arette, 1978

Réseau des Pyrénées orientales et de Catalogne, 1996

Unification des réseaux pyrénéens de surveillance, 1997

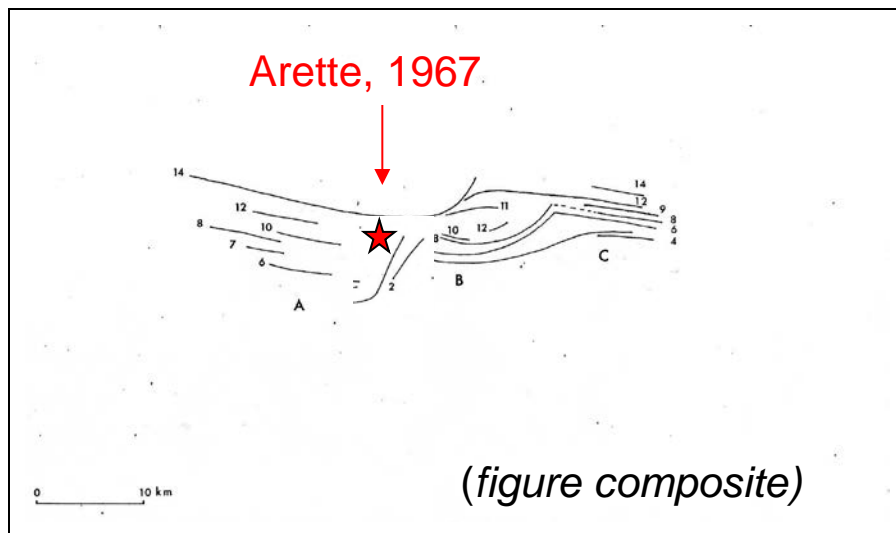
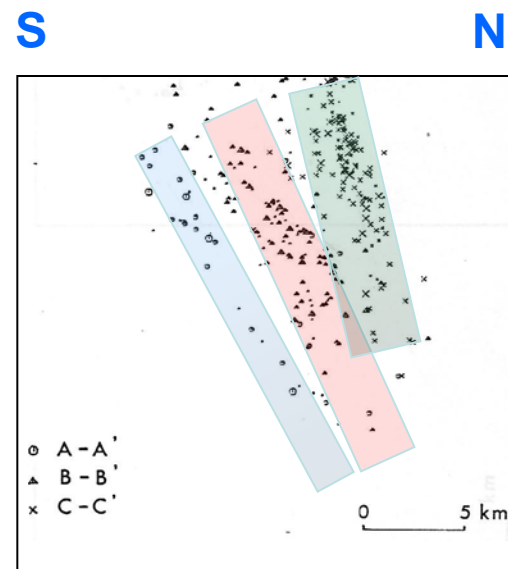
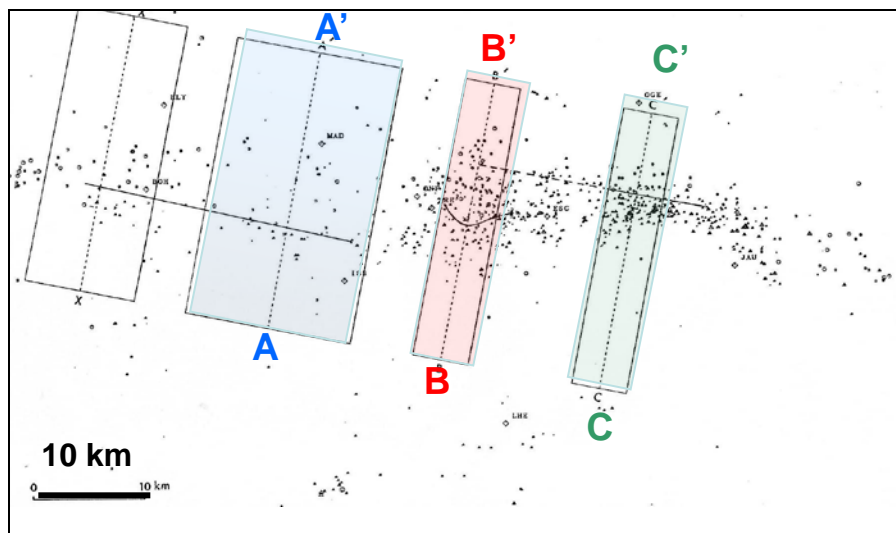
# Exemple d'enregistrements: Séisme du 08 janvier 1982 M=2.7





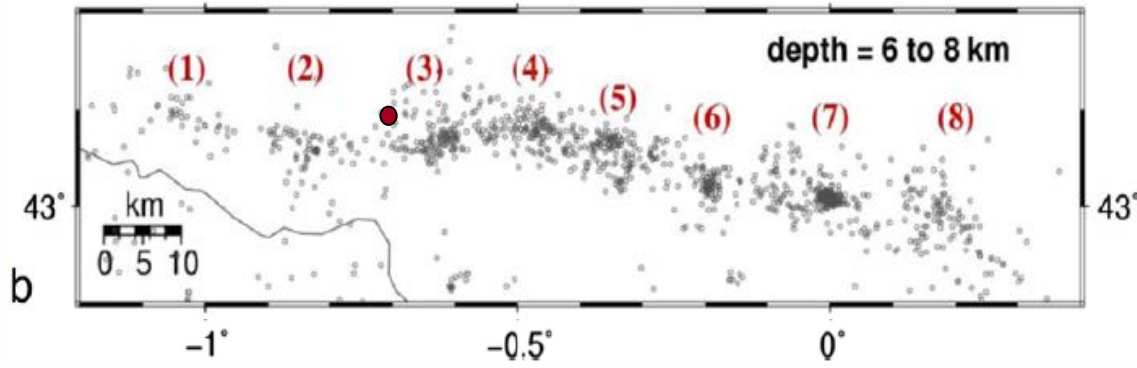
# Quelques résultats obtenus avec le réseau d'Arette

## 1- les apports d'une localisation précise

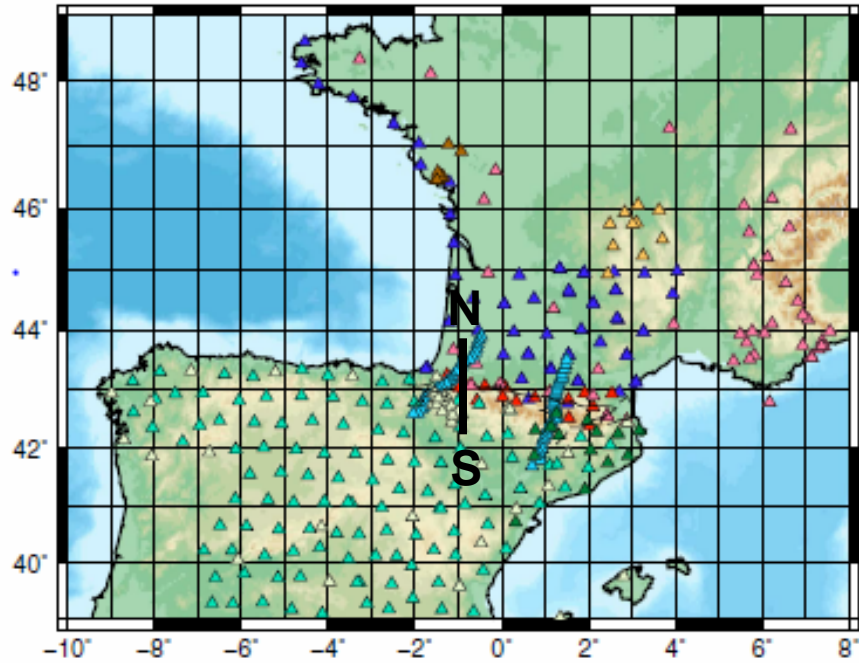


(figure composite)

# Le séisme d'Arette à la lumière des résultats récents de sismicité

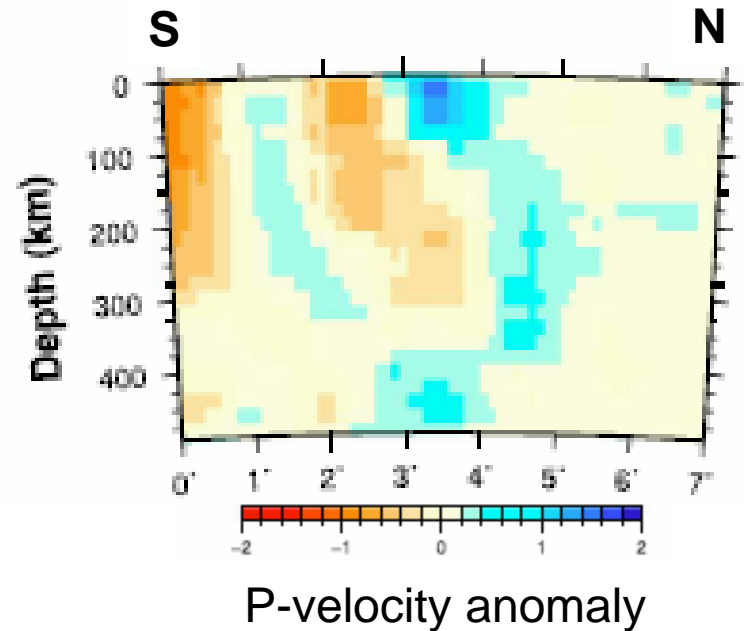


**Sismicité profonde**  
(Souriau et al., 2014)



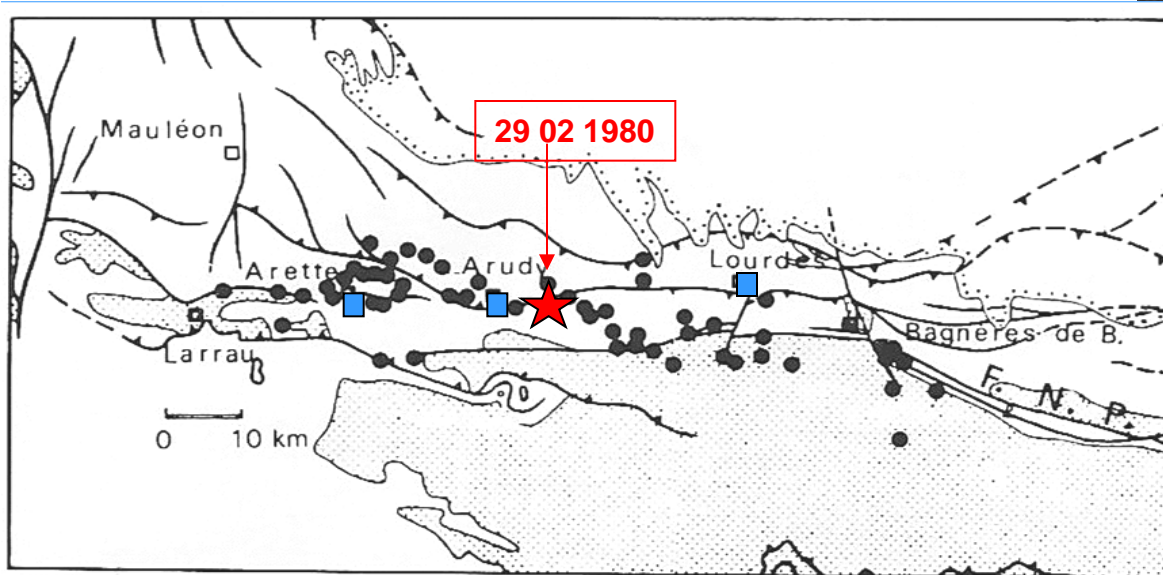
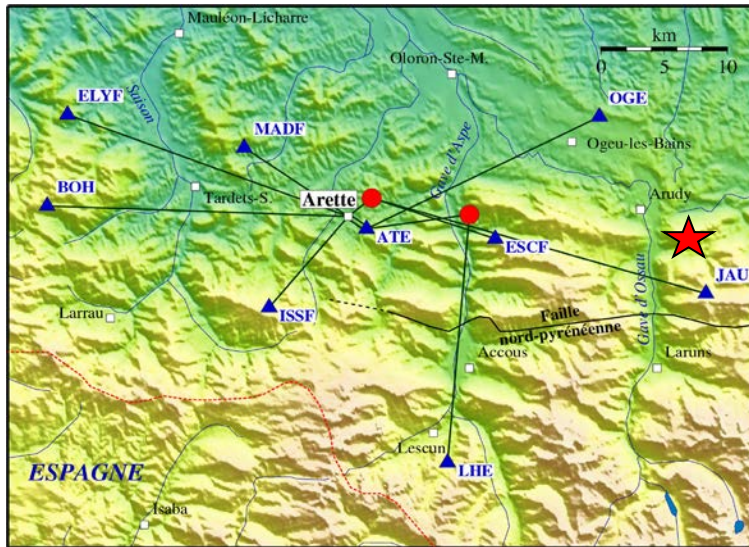
**PYROPE** et **IBERARRAY**

**Imagerie profonde**  
(Chevrot et al., 2014)

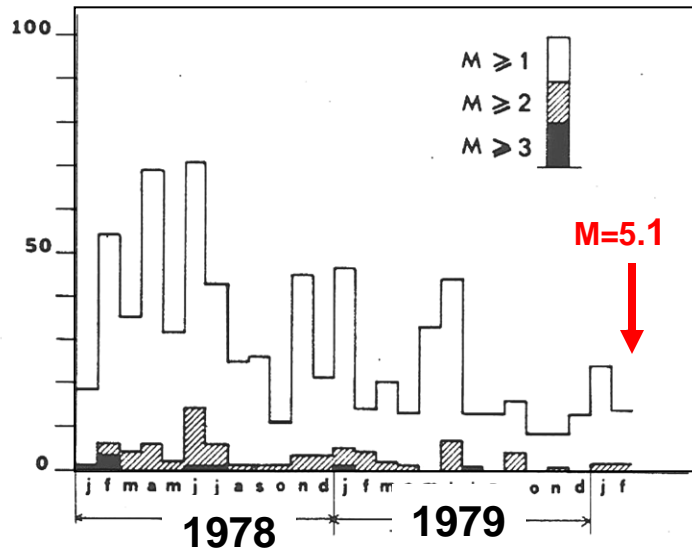


## 2- L'accès aux petites magnitudes et la surveillance temporelle de l'activité sismique

### Exemple du séisme d'Arudy, 29 02 1980

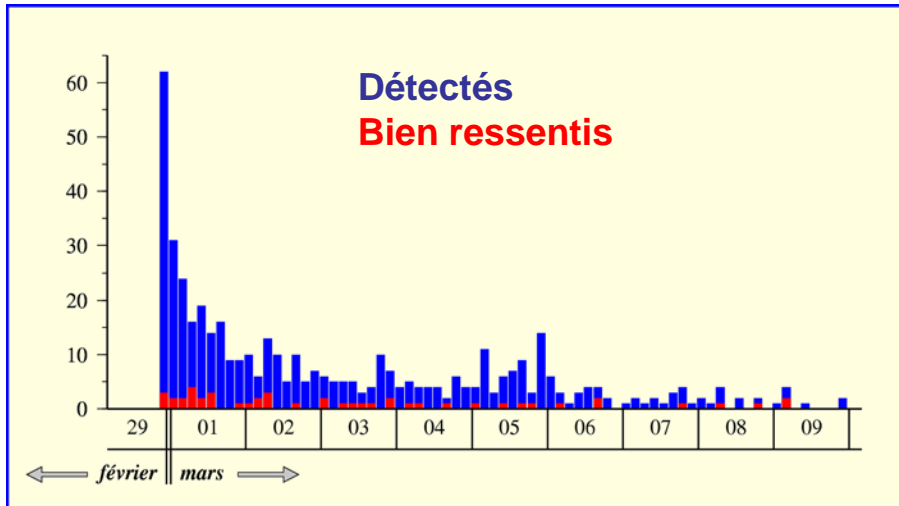


Avant:

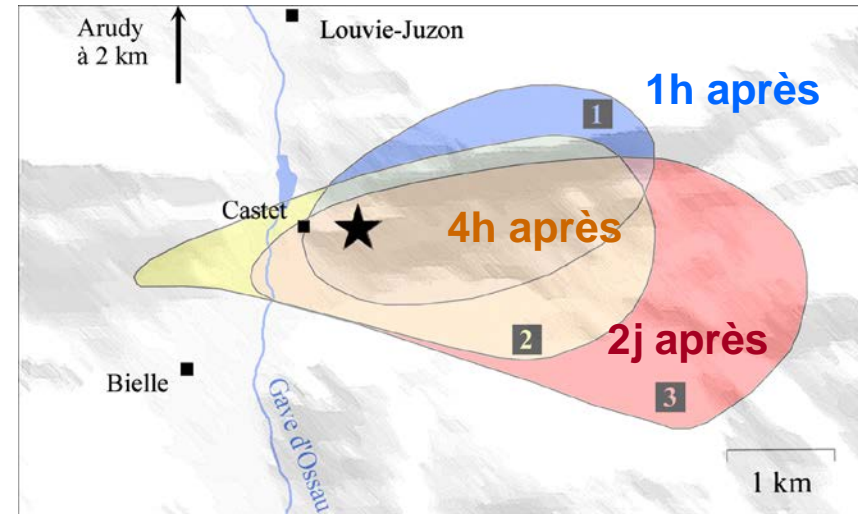


Décroissance de l'activité 2 ans avant le choc principal (petites magnitudes)

Après: distribution des répliques dans le temps



et évolution géographique



### III - L'IMPACT SUR LA REGLEMENTATION

#### Quelques rappels historiques

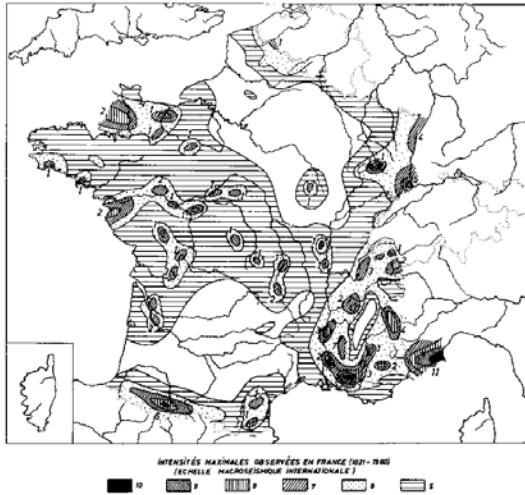
- Montessus de Ballore (1906) : La Provence peut être considérée comme une région aséismique.

Lambesc, 1909

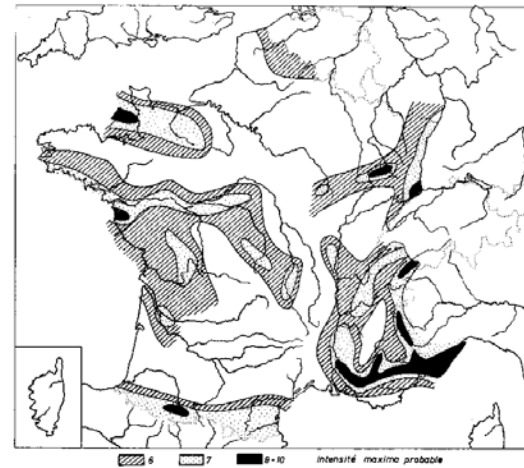


- Orléansville, 1954 → Recommandations AS 55
- Agadir, 1960 → Règles parasismiques PS 62

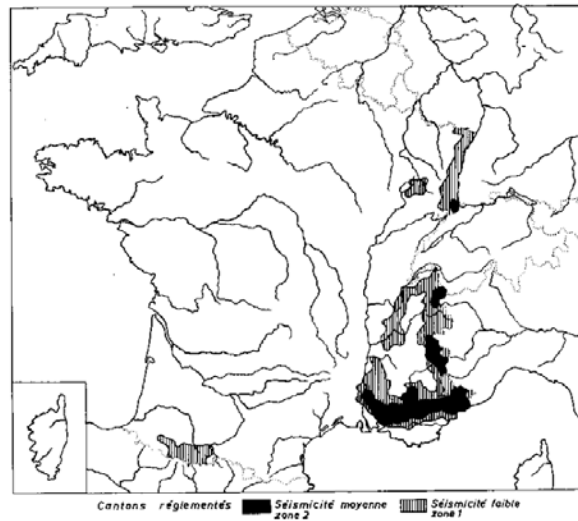
# Cartes de sismicité de la France (J.P. Rothé, 1967) – basées sur la sismicité jusqu'en 1960



Intensités  
maximales  
observées



Intensité  
maximale  
probable

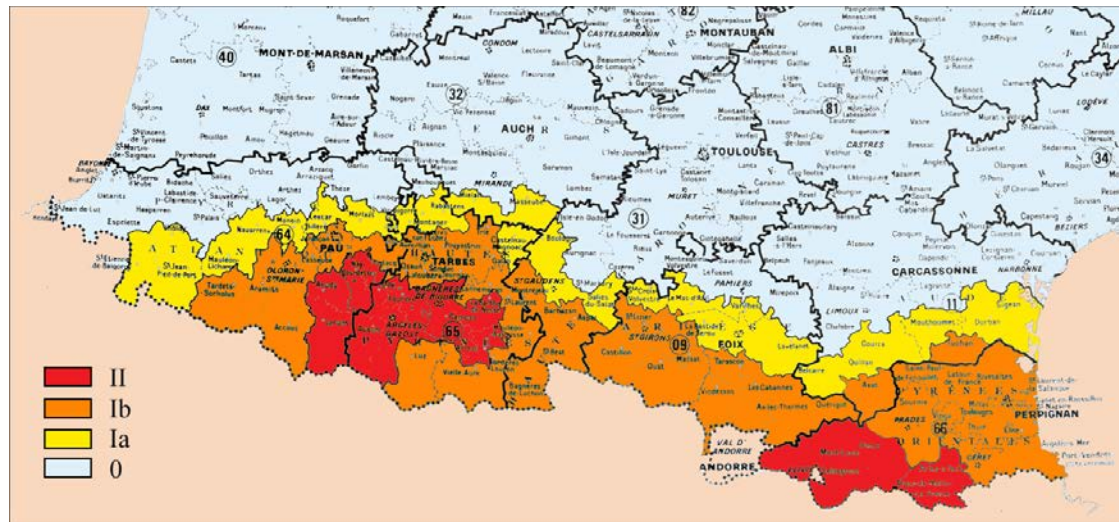
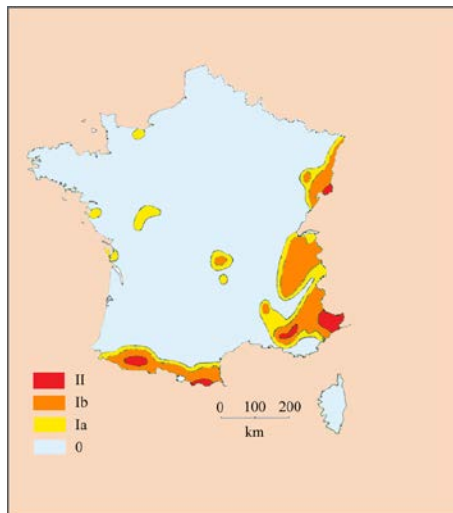


**Cantons règlementés**  
(proposition)

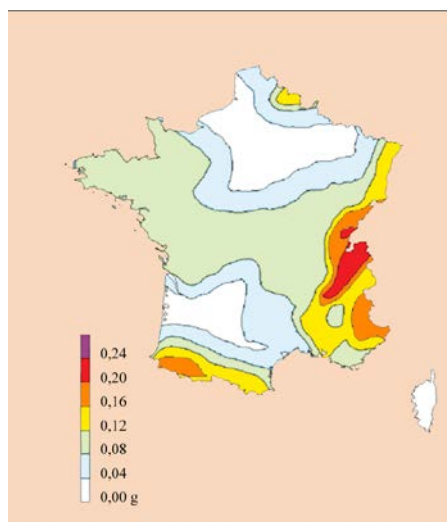
*"Nous devons chercher à limiter le plus possible l'étendue de ces zones règlementées"* (pour des raisons économiques)

- Arette, 1967 → règles PS 69

- Règles PS 92: basées sur la sismicité historique, factuelle, semi-empirique.



- 2010 Eurocode 8, et nouvelle réglementation



- Tient compte de la sismicité instrumentale et de la sismicité historique, probabiliste
- Privilégie le respect de la vie humaine
- Est influencée par le principe de précaution

# Conclusions

- Le séisme d'Arette est **mal connu** sur le plan scientifique. Il est intervenu à une **période charnière**, aussi bien sur le plan de la connaissance que sur celui des développements techniques.
- Mais il a été, après presque une décennie d'indifférence des sismologues, et grâce au Réseau d'Arette, le **point de départ d'études très fines pour la compréhension des zones sismiques et de la sismotectonique**, dans les Pyrénées (ex. à Lourdes et Bagnères-de Bigorre), et dans d'autres régions sismiquement actives
- Il a été incitateur à une **meilleure attention au risque sismique** (sensibilisation de la population, des médias, Plan Séisme, etc...), et de **travaux scientifiques associés** (ex. à Lourdes et Bagnères-de Bigorre),



