

Changement majeur du
régime de déformation tectonique des Alpes occidentales
depuis les années 80-90:
instabilité liée à un effondrement gravitaire de la chaîne?

Gilles Ménard

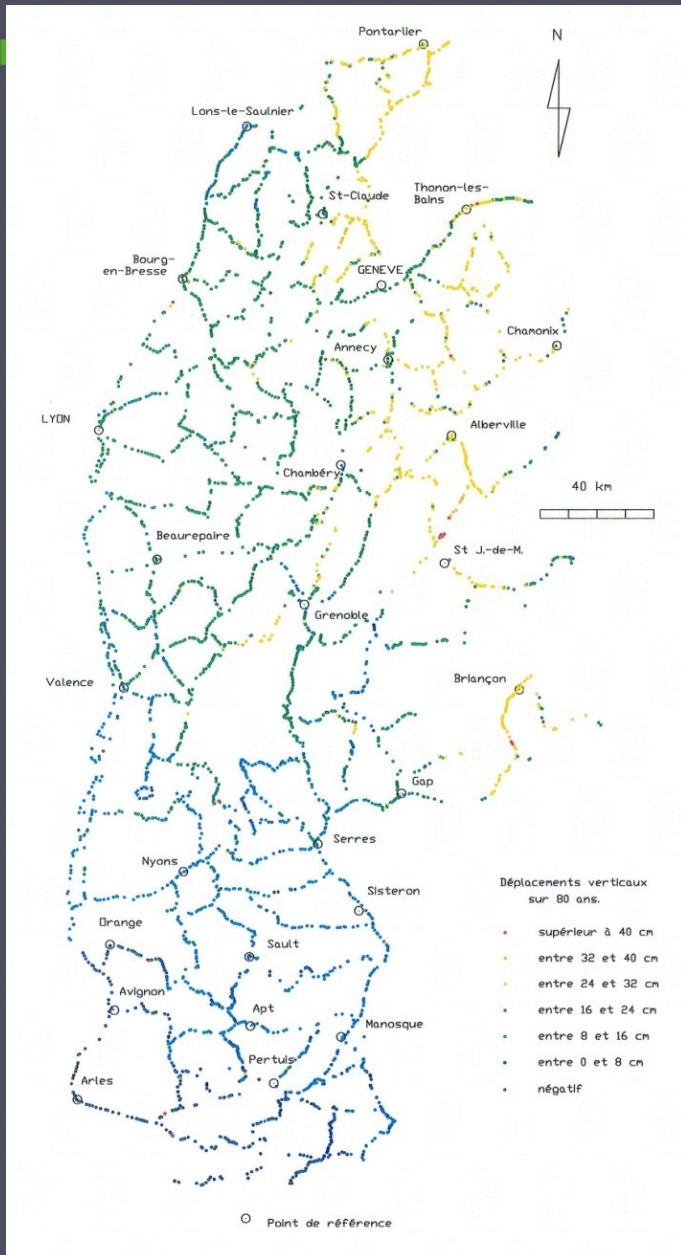
EDYTEM, Université Savoie-Mont Blanc, 73376 Le Bourget du Lac, France



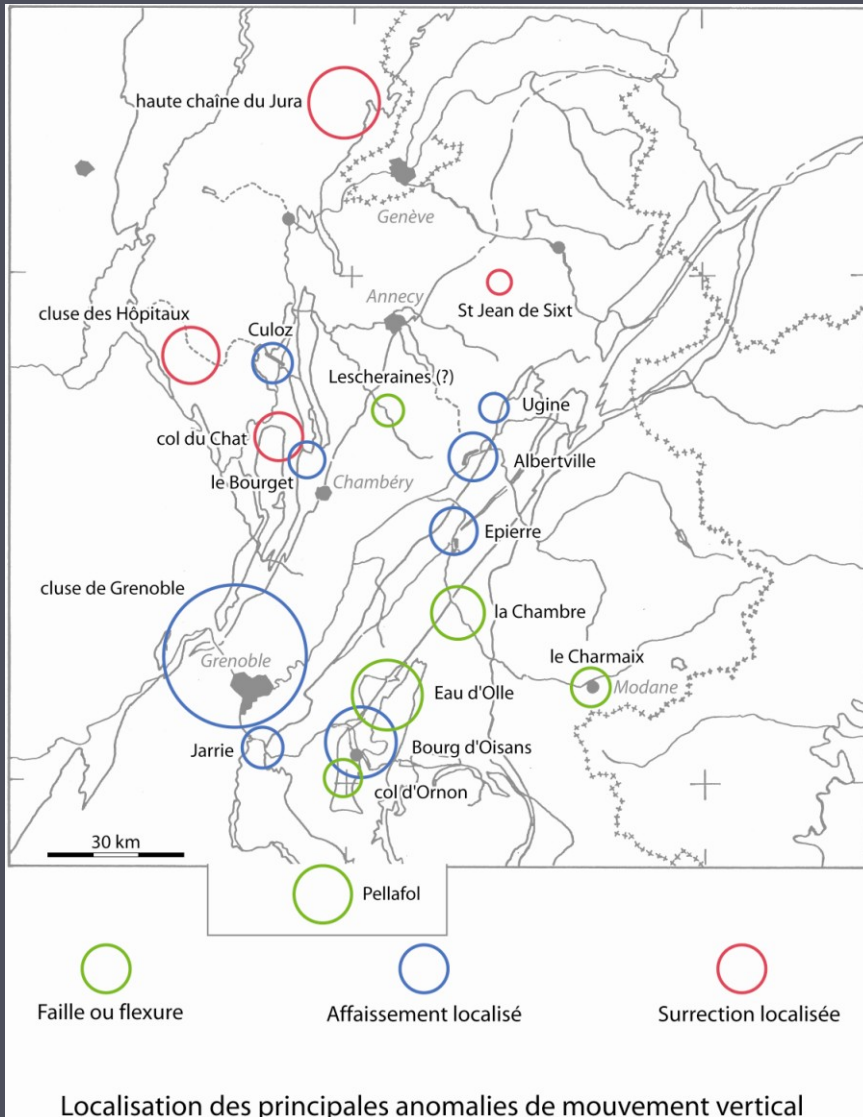
CNFGG - Brest
14-16 Novembre 2016

Montrer que dans les Alpes occidentales
les données de géodésie
ne confirment pas l'hypothèse de
linéarité des vitesses de déformation
découlant de la logique « plaquiste »

Données de nivellement



Principaux résultats



Anomalies à plus de 1mm/an

- les failles ou flexures
- les zones d'affaissement localisé
- les zones de surrection localisée

Remesure et densification éventuelle

Autres données

- la planimétrie
- les basculements régionaux

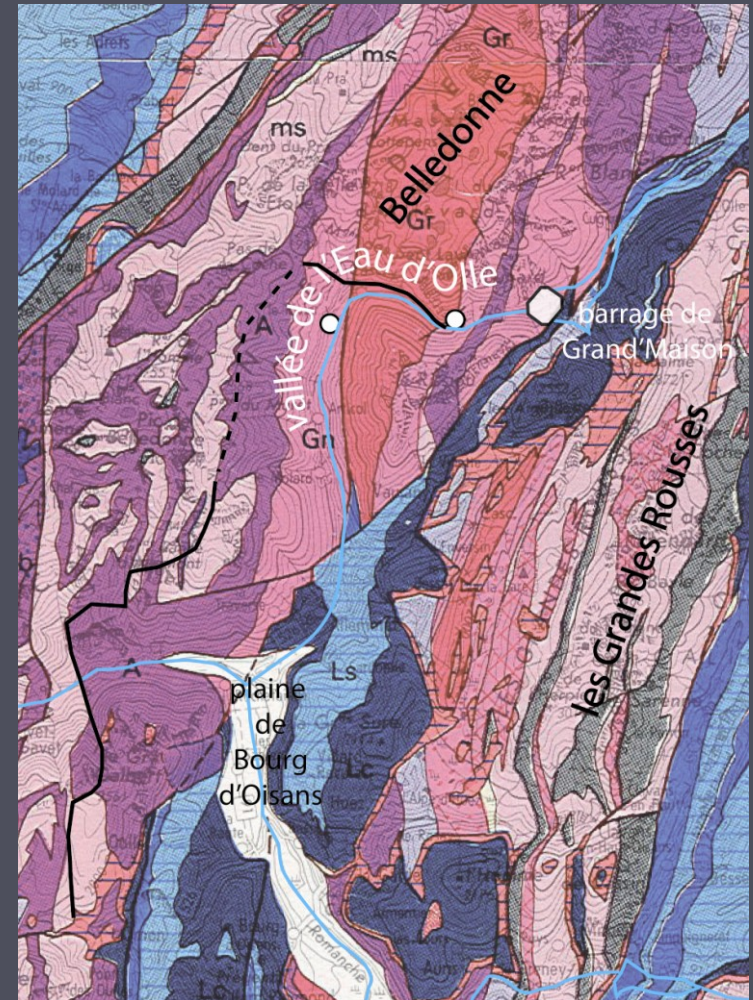
La faille de l'Eau d'Olle: contexte

Géologie-Morphologie

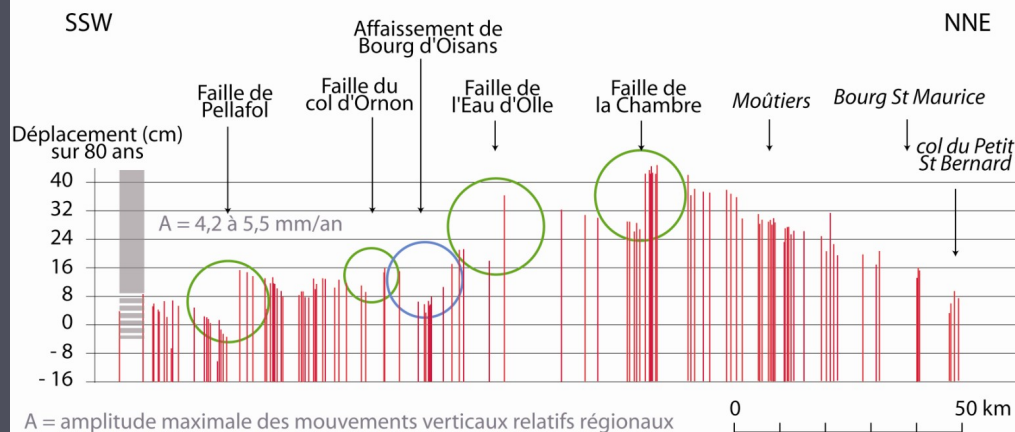
- massif cristallin de Belledonne
- anomalie: segments de vallée N110 et N-S
- faille de dimension régionale

Nivellement régional

- bombement à 4-5 mm/an
- 4 failles affaissant le compartiment sud



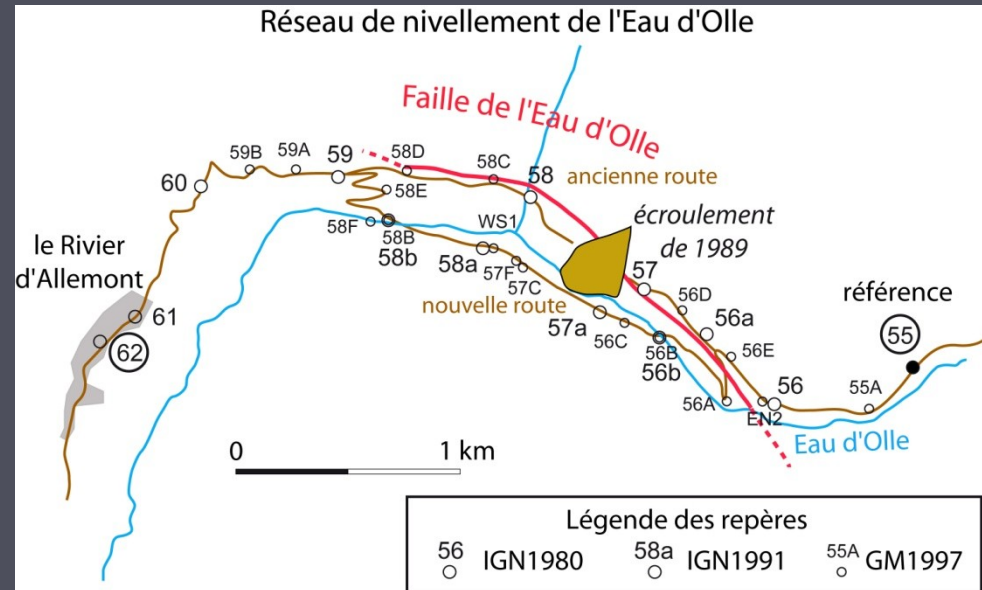
Comparaison de nivellements historiques à l'Est de Belledonne (Lallemand-IGN69)



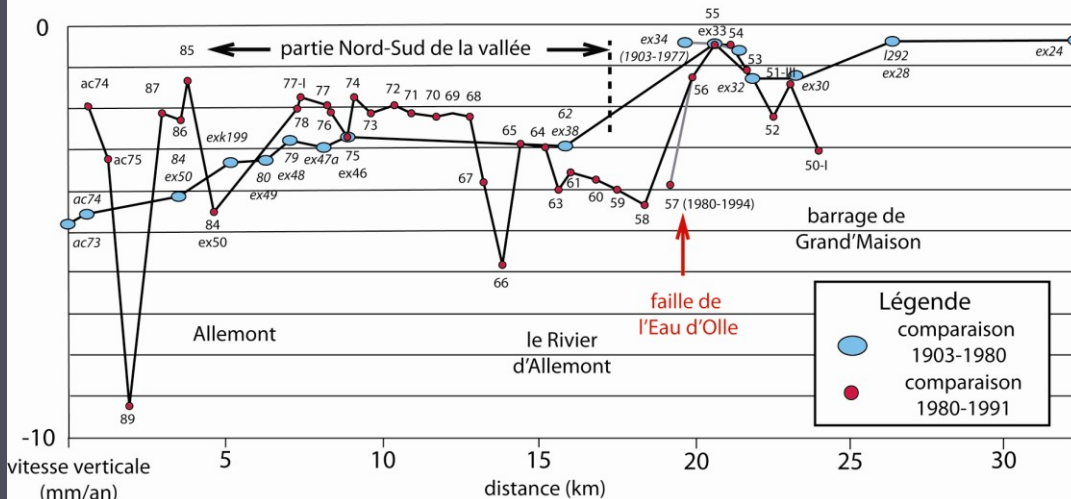
La faille de l'Eau d'Olle: données historiques

Données historiques de l'IGN
(1903/1980)

Affaissement de l'aval de la vallée à
2.5 mm/an par rapport à l'amont
(faille la plus active
détectée par le nivellement
dans les Alpes occidentales)



Comparaisons de nivellements historiques sur le profil de l'Eau d'Olle



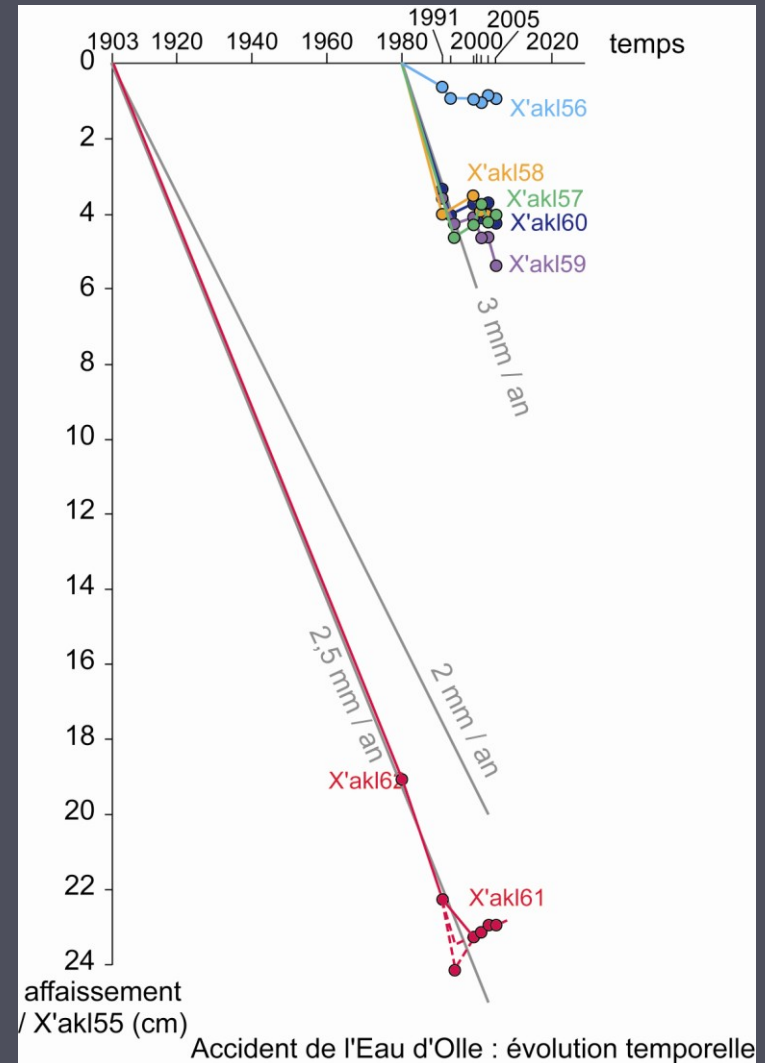
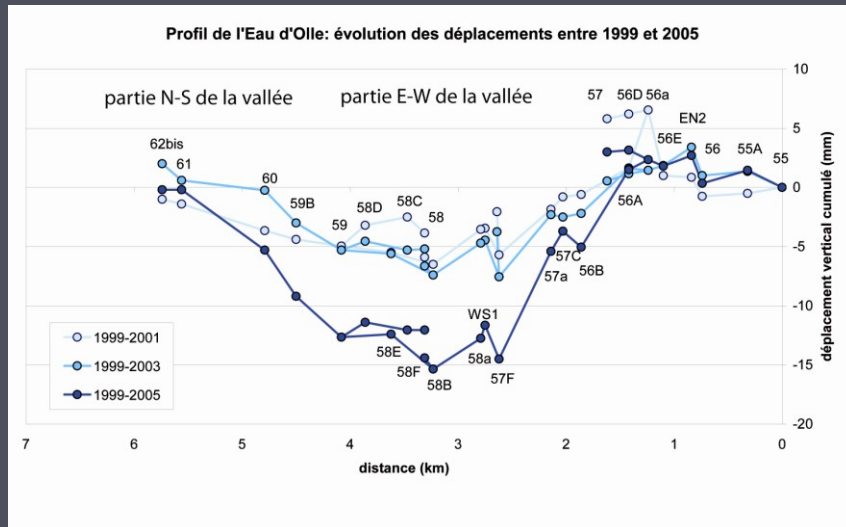
Mesure en 1991 (IGN)
affaissement à 3 mm/an
→ l'affaissement affecte les
tronçons N-S et E-W de la vallée

Ce régime est confirmé jusqu'en
1994 inclus

La faille de l'Eau d'Olle: données nouvelles

Depuis 1999 (probablement 1994)

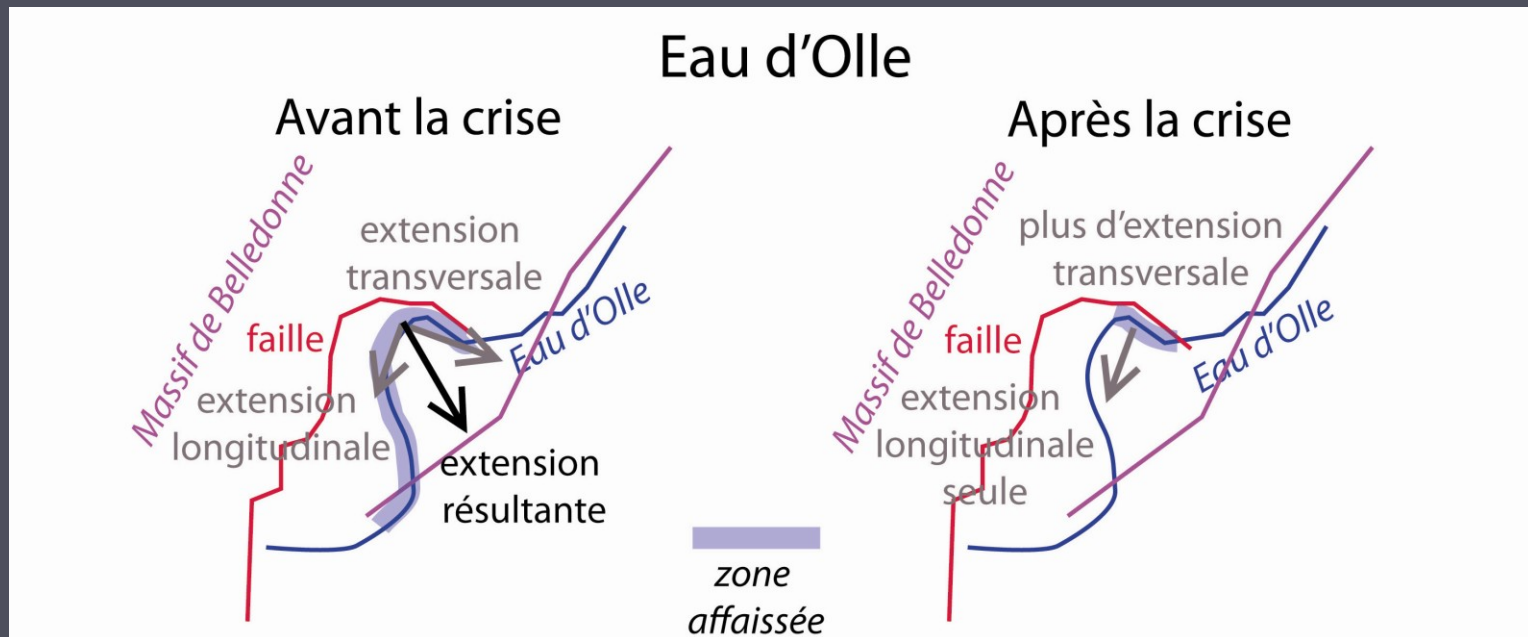
- plus d'affaissement du tronçon N-S de la vallée
- poursuite de l'affaissement du tronçon E-W de la vallée



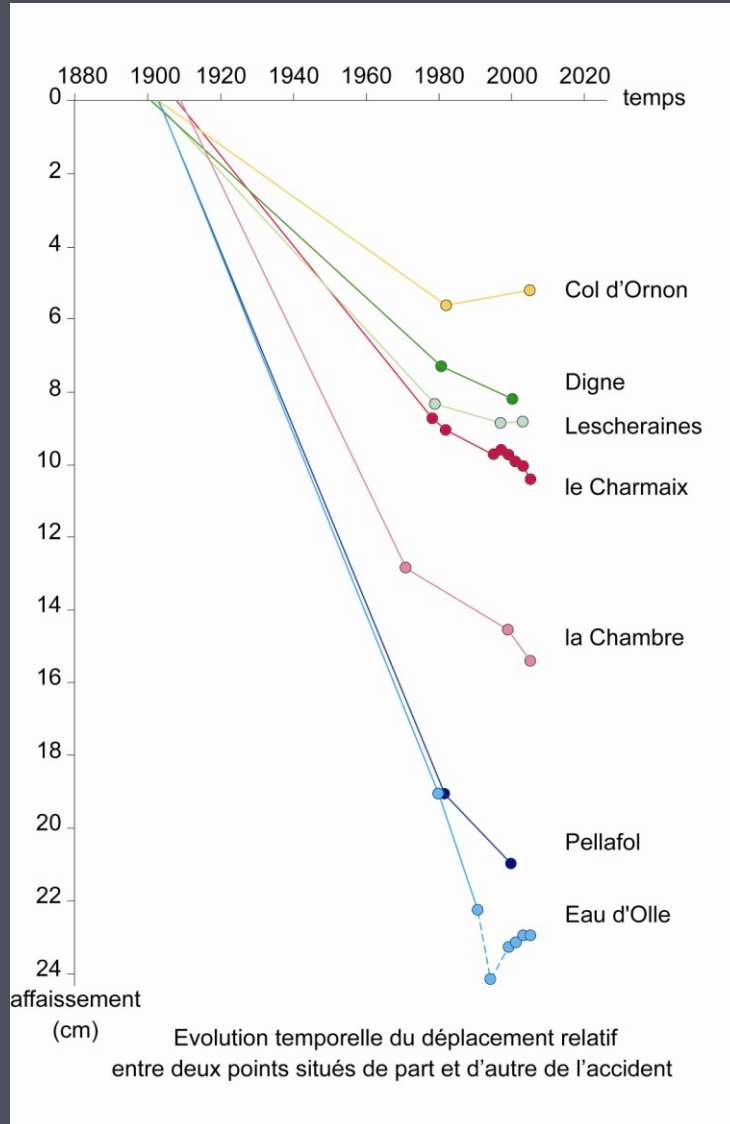
La faille de l'Eau d'Olle: interprétation

avant le changement : combinaison d'une extension longitudinale (vers le SSW) et d'une extension transversale (vers l'ESE)

après le changement: arrêt de l'extension transversale



Conclusion partielle



A l'échelle des Alpes occidentales

Arrêt ou ralentissement du déplacement sur toutes les failles entre les années 80 et 2000

Toutefois

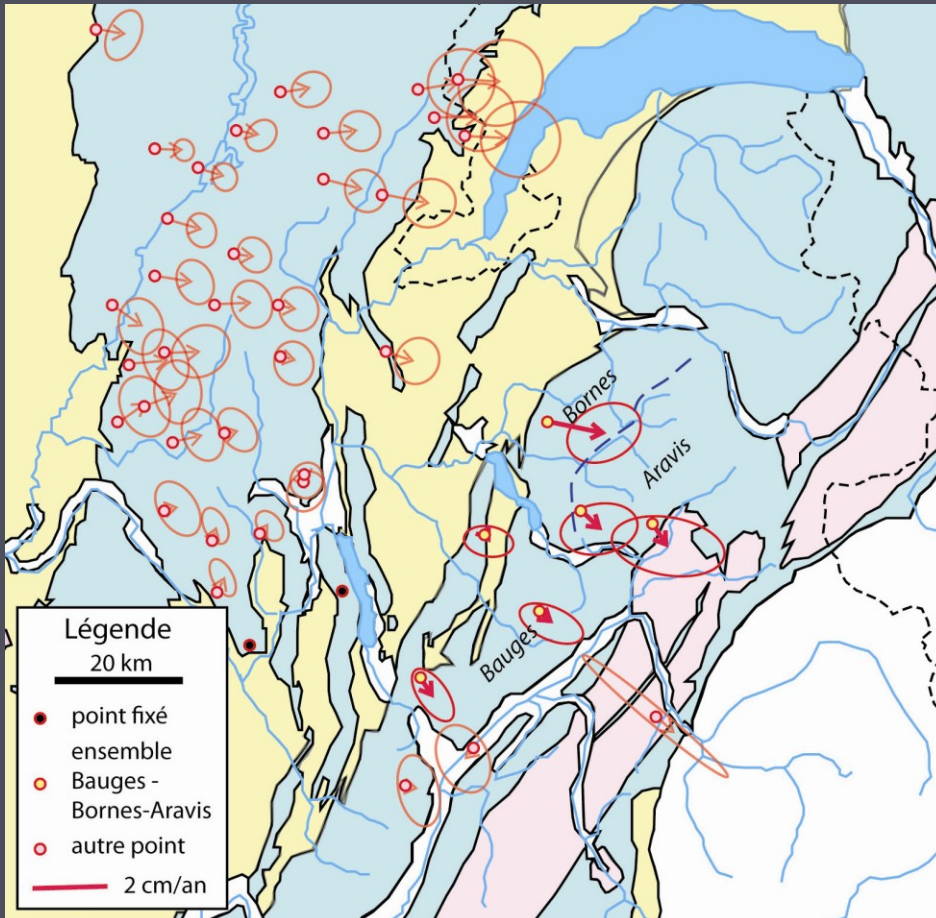
Les zones d'affaissement localisé, à signification tectonique probable, gardent des vitesses d'affaissement constantes

-> tassement différé?

2 zones de surrection localisée sur le bord interne du Jura conservent également des vitesses de surrection constantes

Données de planimétrie

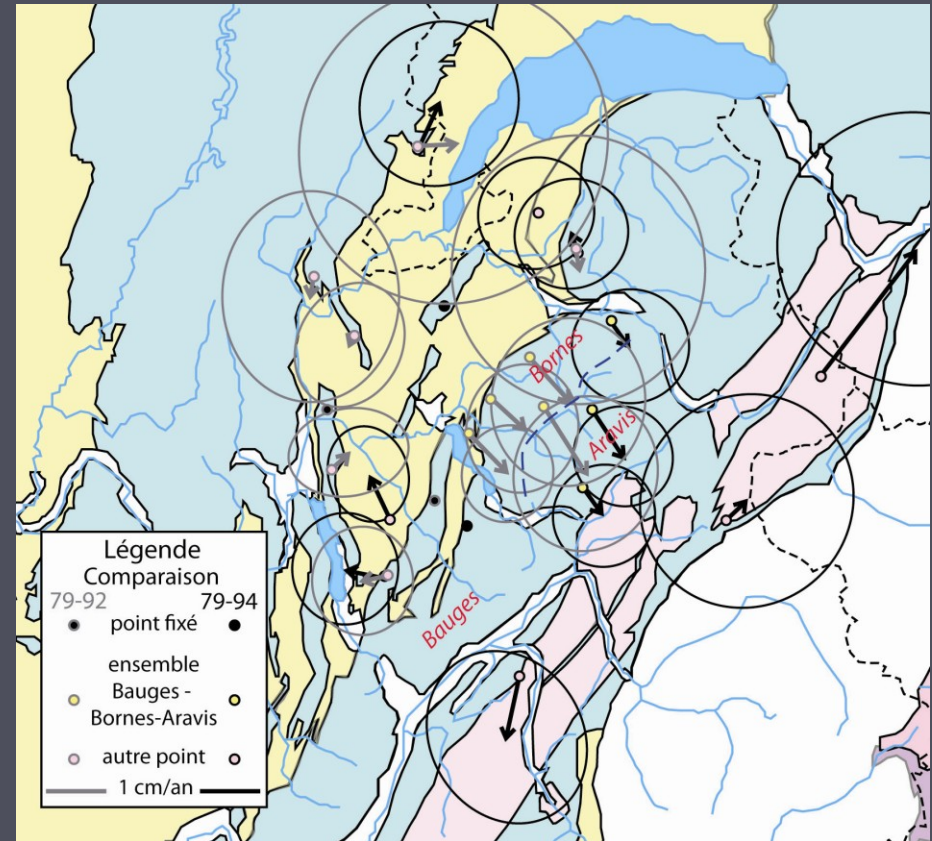
Comparaisons de données historiques acquises en traditionnel (mesures d'angles) puis de données acquises par GPS.



- Comparaison 1945/1979
- *traditionnel (Jouanne et al., 1994)*
- 1 point significatif vers l'ESE à 1,5 cm/an (Parmelan, massif des Bornes) par rapport au massif des Bauges et à l'avant-pays
- Possible rapprochement Bornes/Aravis

Données de planimétrie (2)

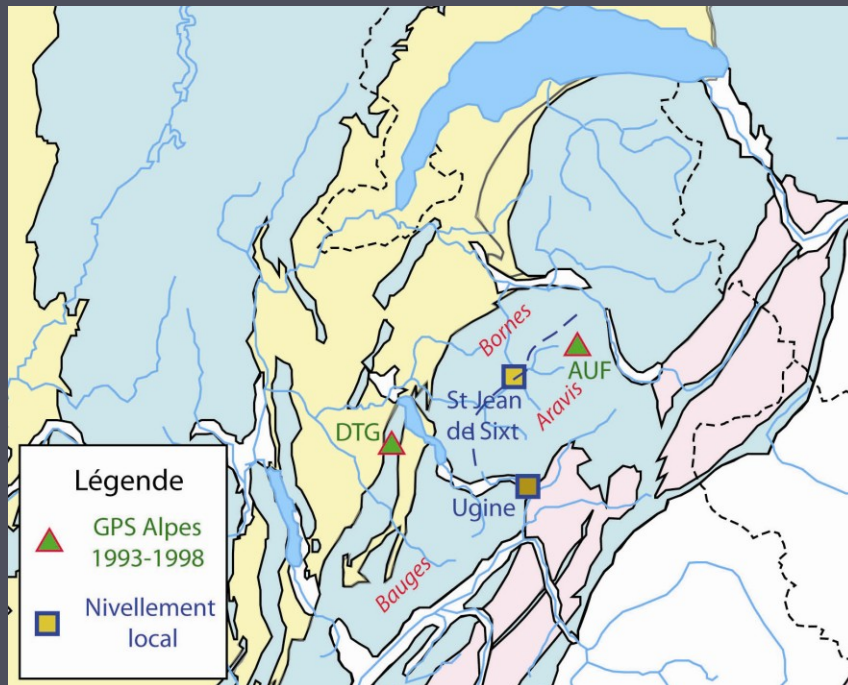
- Comparaison 1979/1992-1994
- *traditionnel/GPS (Ménard et Harmel, 1996)*
- 4 points dans les Bornes à 1 cm/an vers l'ESE
- Possible ralentissement des déplacements
- Rapprochement Bornes/Aravis confirmé



Données de planimétrie (3)

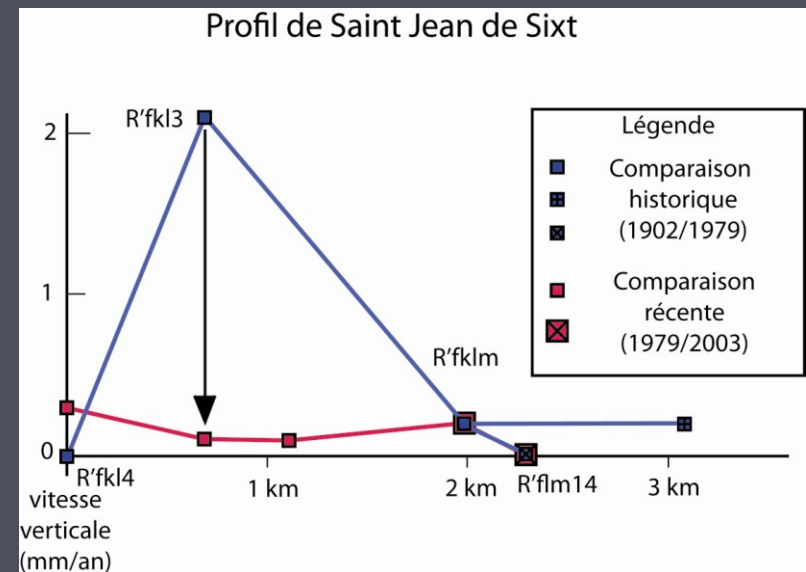
GPS Alpes (Vigny et al, 1999)
Arrêt des déplacements confirmé

Confirmation par le nivellement : profil de
St Jean de Sixt (entre Bornes et Aravis)
Butte tectonique de 50 m de haut (pas un
verrou, capture du Borne par le Nom)



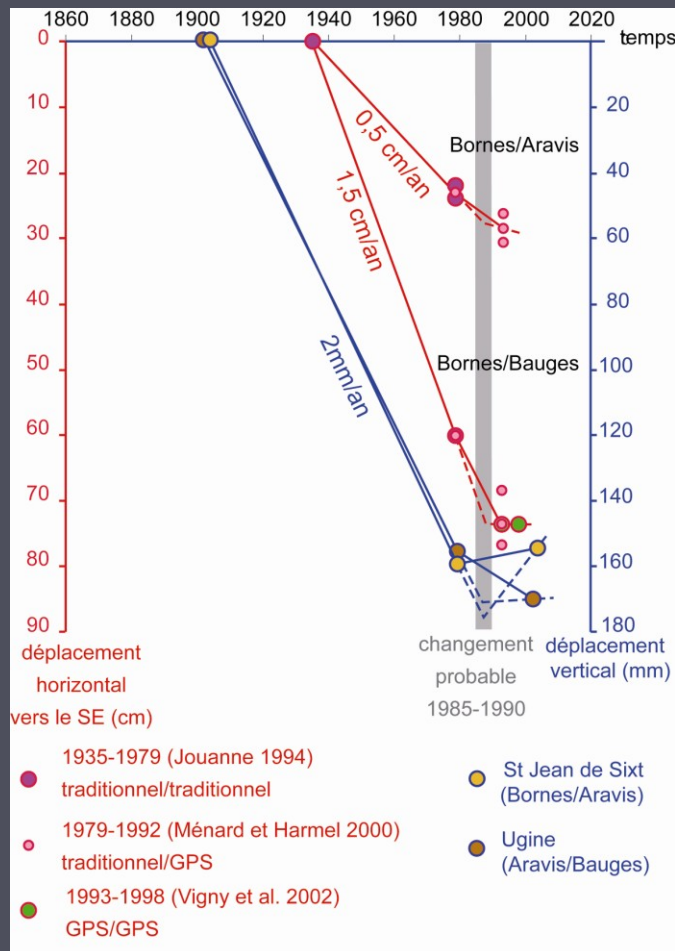
Surrection (2 mm/an) confirme le
rapprochement Bornes/Aravis

Arrêt de la surrection (2003)
confirme l'arrêt du rapprochement



Données de planimétrie (4)

Enseignements



L'ensemble des données est compatible avec un arrêt du déplacement du massif des Bornes vers l'ESE
soit progressif entre 1980 et 1990
soit plus brutal entre 1985 et 1990

Déplacements actifs depuis 8000 ans: encaissement de la vallée du Fier au NW d'Annecy (Nomade, 2000)

Signification? Rebond post-glaciaire différé?

Arrêt des déplacements

Modification de circulations de fluides en profondeur

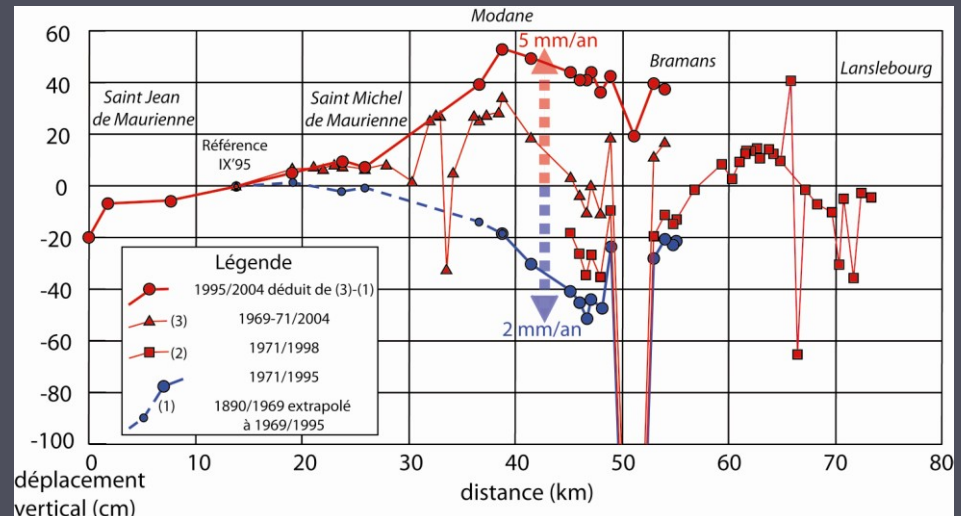
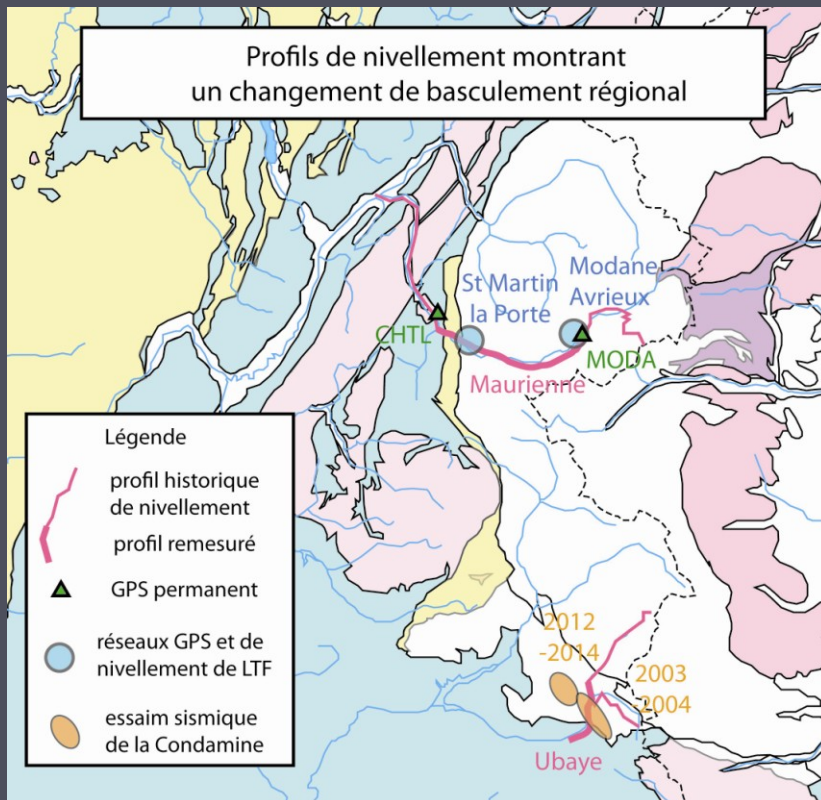
Phénomène précurseur du séisme d'Epagny (1996) via un séisme lent détecté par interférométrie radar à partir de 1993 (Champenois, 2013)?

Données de nivellements régionaux (1)

Profil de la Maurienne

Profil de la Maurienne(1860/1890/1969)
Données historiques
affaissement de l'amont à 2 mm/an

Mesures partielles en 1995 et 1998
-> changement majeur après 1995
Mesure complète en 2004
-> changement = inversion du basculement régional : affaissement de l'aval à 5 mm/an



Données de nivellements régionaux (2)

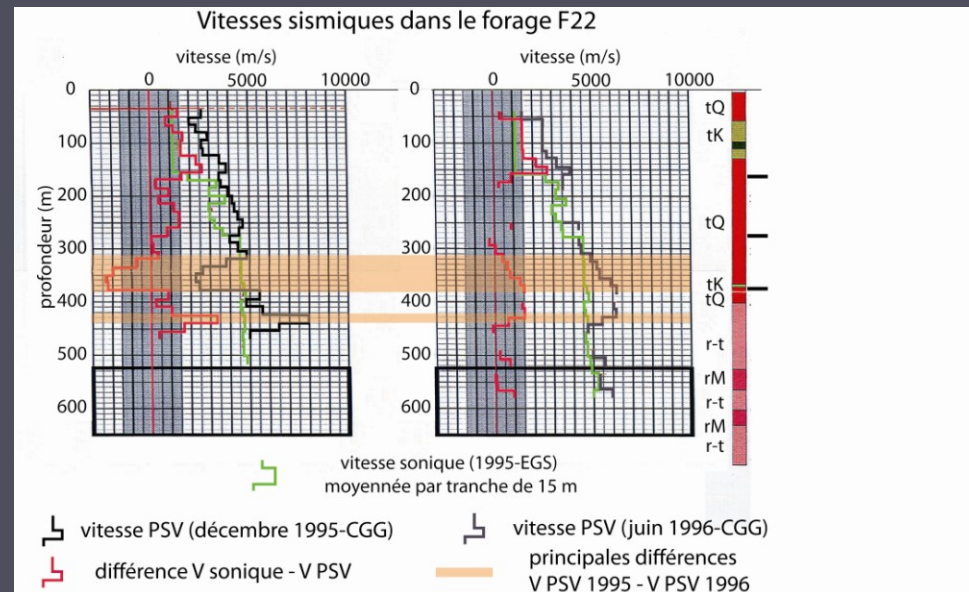
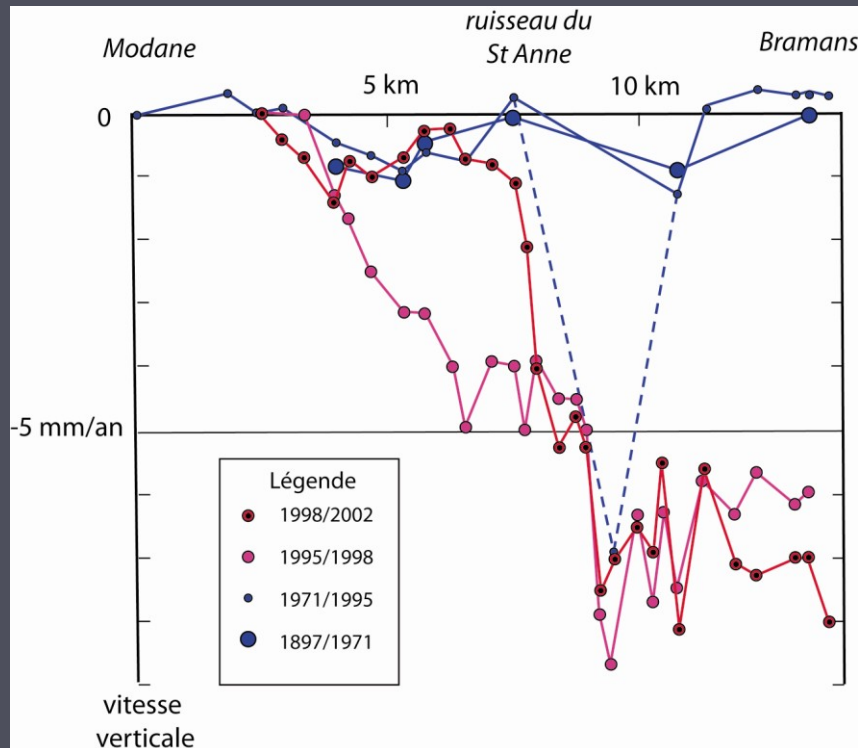
Contraintes sur l'âge du changement en Maurienne

Changement entre 1995 et 1998

Affaissement à 7-8 mm/an depuis 1995

Modification des vitesses PSV dans le F22 (modification de l'état de contrainte)

→ Changement entre 12/1995 et 06/1996

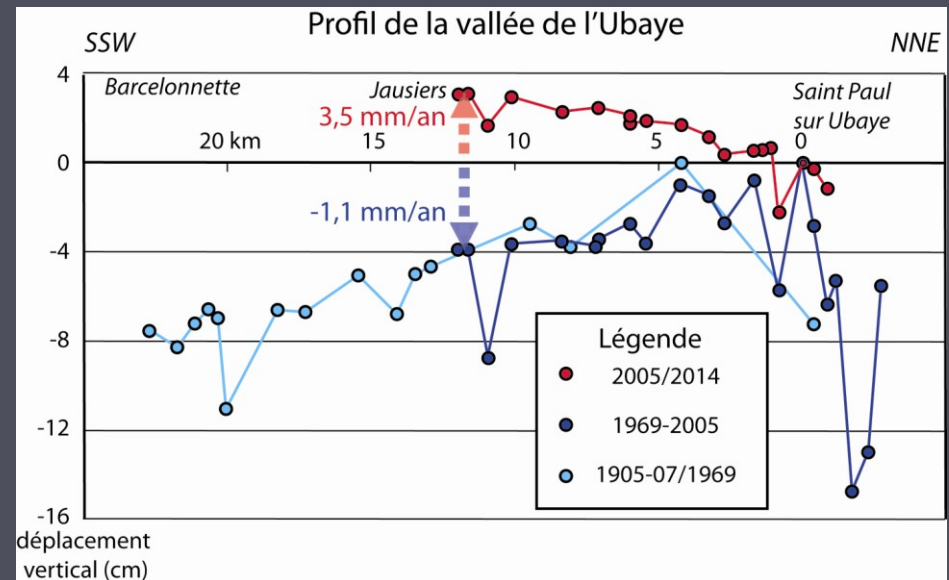
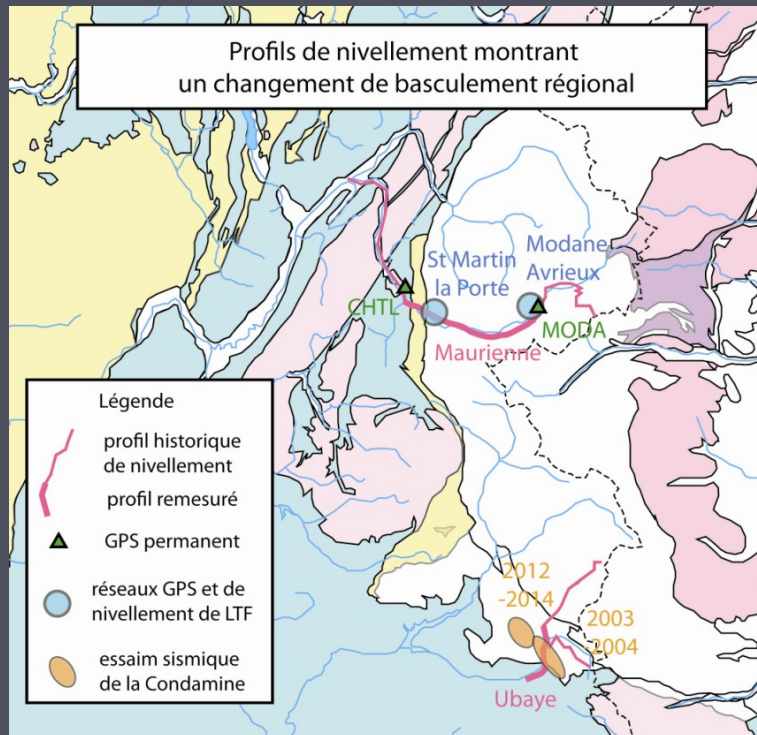


Données de nivellements régionaux (3)

Profil de l'Ubaye

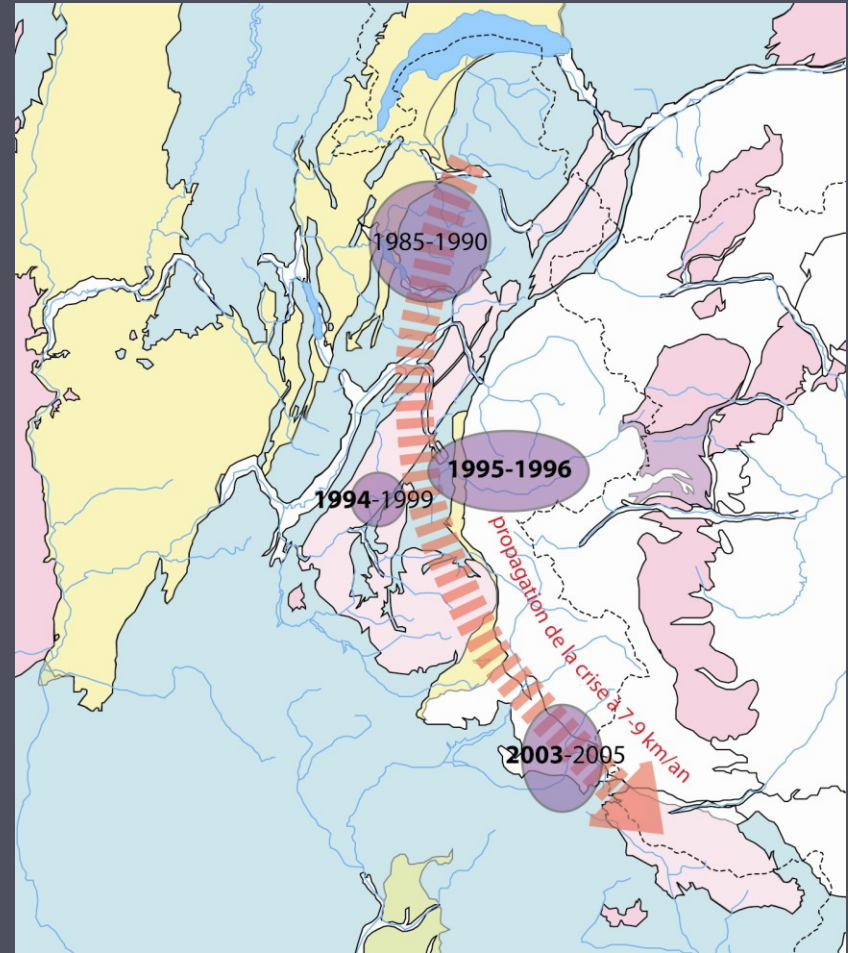
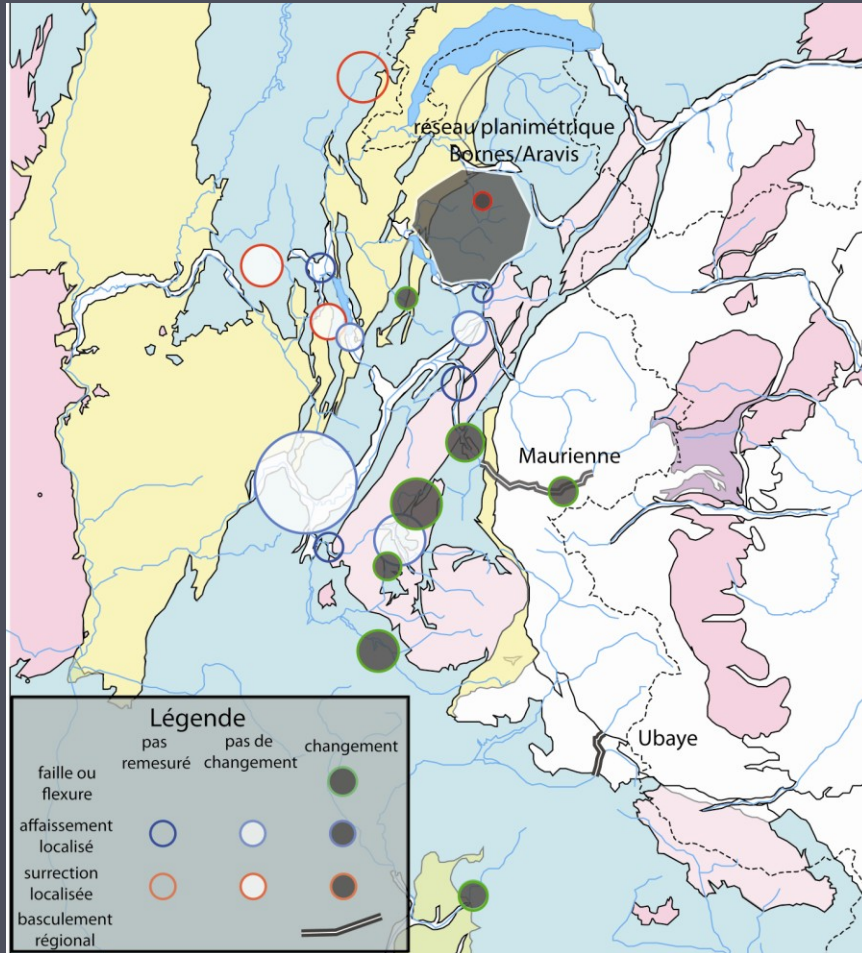
Profil de l'Ubaye (1905/1907-1969)
Données historiques
entre Jausiers et St Paul:
affaissement de l'aval à plus d'1 mm/an
Mesure en 2005
confirme les données historiques

Mesure en 2014 (Ferhat & Ménard)
→ changement
inversion du basculement régional:
affaissement de l'amont à 3-4 mm/an
Début probable du changement: 2003
début de la crise sismique atypique de
l'Ubaye (Jenatton et al., 2007)



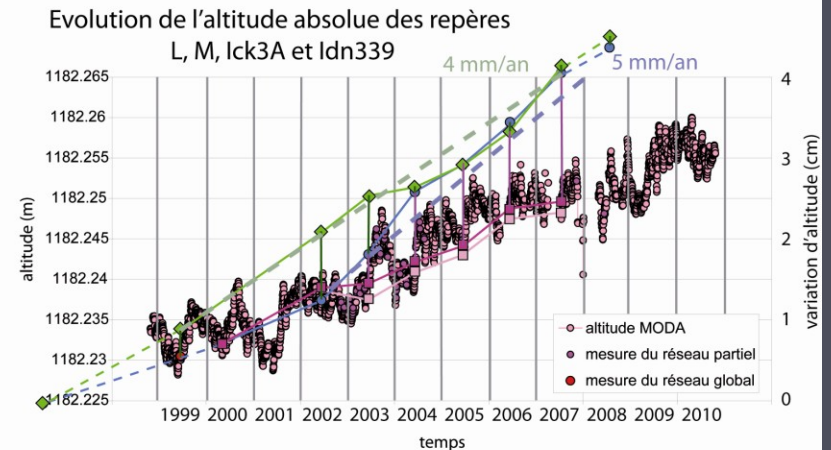
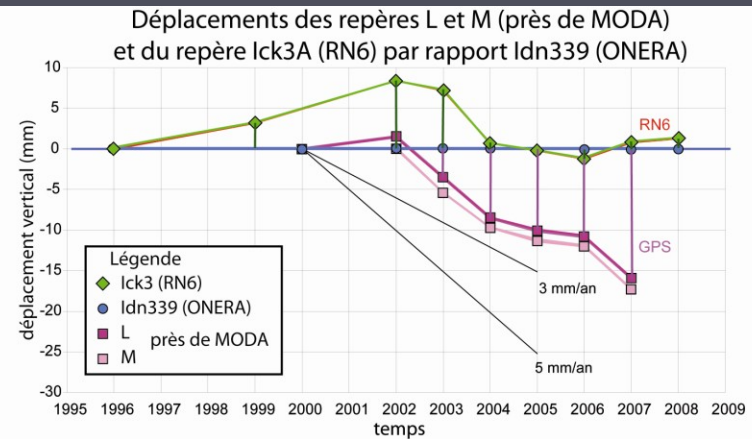
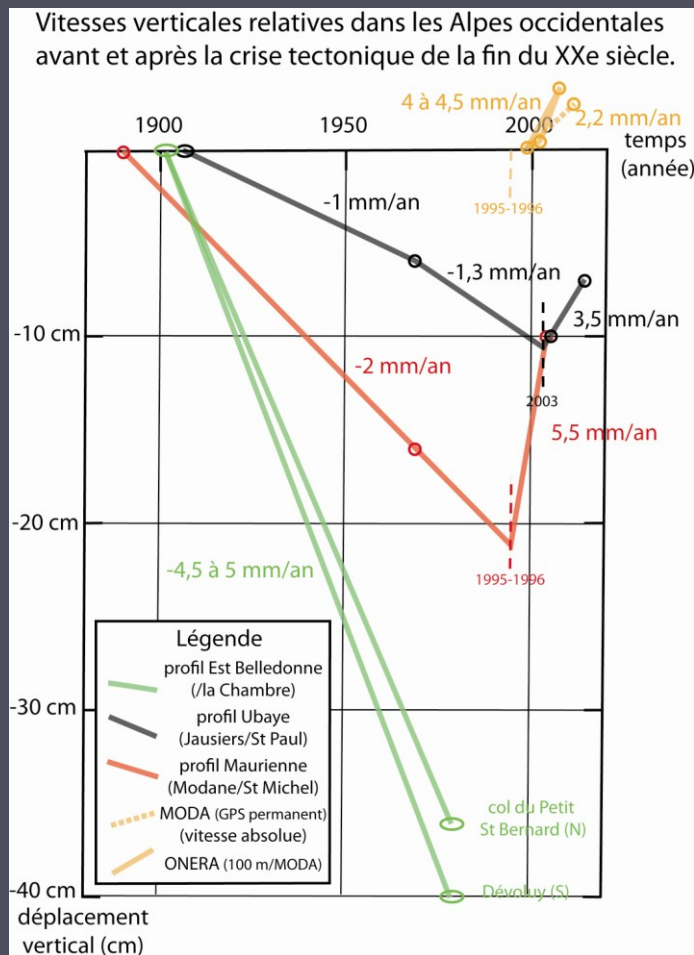
Synthèse et éléments d'interprétation

Premier résultat : migration N-S du changement de cinématique



Synthèse et éléments d'interprétation (2)

Second résultat : surrection proche de **5 mm/an** après le changement (vitesses relatives et absolues)

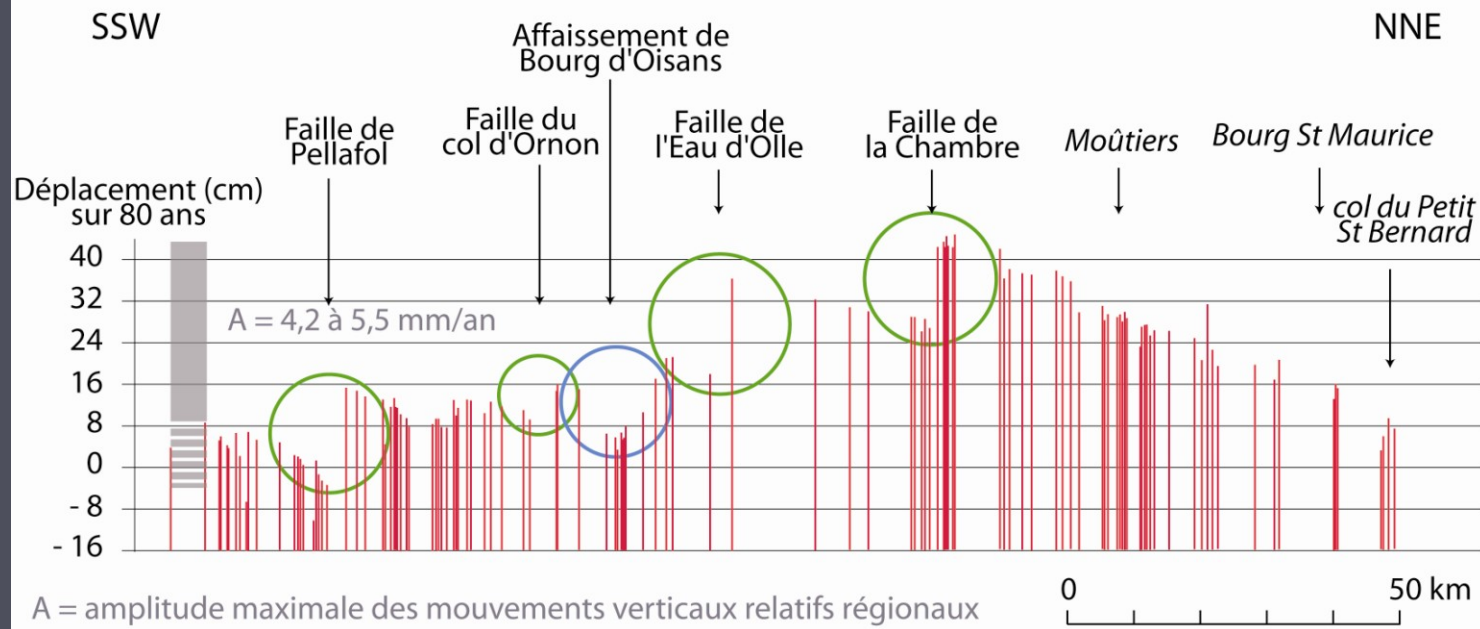


Synthèse et éléments d'interprétation (3)

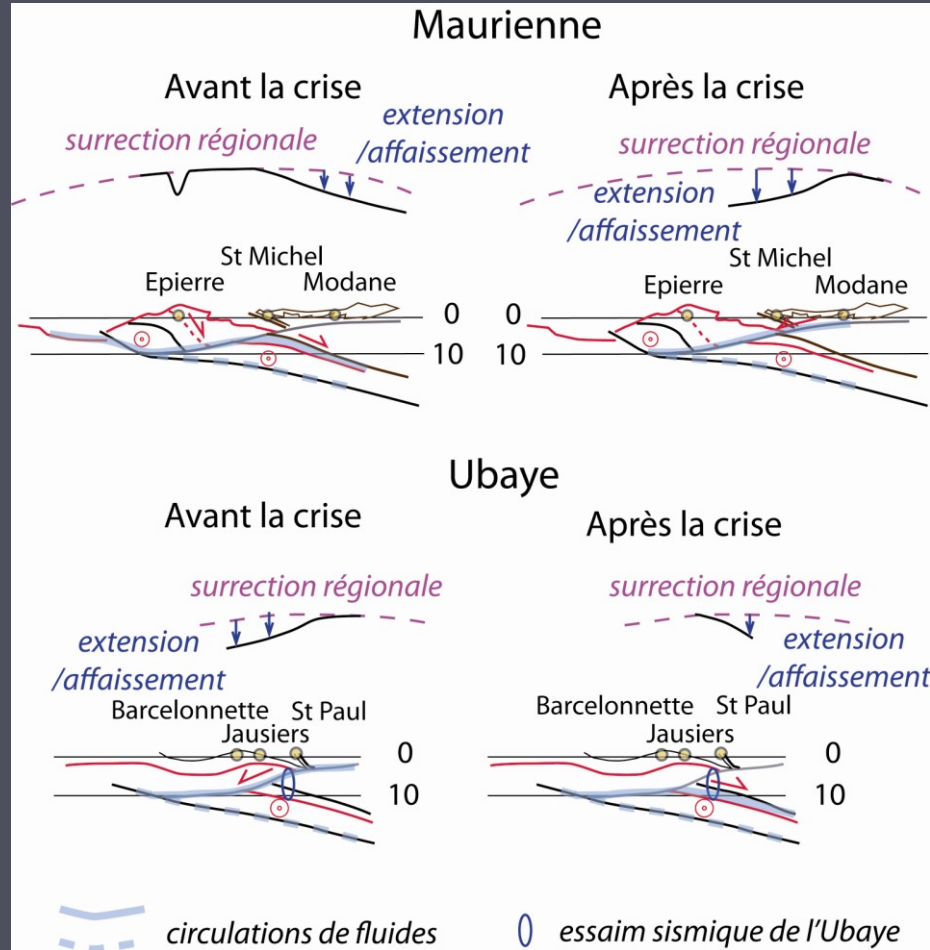
...vitesse de surrection proche de 5 mm/an
probablement aussi avant le changement,

mais pas au même endroit

Comparaison de nivellements historiques à l'Est de Belledonne (Lallemand-IGN69)



Synthèse et éléments d'interprétation (4)



La déformation est caractérisée par des instabilités à différentes échelles de temps et d'espace

se traduisant par plusieurs « môles » régionaux « stables » (quelques dizaines de km) autour desquels la matière s'écoule» (massif de la Lauzière, massif du Mont Blanc?...).

Rôle probable de détachements (inversion d'anciens chevauchements) contrôlés par des circulations de fluides

Conclusions



Dans les Alpes occidentales les données de géodésie ne confirment pas l'hypothèse de linéarité des vitesses de déformation découlant de la logique « plaquiste »

Logique d'effondrement gravitaire traduisant le désépaississement crustal

accentuée et entretenue par une surrection de grande longueur d'onde d'origine mantellique (>5 mm/an) probablement stable sur de longues durées (délestage glaciaire + érosion de second ordre)

Donc: ce qu'on mesure est la résultante de cette surrection (+) et de l'effondrement (-).

Problème de la représentativité des points GPS permanents

Problème de l'absence de mouvements horizontaux (depuis la crise).



Merci de votre attention!