

# La Déformation des Alpes Occidentales : le réseau GPS Alpes

Jean Chéry  
Laboratoire Dynamique de la Lithosphère  
CNRS-Université de Montpellier 2.

Collaboration : le Groupe "GPS Alpes"

ENS Paris, LDL Montpellier, IGN, LGCA Chambéry, IPG Paris,  
ING Rome, CEA, CERGA-GRGS, Geosciences Azur, IRSN,  
ENSAIS Strasbourg, LGIT Grenoble, ETH Zurich, EDF, ENS Lyon

# Motivations de l'Etude (1992)

- ❑ Cinématique des Alpes dans le contexte de la collision Afrique-Eurasie
- ❑ Déformation actuelle de la chaîne
- ❑ Partition sismique/asismique
- ❑ Evaluation de l'aléa sismique dans les zones internes et externes

→ Financement INSU (1993) et Géofrance 3D (1998)  
Soutien de l'IGN

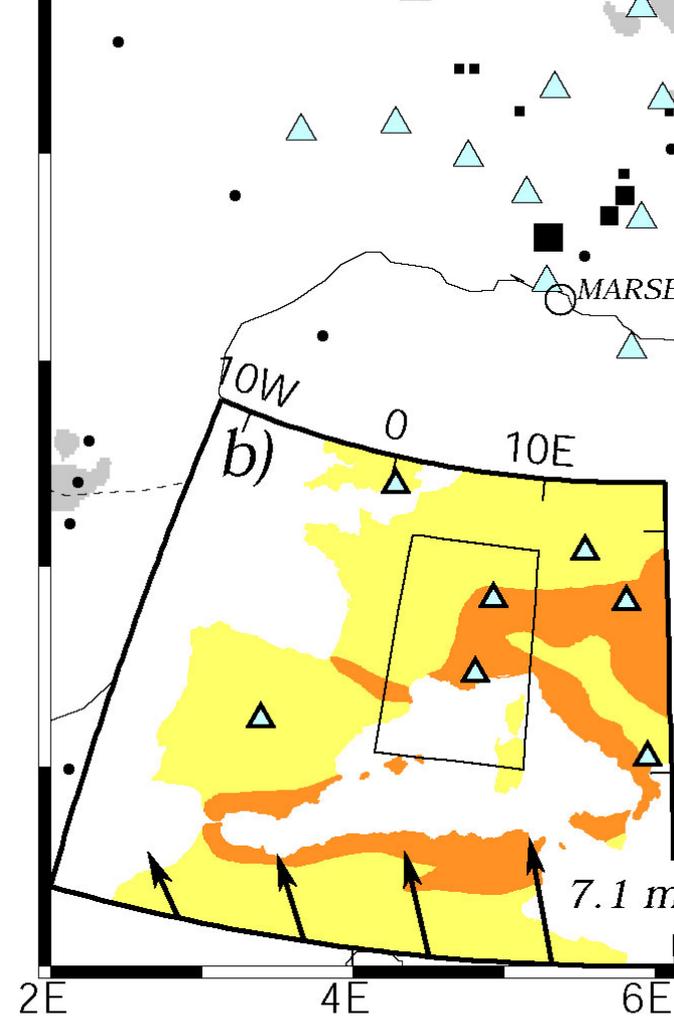
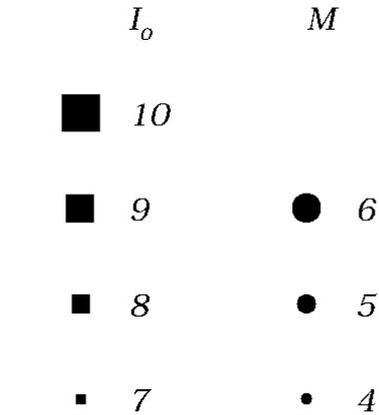
# Cinématique Alpine

Collision Afrique-Eurasie : ~7 mm/an (Nuvel 1A)

- Maghrebides ?
- Appenins ?
- Pyrénées ?
- Alpes ?

EARTHQUAKES

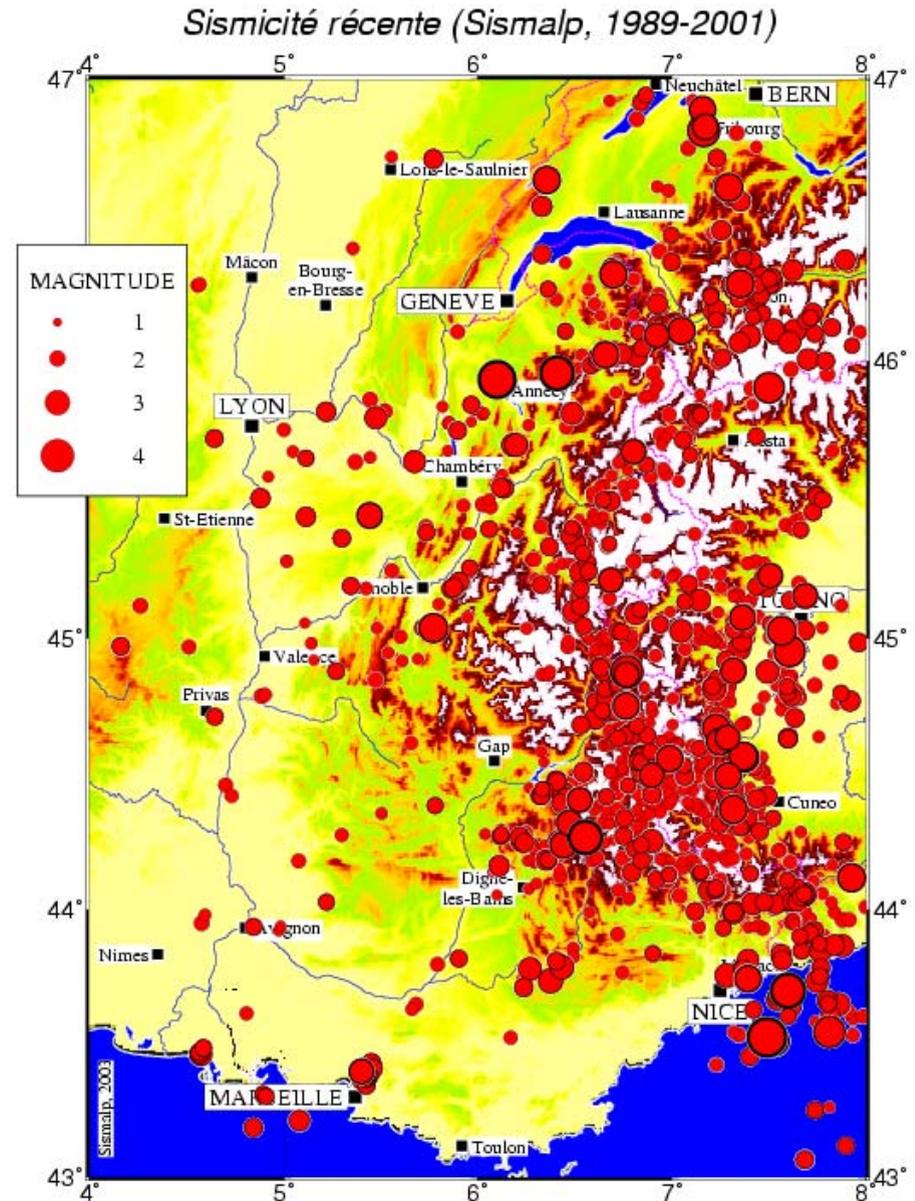
Before 1963	After 1963
$I_0$	$M$
■ 10	● 6
■ 9	● 5
■ 8	● 4
■ 7	● 3



# Déformation actuelle de la chaîne

❑ Pas d'évaluation  
directe en 1993

❑ Indicateur de  
sismicité instrumentale  
(Sismalp)

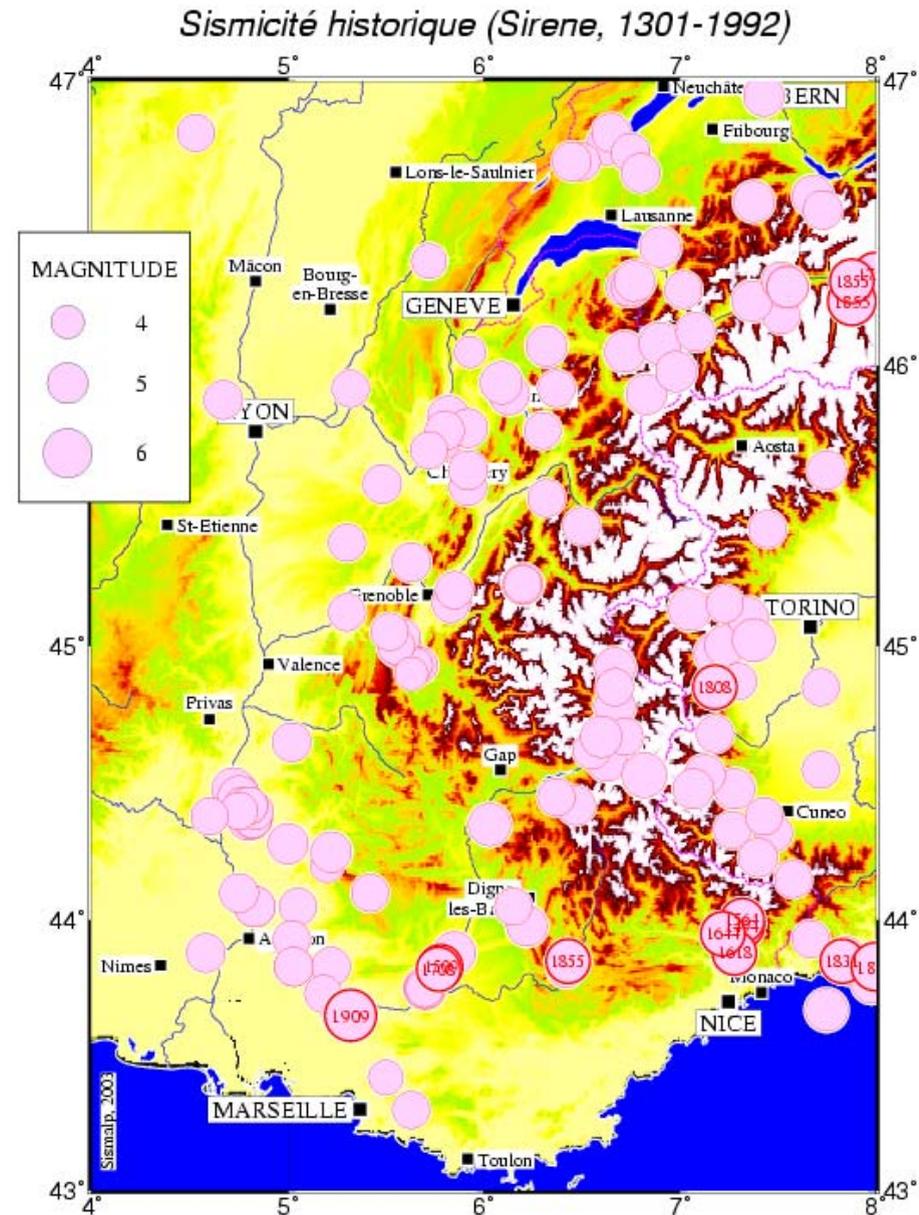


# Déformation actuelle de la chaîne

❑ Pas d'évaluation  
directe en 1993

❑ Indicateur de  
sismicité instrumentale  
(Sismalp)

❑ Indices de sismicité  
historique (Sirène)



## Alea et Risque Sismique

□ Echelle historique : destructions rares mais parfois importantes (Lambesc, Provence en 1909)  $M < 6$



# Aléa et Risque Sismique

□ Echelle paléosismique : des séismes  $M > 6.5$   
(Courthézon, vallée du Rhone, Vaucluse)



# Le Réseau GPS Alpes (1993)

Couvrir les Alpes et sa périphérie

Densité de points homogène

Qualité et pérennité de l'implantation (20 ans)

Altitude > 1500 m

△ Alpes93 GPS site  
▲ Permanent GPS site  
○ CITY

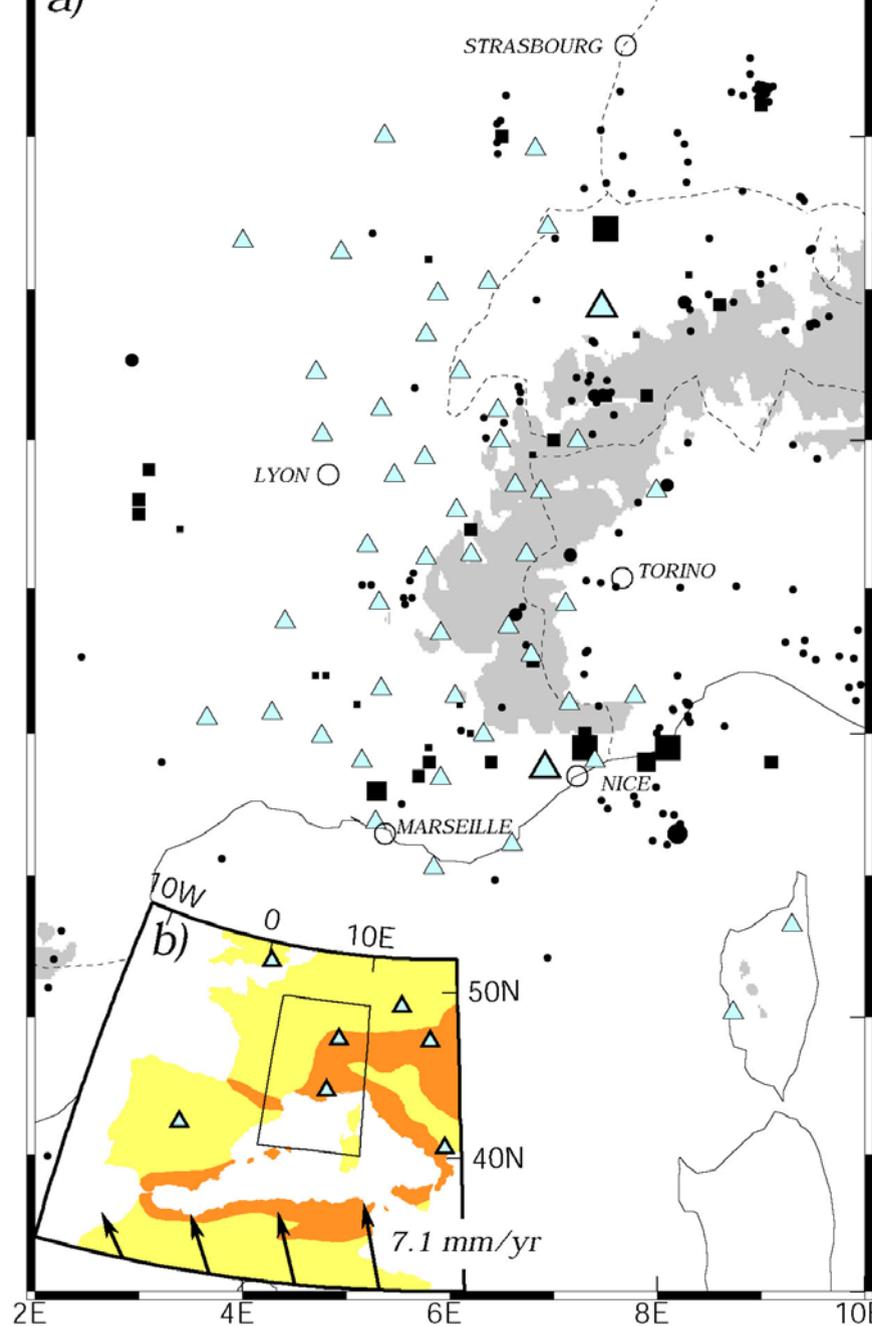
### EARTHQUAKES

Before 1963      After 1963

$I_0$        $M$

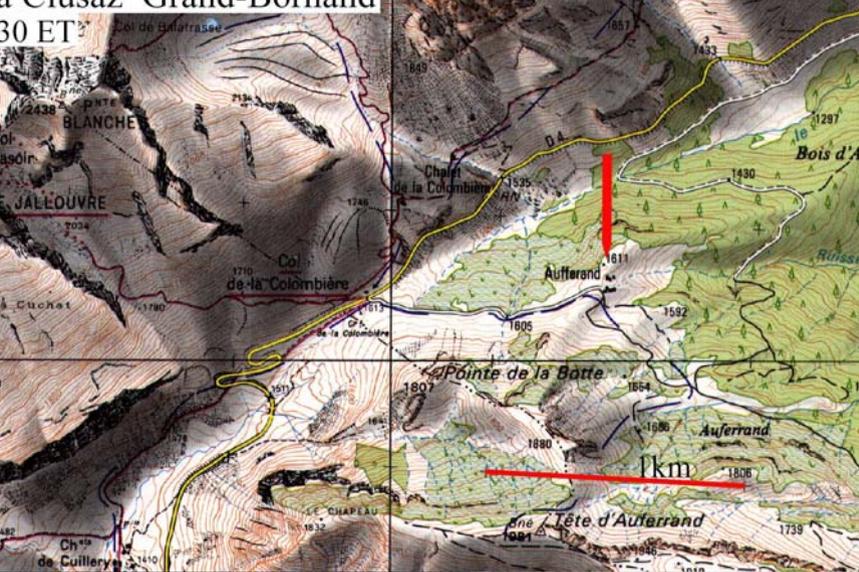
■ 10	● 6
■ 9	● 5
■ 8	● 4
■ 7	● 4

Stable zone  
Active zone



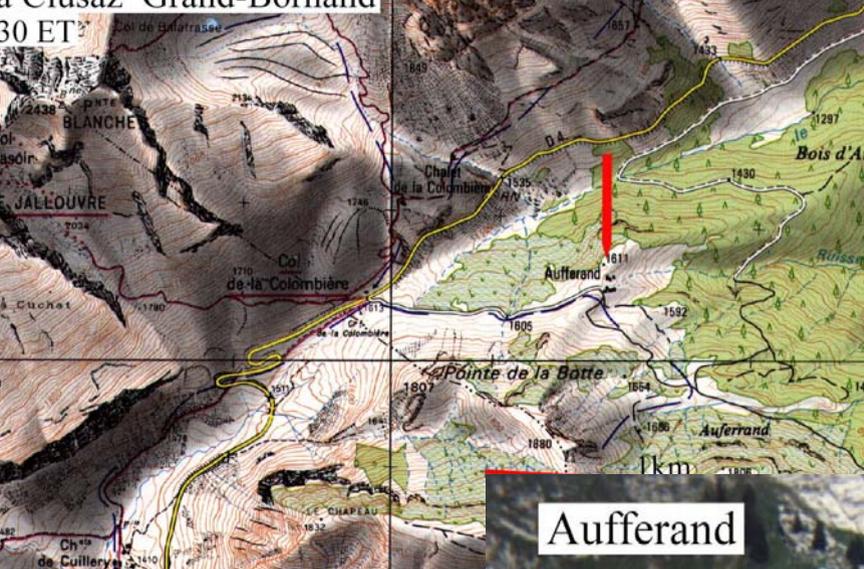
# Choix des sites : criteres

- Implantation sur du rocher stable
- Visibilité GPS
- Pérénité ( > 20 ans )



Site d'Auferand  
Grand Bornand,  
Hte Savoie)





# Choix des sites : criteres

- Implantation sur du rocher stable
- Visibilité GPS
- Pérénité ( > 20 ans )

Site d'Aufferand  
Grand Bornand,  
Hte Savoie)

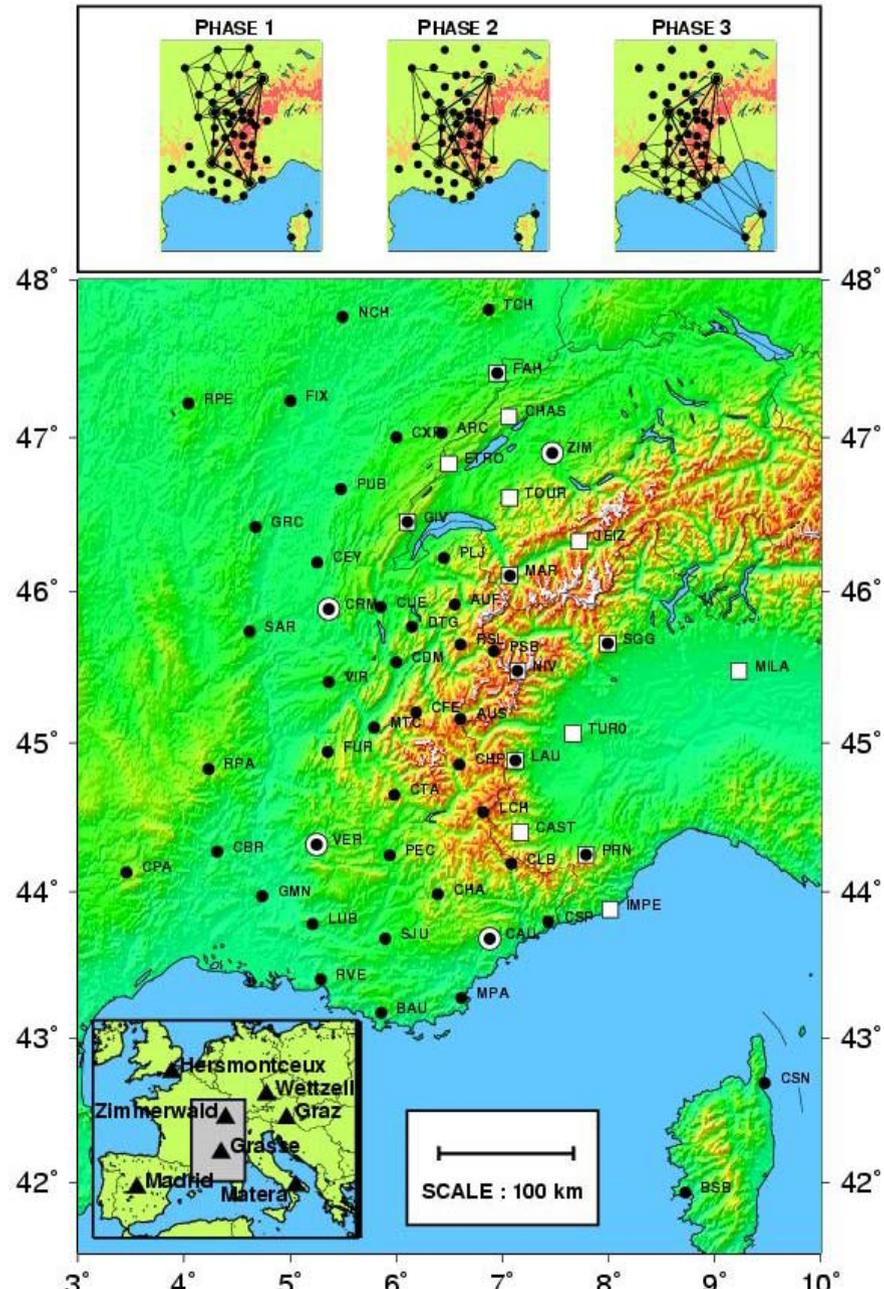


# La mesure du réseau (1993 et 1998)

- 58 sites
- 30 GPS bi  
fréquence (Ashtech-  
Leica-Wild)
- 3 sous réseaux
- ~ 40 opérateurs
- ~ 30 K€

1993 : 4 à 6 X 12  
heures + 3 sites  
continus

1998 : 4 à 6 X 24  
heures + 3 sites  
continus



# Le traitement des données

- ❑ ENS Paris (C. Vigny – Gamit-Globk)
- ❑ IGN (T. Duquesnoy – Bernese 4.2)
- ❑ Univ. Savoie (F. Jouanne – Bernese 4.2)

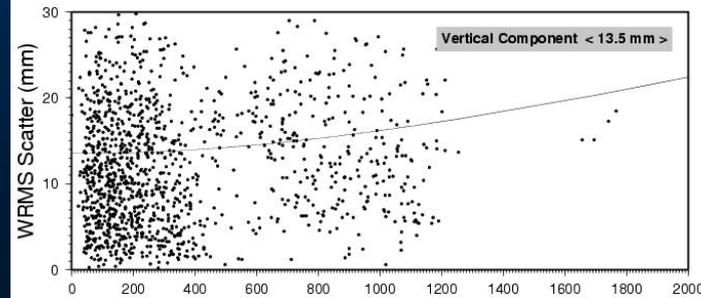
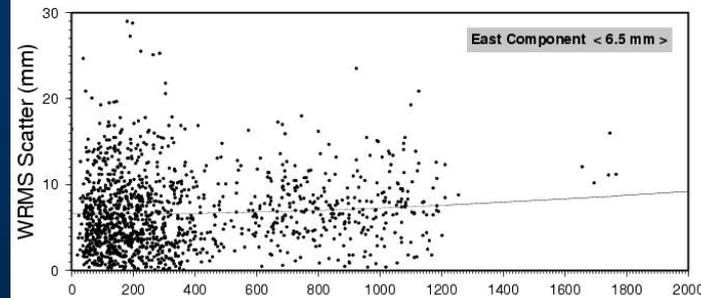
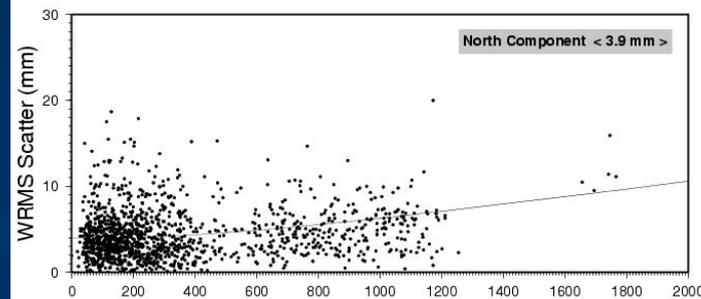
## Les données

- ❑ 58 sites GPS Alpes
- ❑ Sites REGAL
- ❑ 6-13 sites IGS
- ❑ Sites permanents non IGS (26 en 1998)

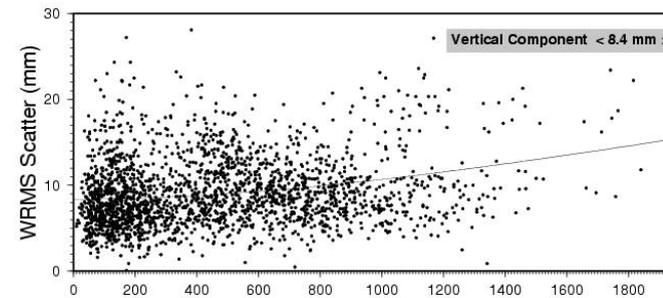
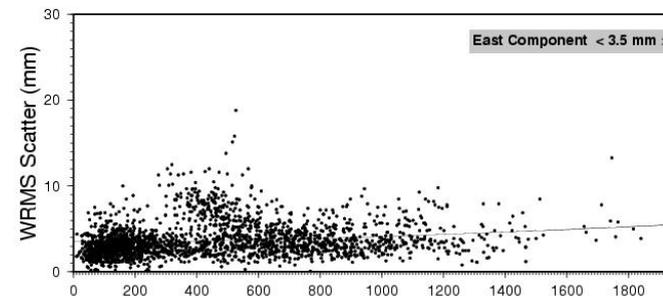
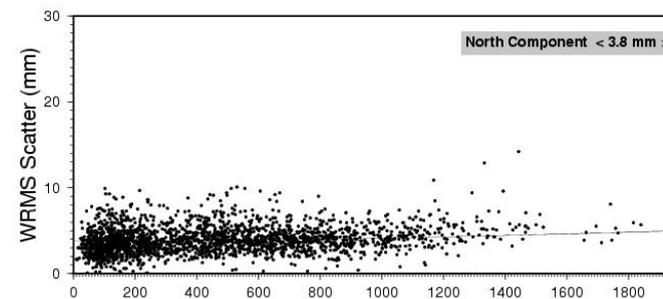
# Le traitement des données (GAMIT-GLOBK)

- ❑ Orbites IGS
- ❑ Pas de données météorologiques
- ❑ 1 paramètre troposphérique / 2 heures

Alpes 1993 - IGS orbits - biases fixed

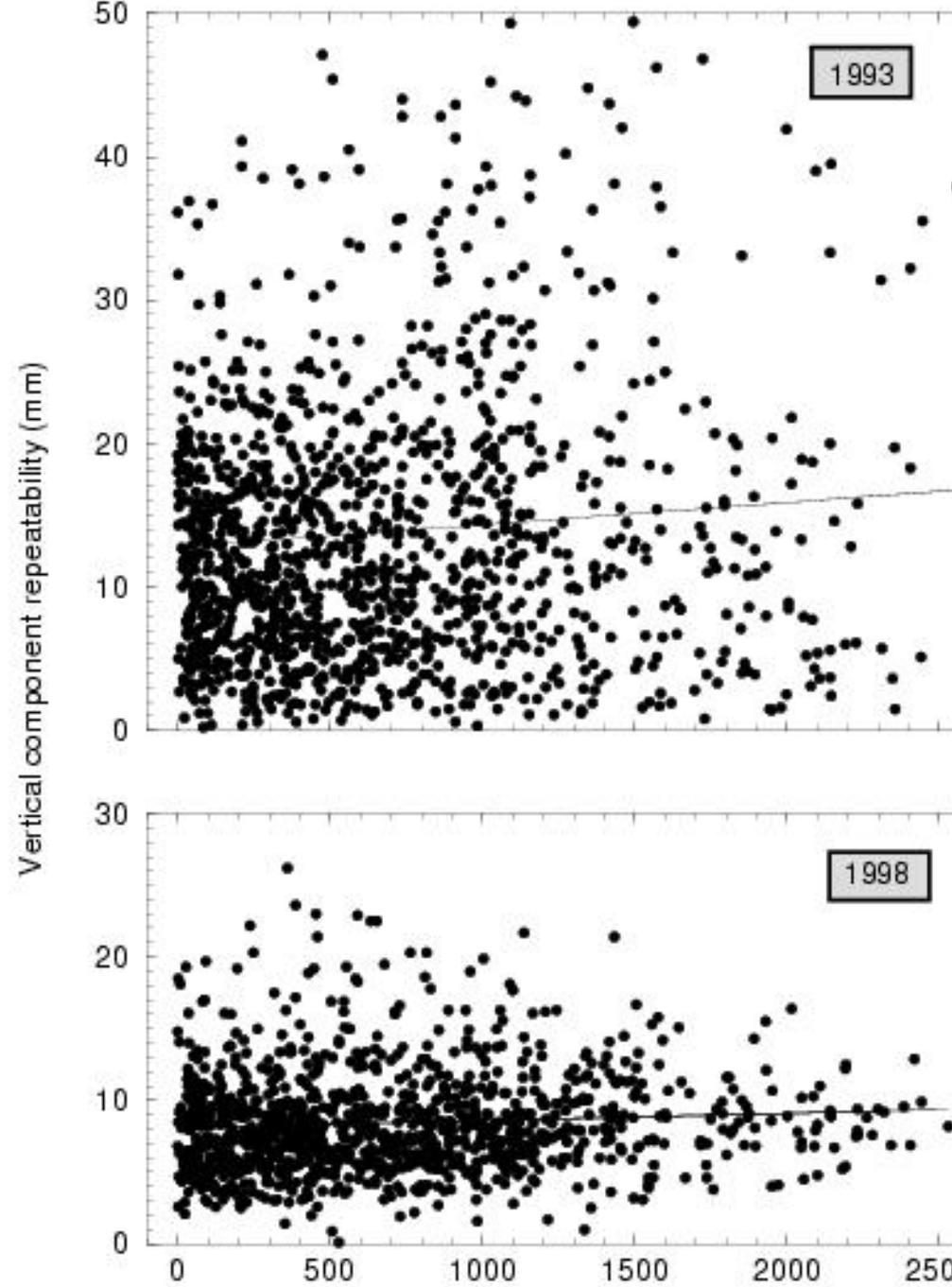


Alpes 1998 - IGS orbits - biases fixed



## Répétabilité verticale

❑ faible corrélation avec la différence altimétrique

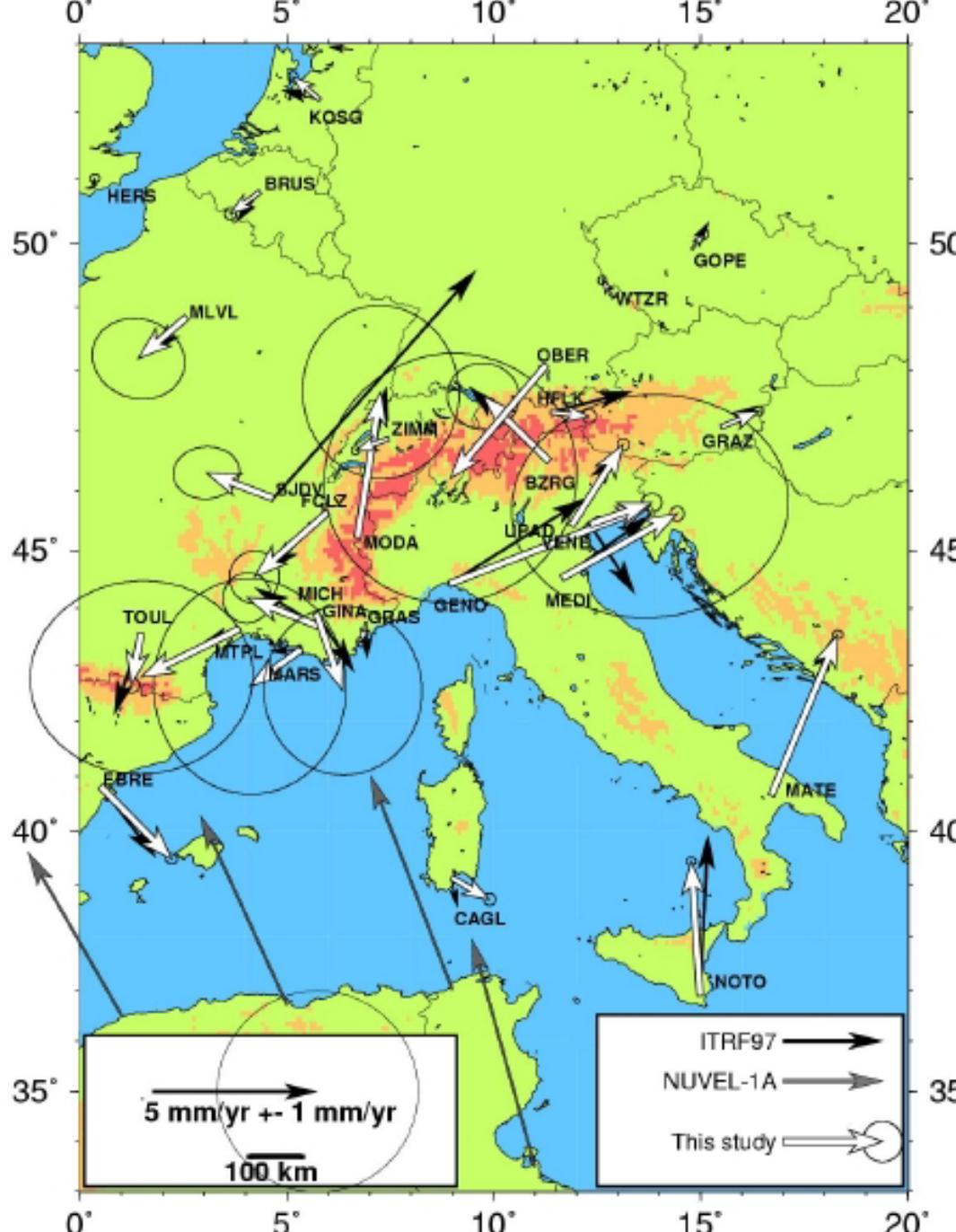


# Estimation du champ de vitesse (GLOBK)

- ❑ Combinaison avec 1 semaine de données par / an pour les stations permanentes européennes
- ❑ Ajustement d'un sous-ensemble à la vitesse ITRF 1997 (LS sense)
- ❑ 16 sites utilisés (> 3 ans de données)
- ❑ Position moyenne estimée à 2.1 mm/an, vitesse à 0.7 mm/an

# Champ de vitesse sur les sites permanents

□ vitesse relative à NUVEL 1A-NNR pour la plaque Eurasie

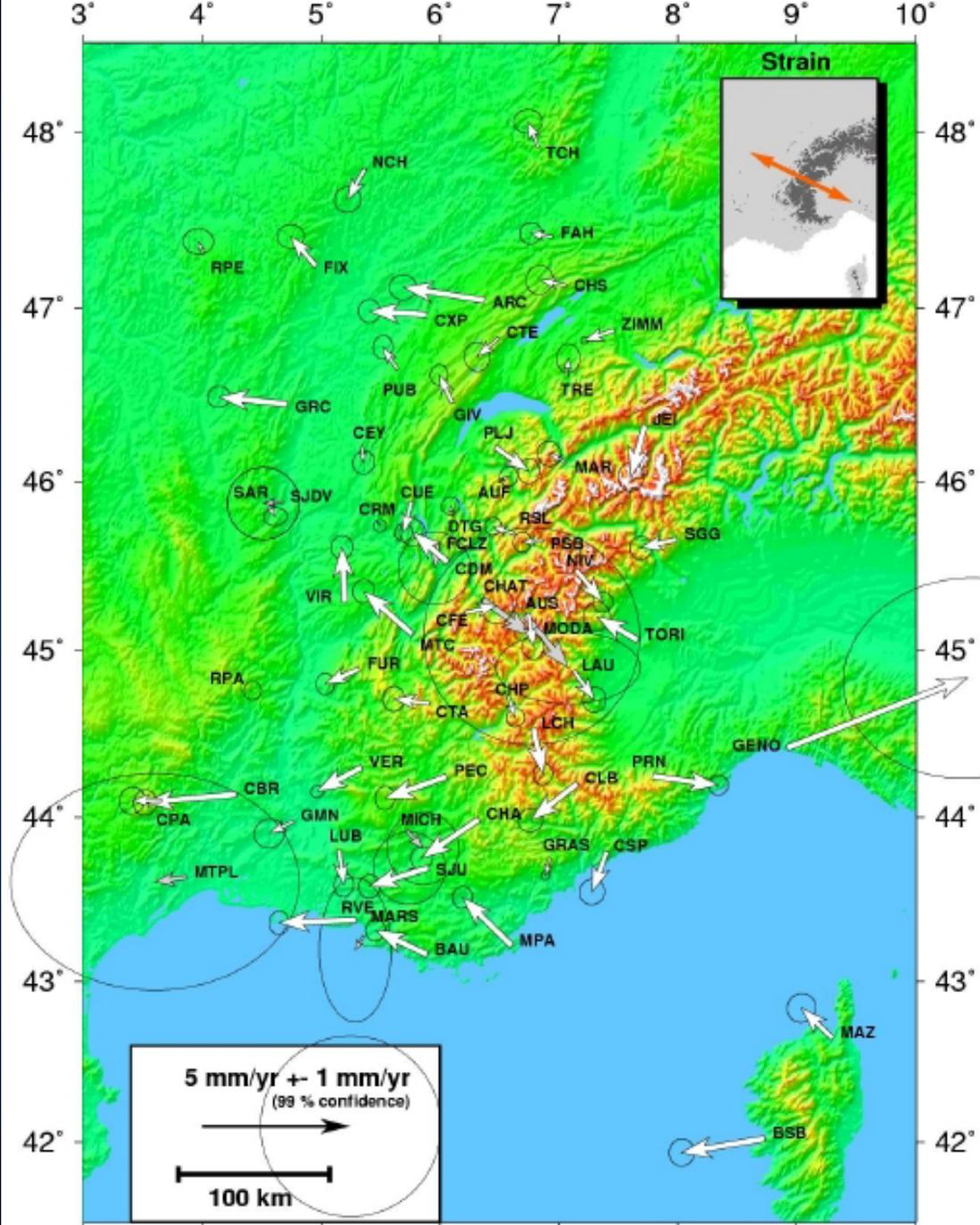


# Champ de vitesse sur les sites GPS Alpes

Vitesses différentielles  
2-3 mm / an

déformation  
ensemble : extension  
est-Ouest

Pas de compression  
Nord-Sud (collision ?)



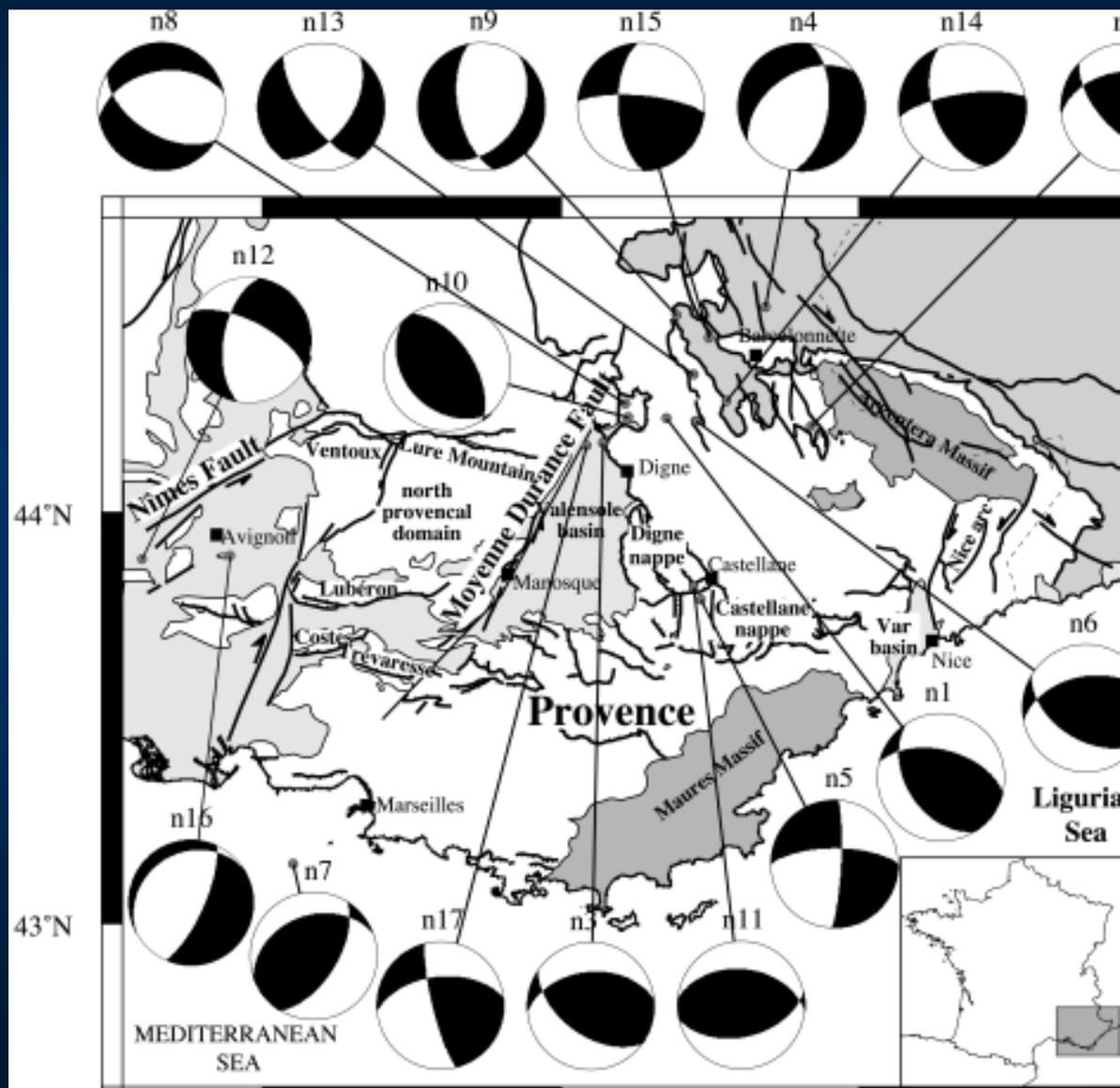
# Le Futur:

## La 3ème mesure du réseau GPS Alpes en 2004

- ❑ Qualité des données encore meilleure qu'en 1998
- ❑ 11 ans de déformation
- ❑ Collocation avec le réseau REGAL
  
- ❑ Confirmation de l'extension Est-Ouest
- ❑ Cartographie des déformations locales
- ❑ Comparaison des tenseurs de déformations géologiques et sismologiques → aléa sismique

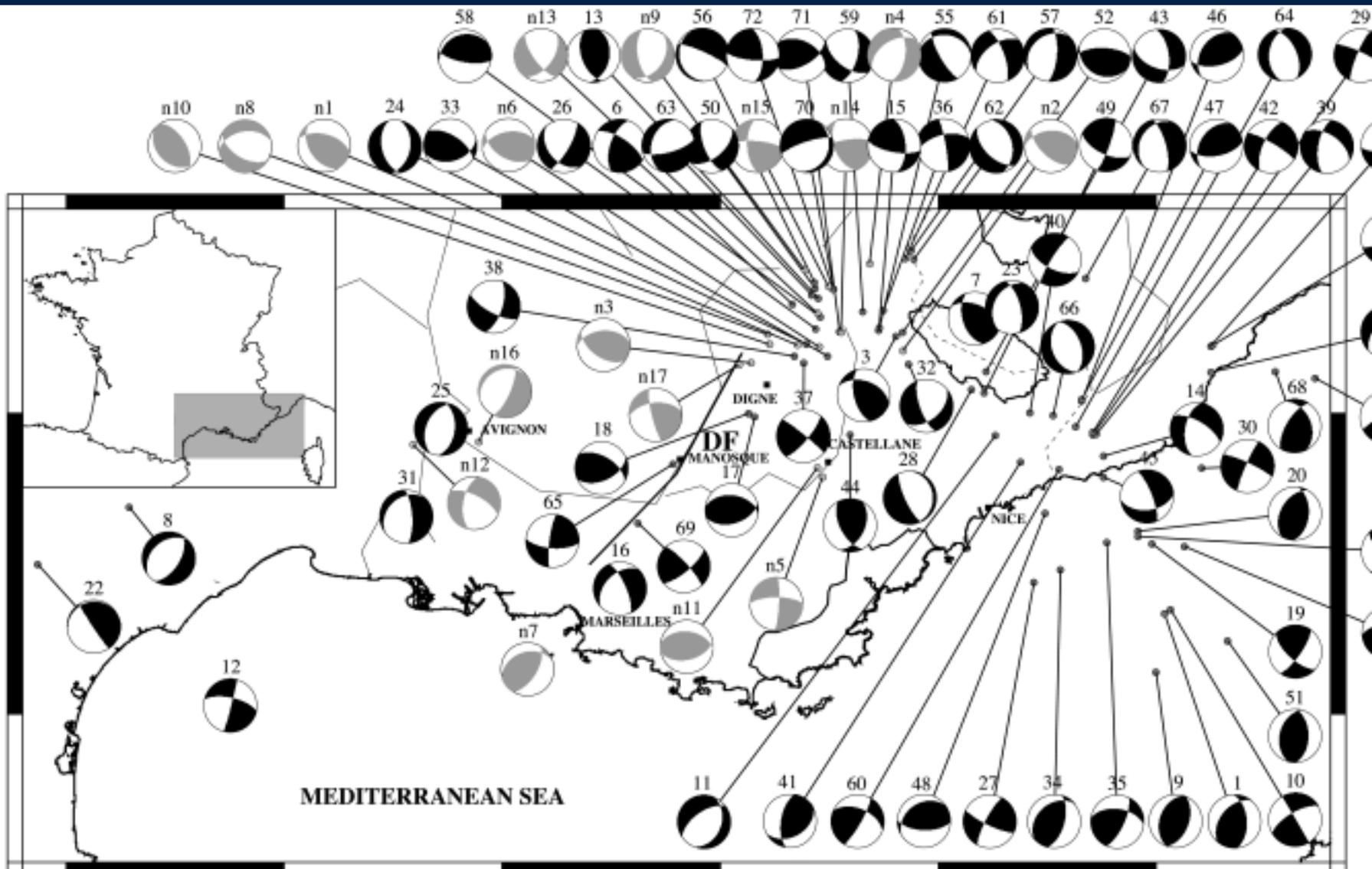
# Réalité de l'extension Est-Ouest ?

Mécanismes au foyer en Provence (Ritz, 1991)



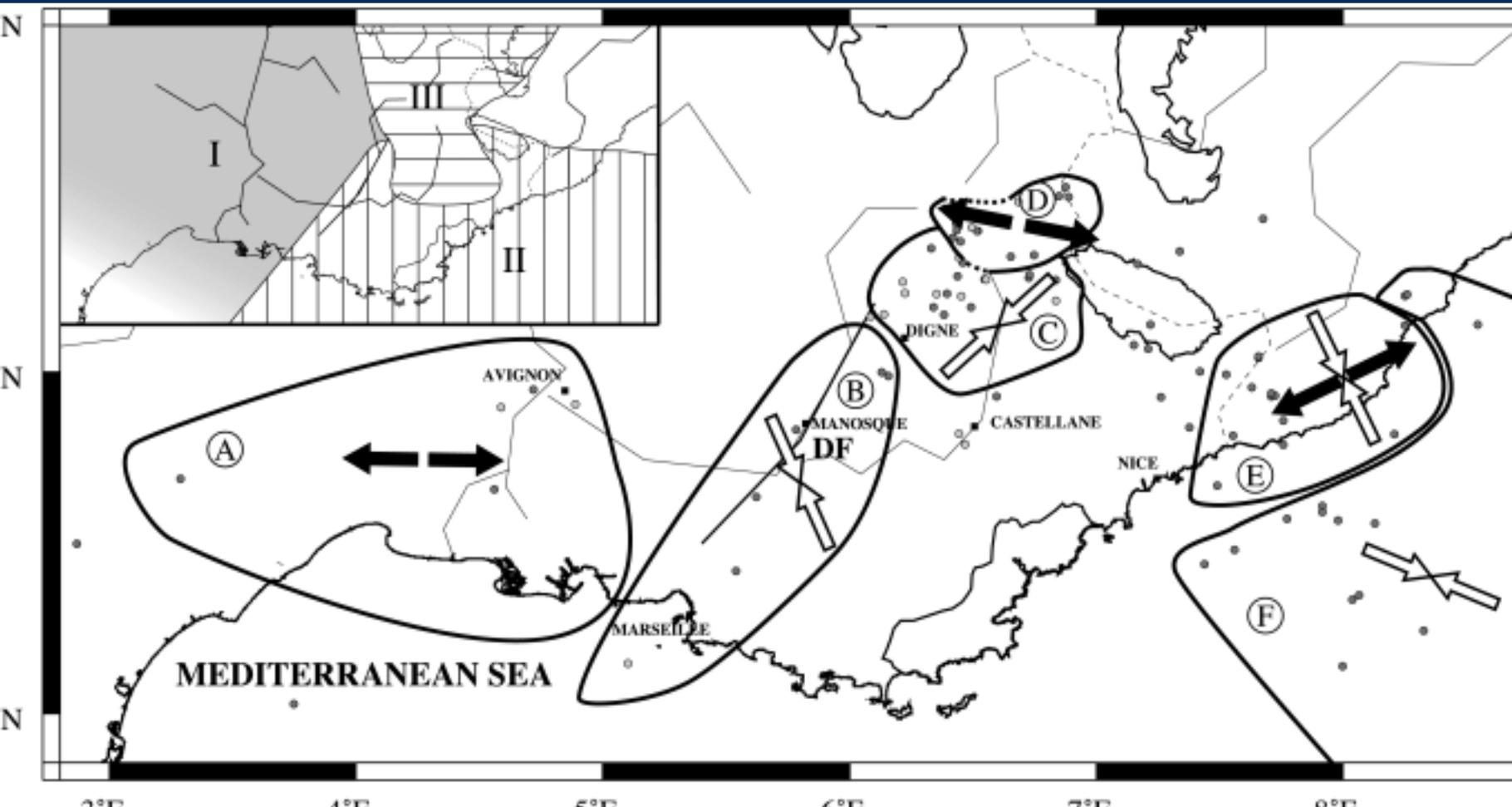
# Réalité de l'extension Est-Ouest ?

Baroux et al., 2002



# Définition de domaines de déformation ?

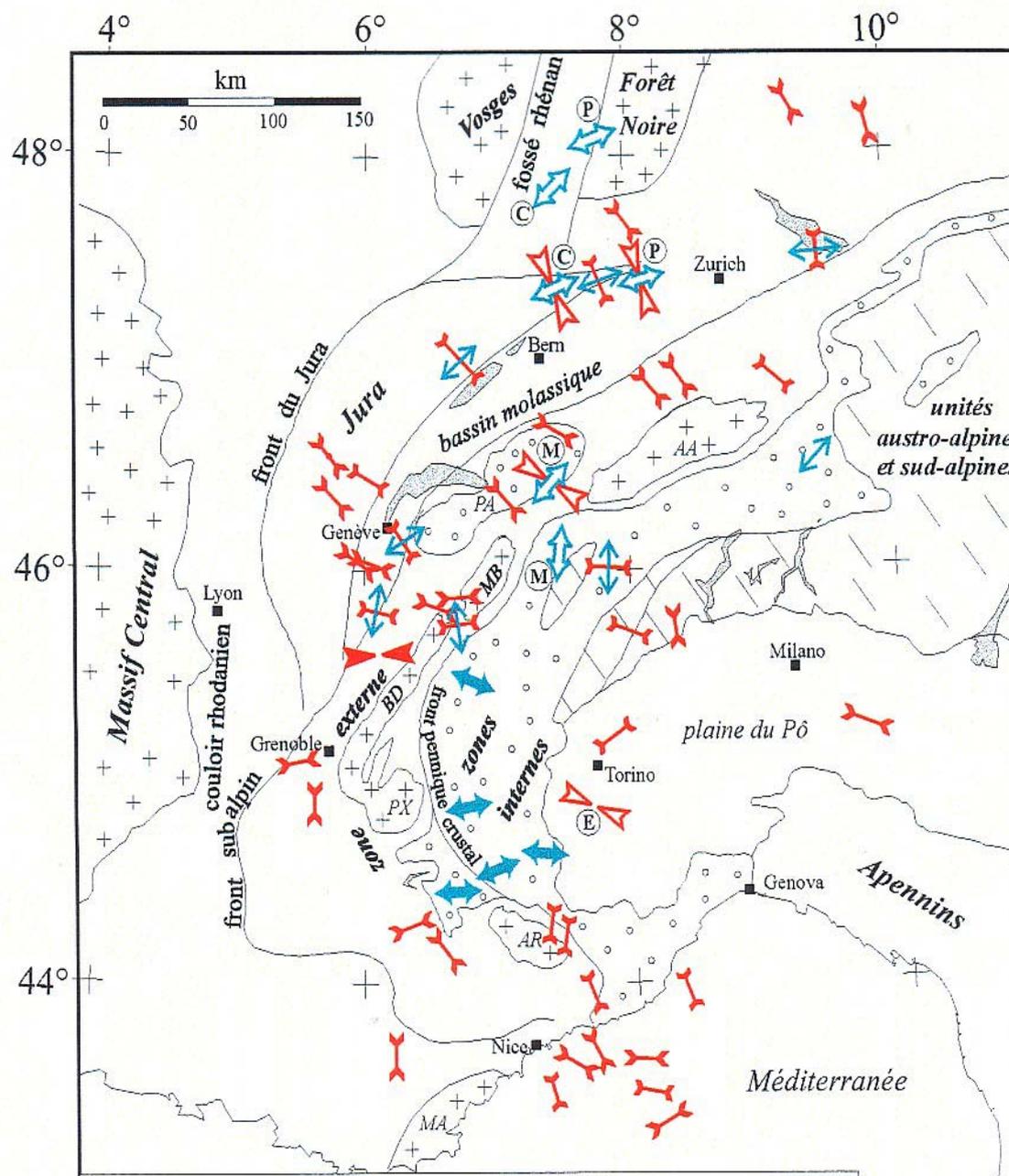
Baroux et al., 2002



comparaison des  
enseurs de déformation  
éologiques /  
éodésiques ?

axes ?  
intensité ?

Partition sismique  
sismique  
Mécanismes de  
déformation



mécanismes au foyer :  axes P  axes T  
inversions de solutions focales :  axes  $\sigma_1$   axes  $\sigma_3$

Sue, 1998