

RELIEF ET STRUCTURES

Structure tabulaire



Buttes-témoins et mesas



Structure monoclinale

cuestas



Réseau anaclinal, orthoclinal et cataclinal



Relief dans les chaînes plissées



Monts et vals

Relief conforme



Combes, crêtes et monts dérivés



Vercors

Synclinaux perchés

Relief inversé

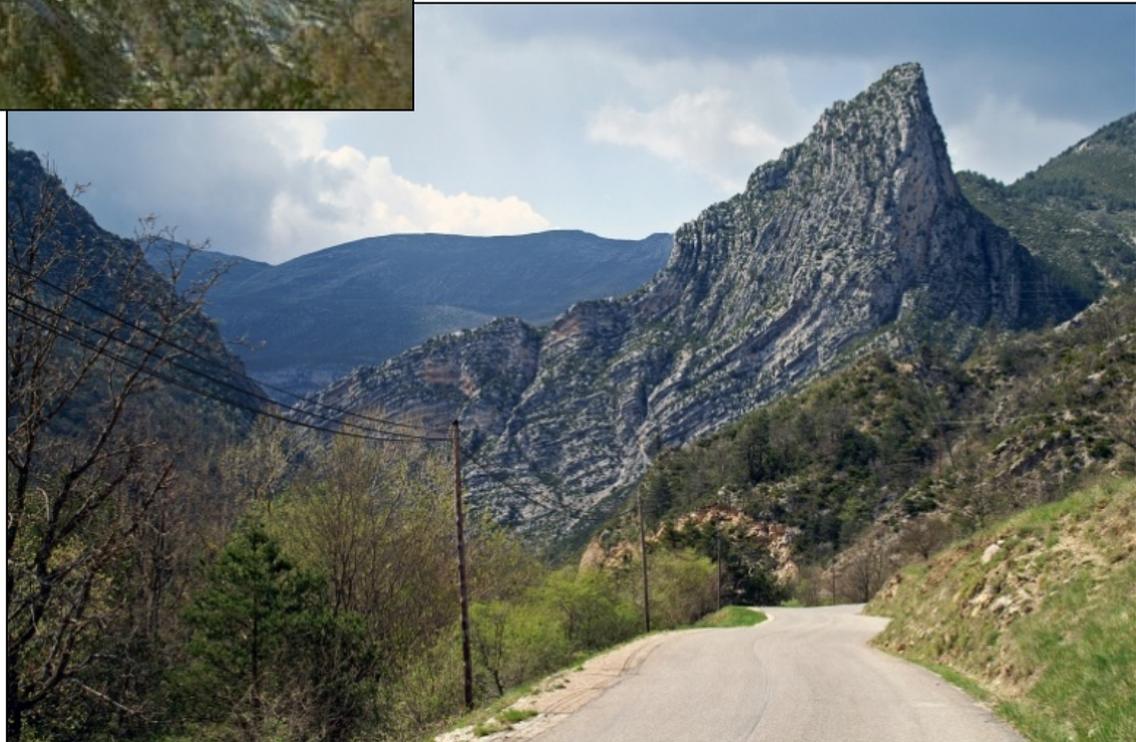


cliché M.GIDON



www.horizon-rando.eu

Drôme



Alpes Maritimes

ANNEXE : Un autre type de relief inversé = le paysage volcanique



Le lac du Salagou, Hérault

Cluses



Alpes de
Haute Provence

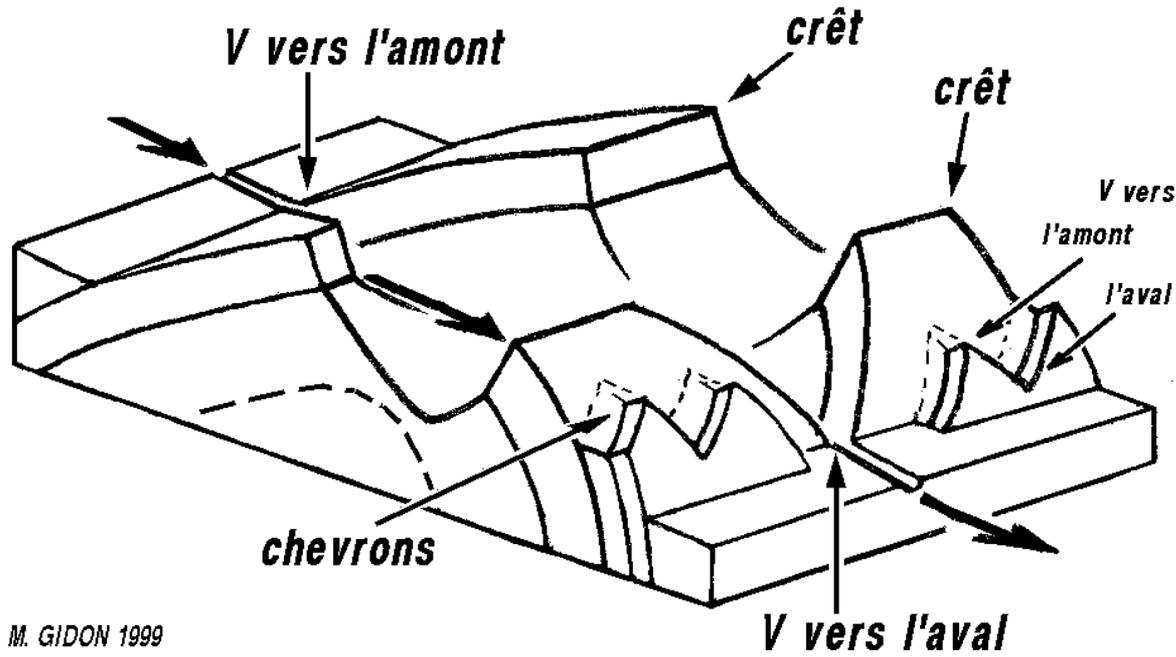


E



W





Chevrons

M. GIDON 1999

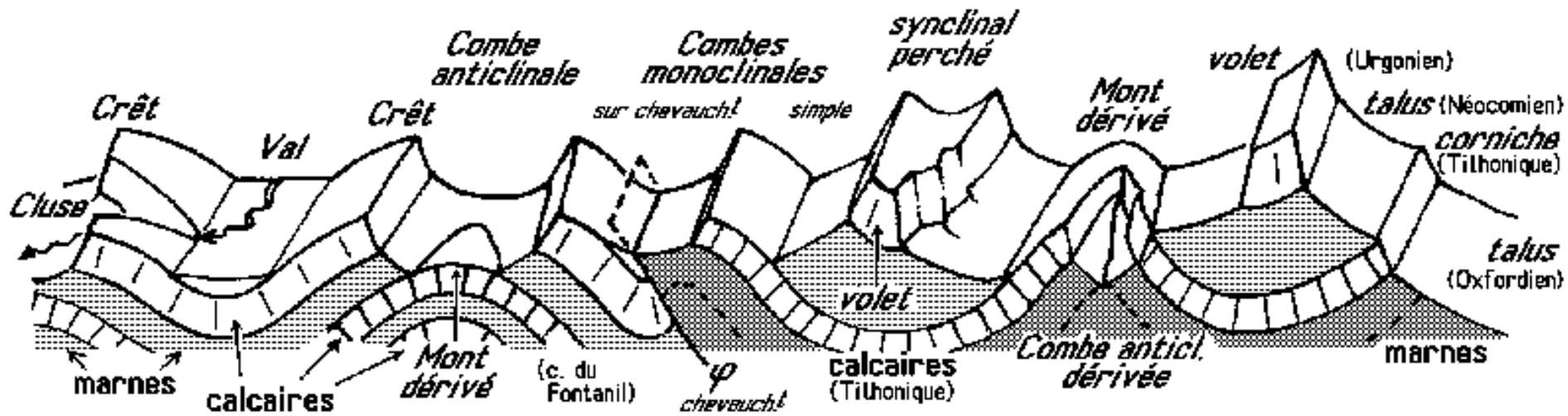


cliché M.GIDON



Versant Est du Lac de Garde, Italie

Le relief jurassien

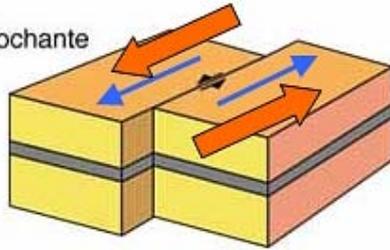


TECTONIQUE ACTIVE ET RELIEF

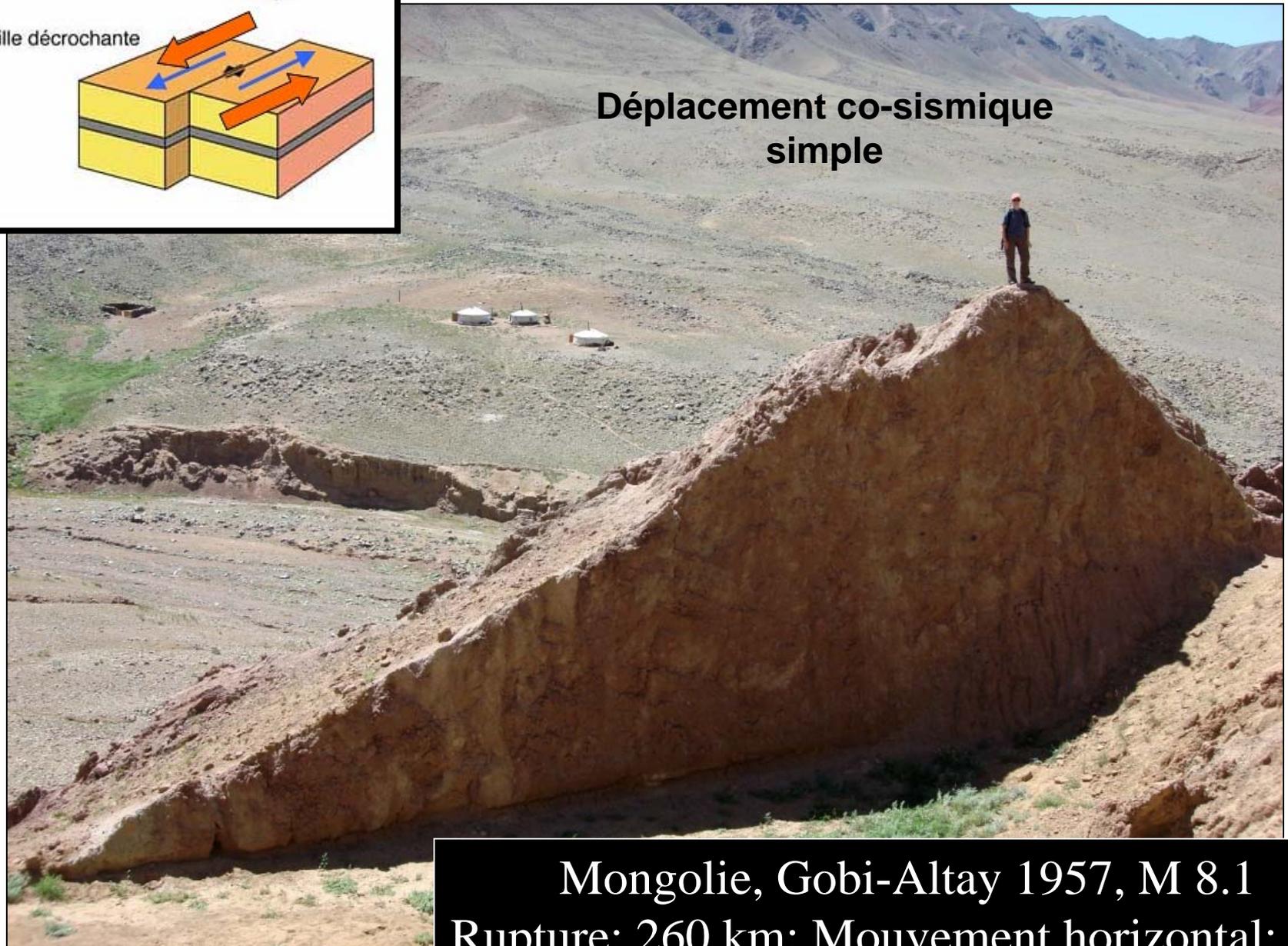


CONTEXTE DECROCHANT

Faille décrochante

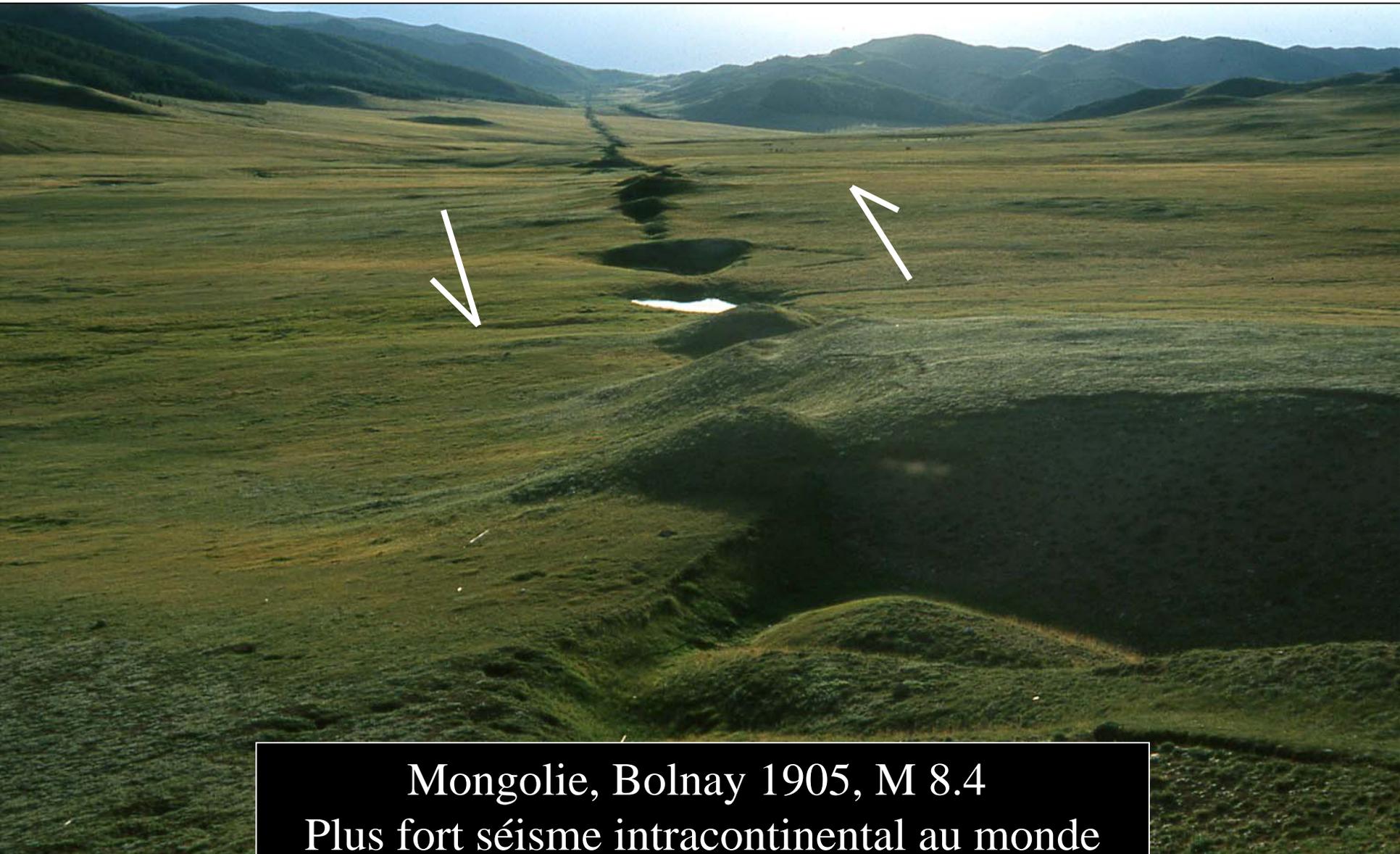


Déplacement co-sismique simple



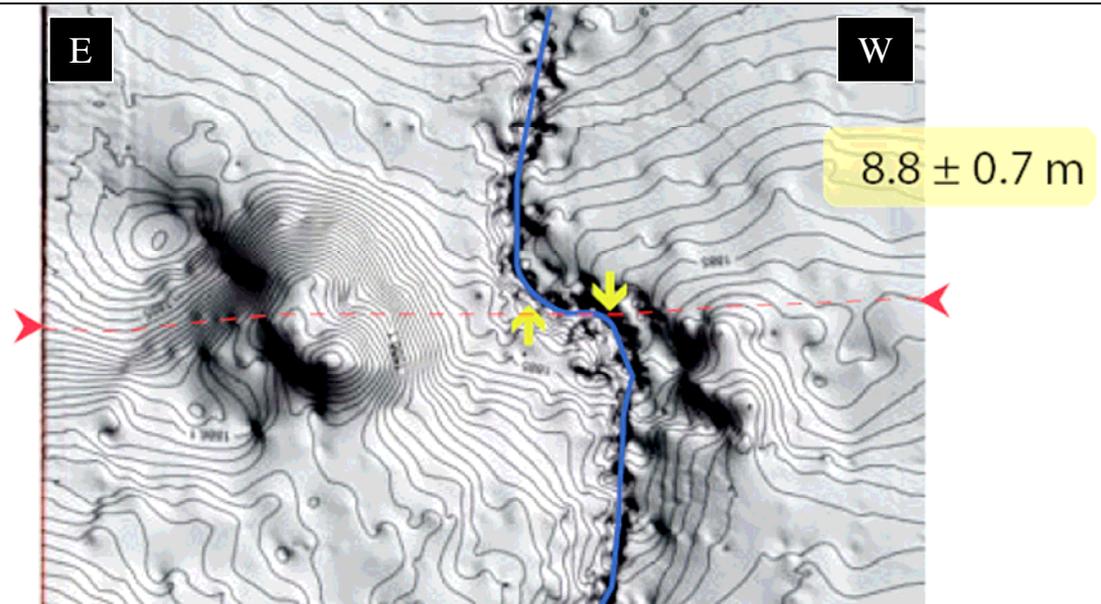
Mongolie, Gobi-Altay 1957, M 8.1
Rupture: 260 km; Mouvement horizontal: 5 m

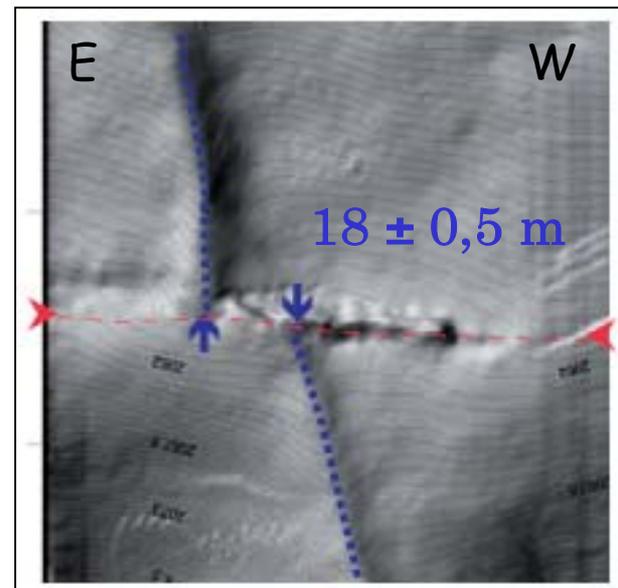
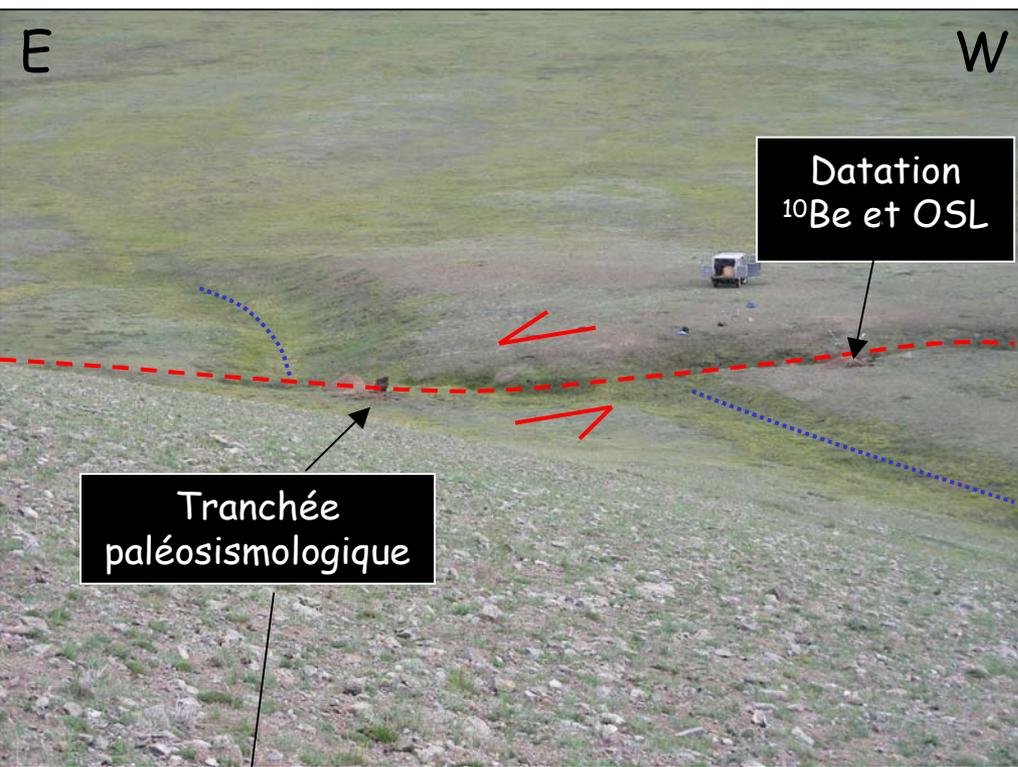
Déplacement co-sismique simple et cumulé



Mongolie, Bolnay 1905, M 8.4
Plus fort séisme intracontinental au monde
Rupture: 400 km; Mouvement horizontal: 9 m

Détermination du déplacement co-sismique de 1905 par analyse du décalage des rivières





Déplacement cumulé: 2 séismes

Mesure du décalage de l'incision affectant le cône alluvial ($18 \pm 0,5 \text{ m}$) divisée par l'âge d'exposition du cône ($5,2 \pm 0,3 \text{ ka}$):

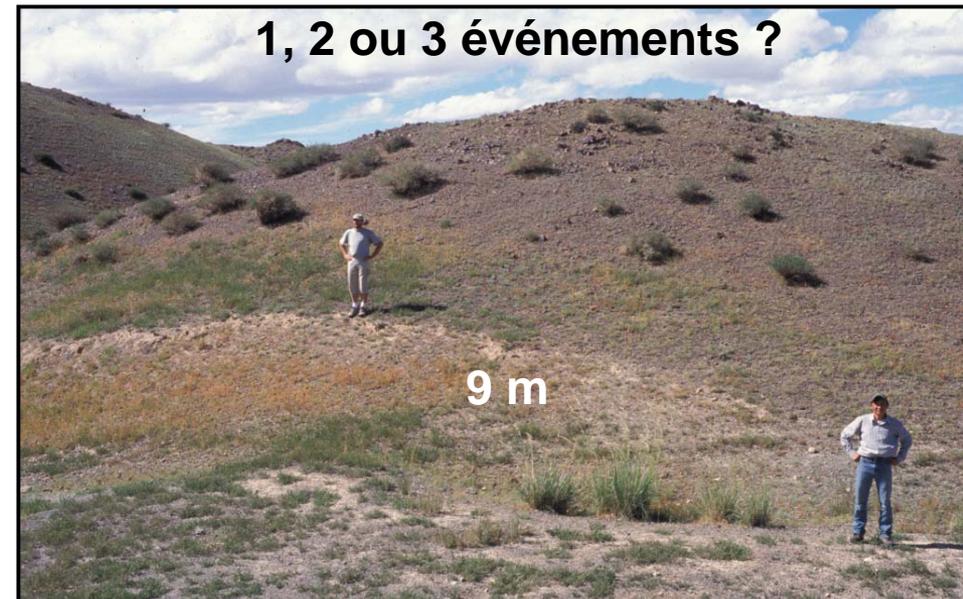
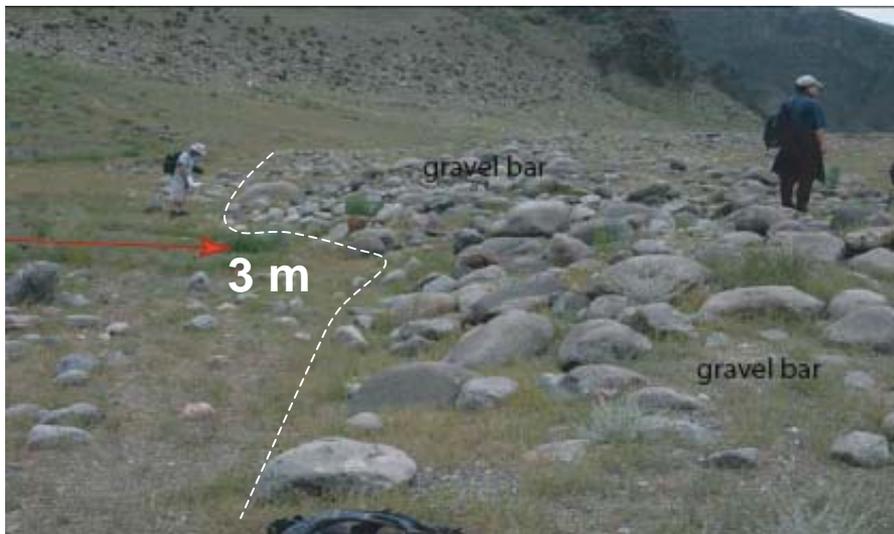
Vitesse holocène de la faille: $3,5 \pm 0,3 \text{ mm/an}$



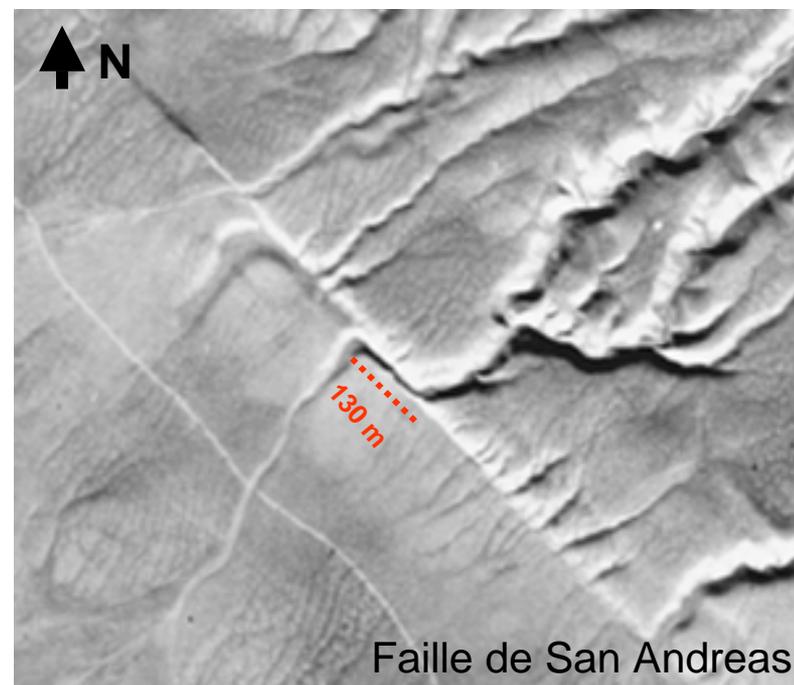
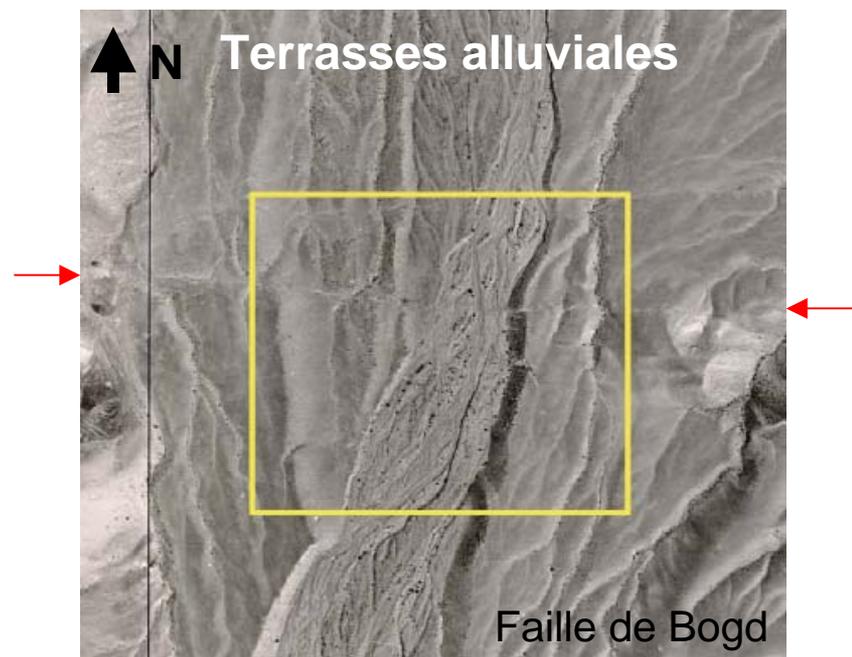
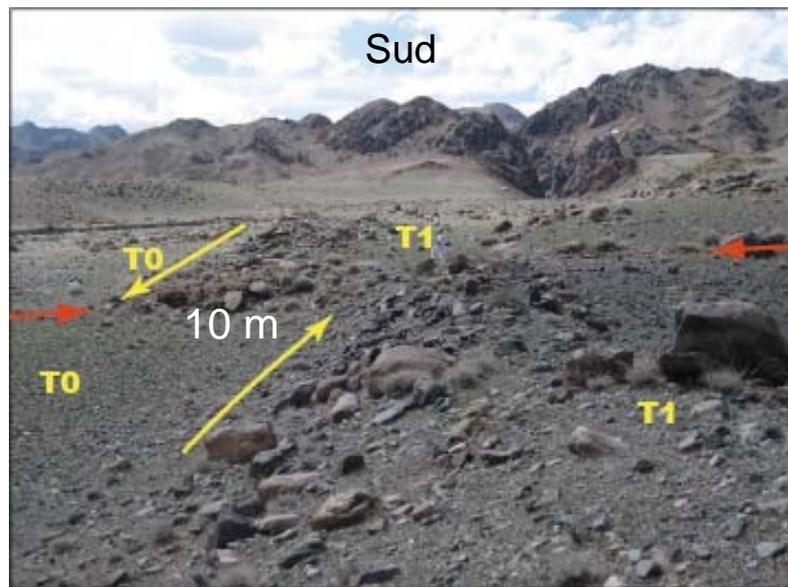
Analyse des ruptures et datation d'horizons sismo-sédimentaires dans des tranchées paléosismologiques:
Récurrence des séismes: 2000-3000 ans

**Décalage horizontal
de rides, barres,
talwegs, rivières...**

Faille de Bogd, Mongolie



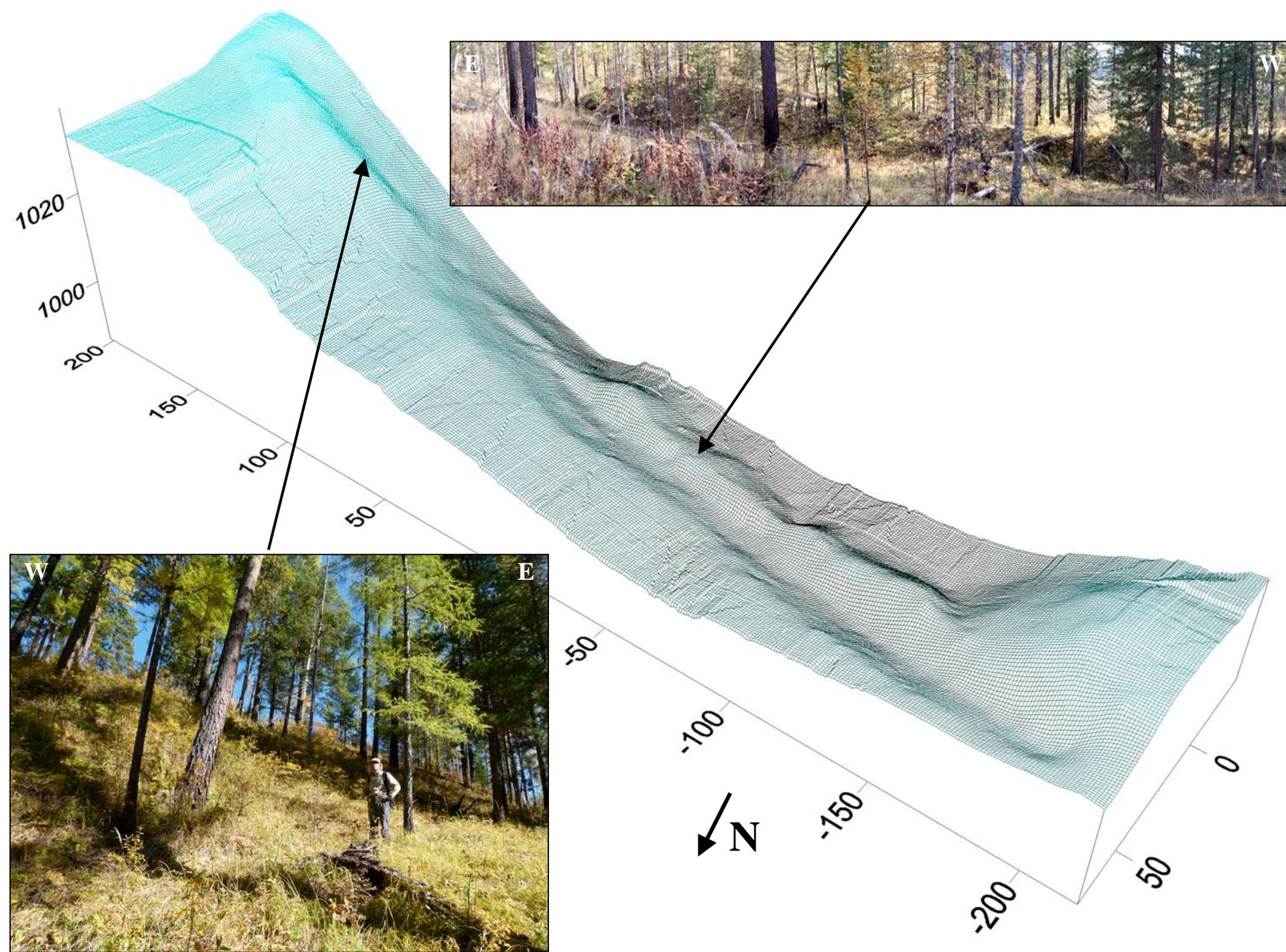
Déplacement cumulé (plusieurs séismes)



Contre-escarpements sur un versant : mouvement vertical apparent







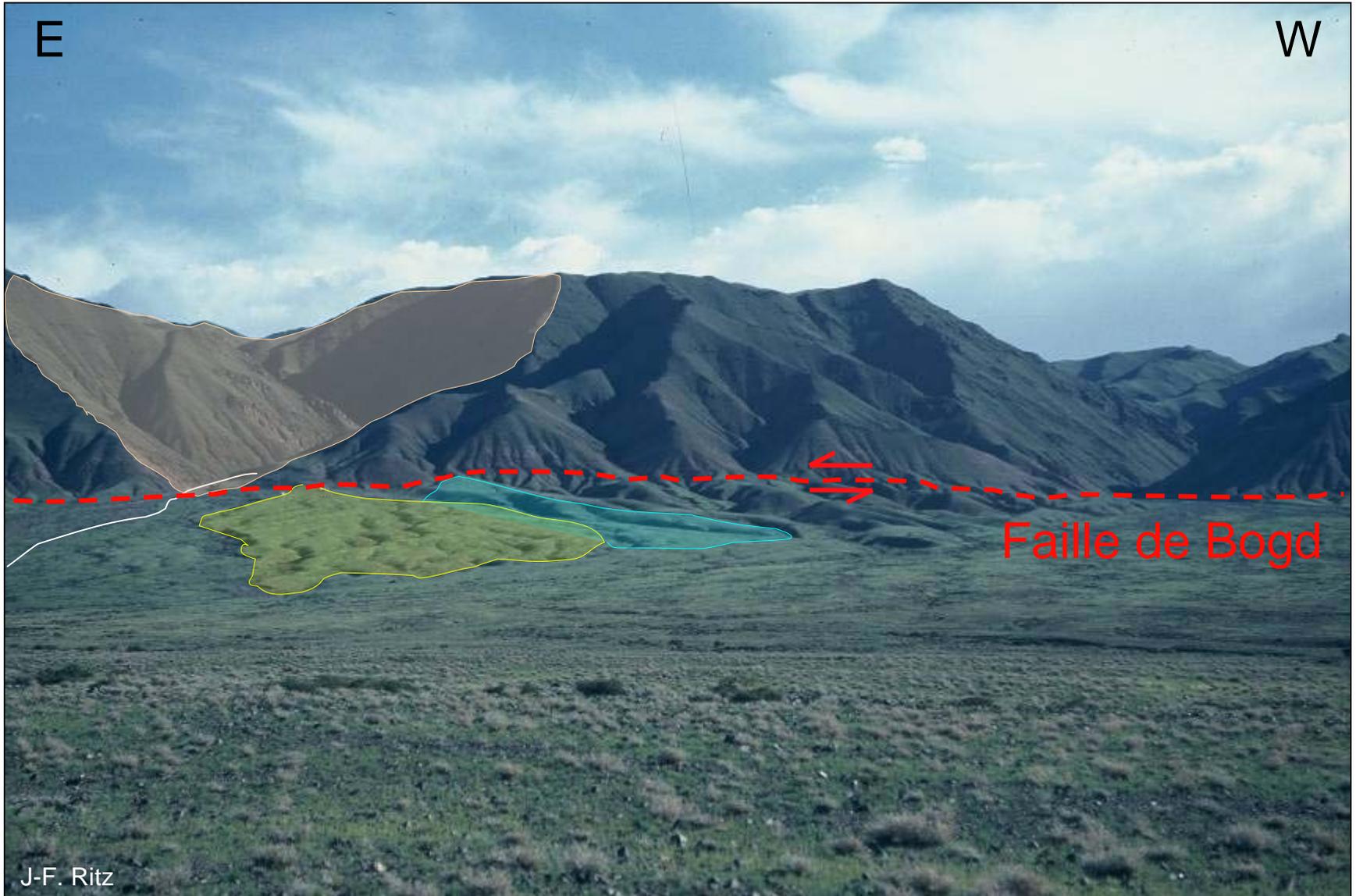
Décalage d'apex de cônes alluviaux par rapport à leur exutoire d'origine



J-F. Ritz

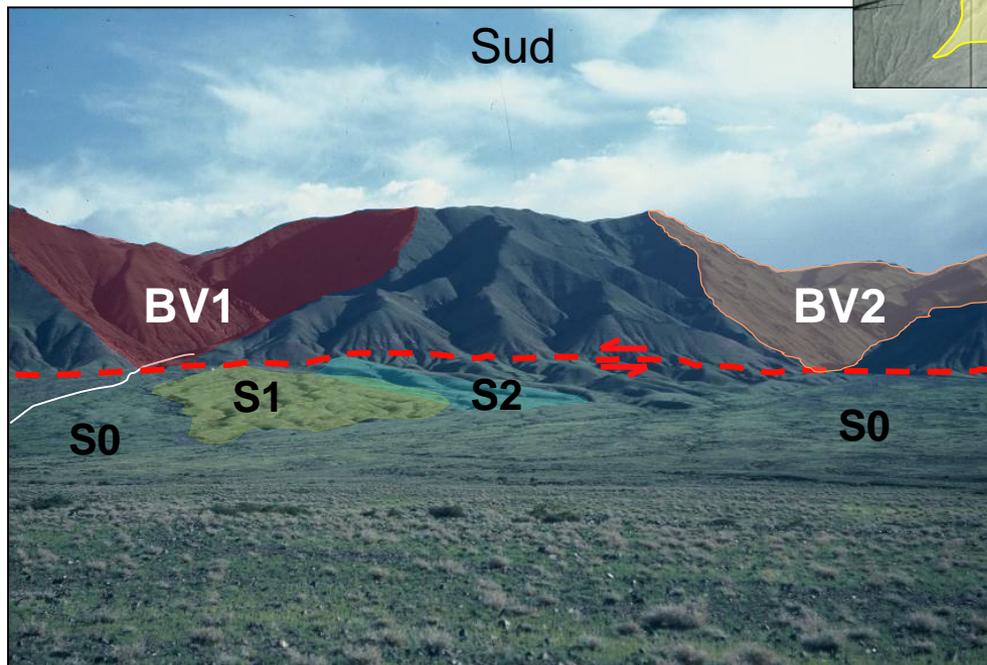
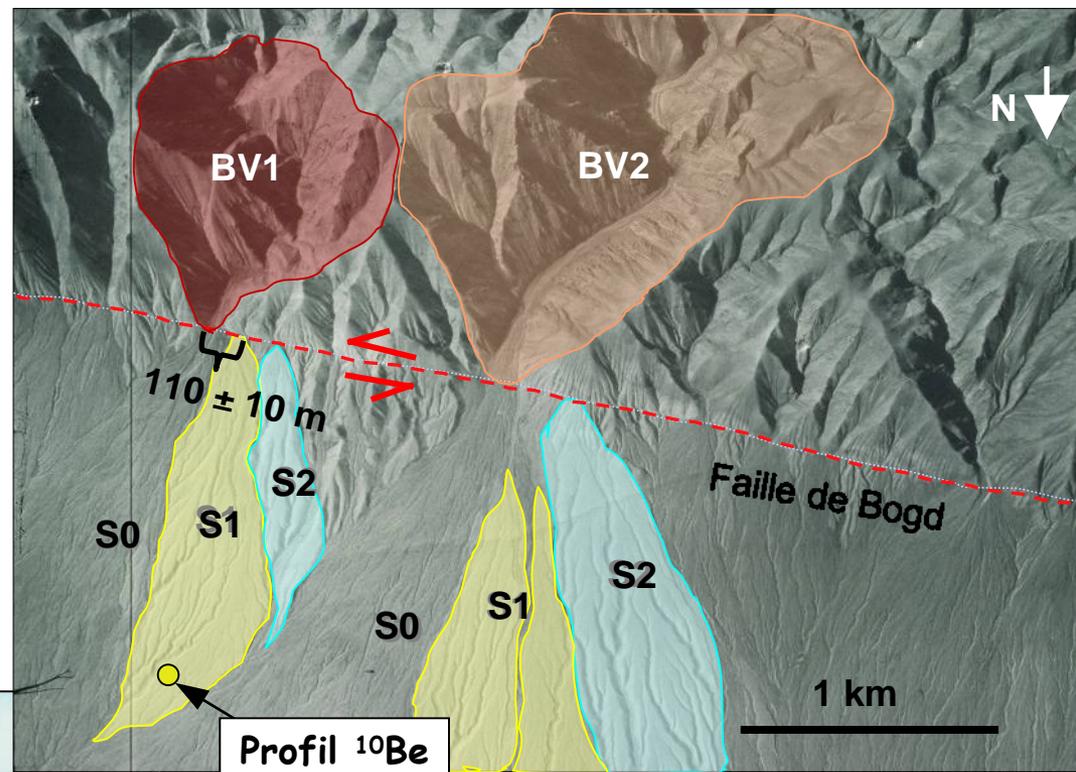
Gobi-Altay, Mongolie

Décalage d'apex de cônes alluviaux par rapport à leur exutoire d'origine

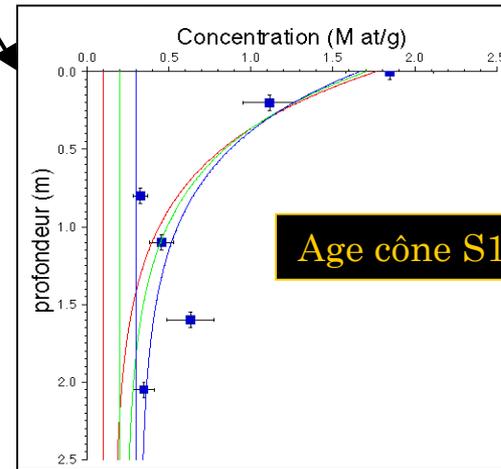


Gobi-Altay, Mongolie

Vitesse de déplacement de la faille au Pléistocène supérieur - Holocène



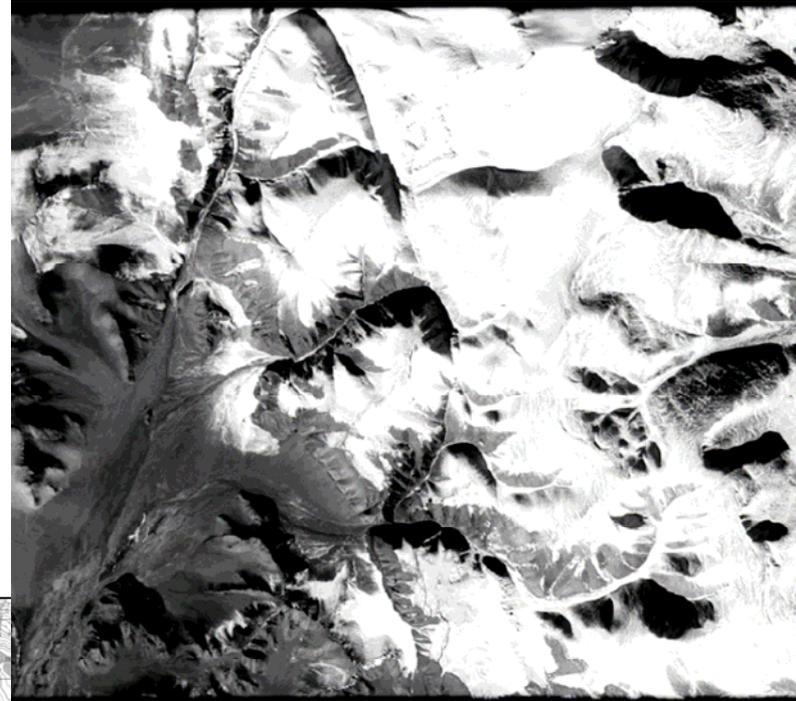
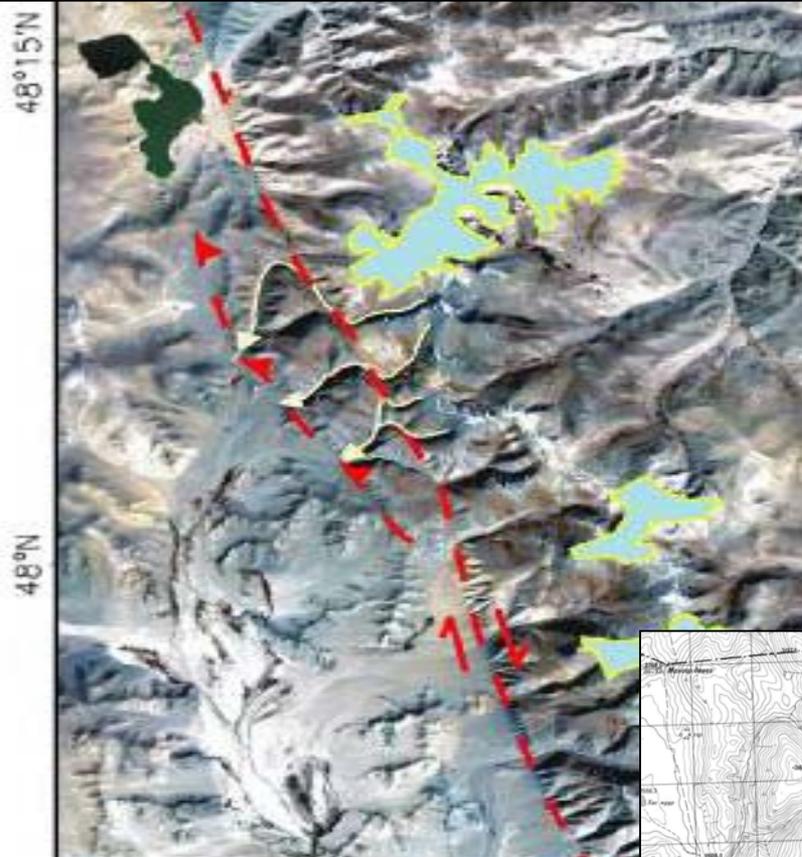
Profil ^{10}Be



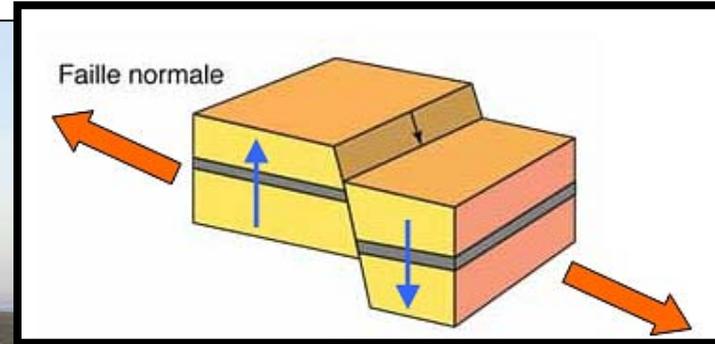
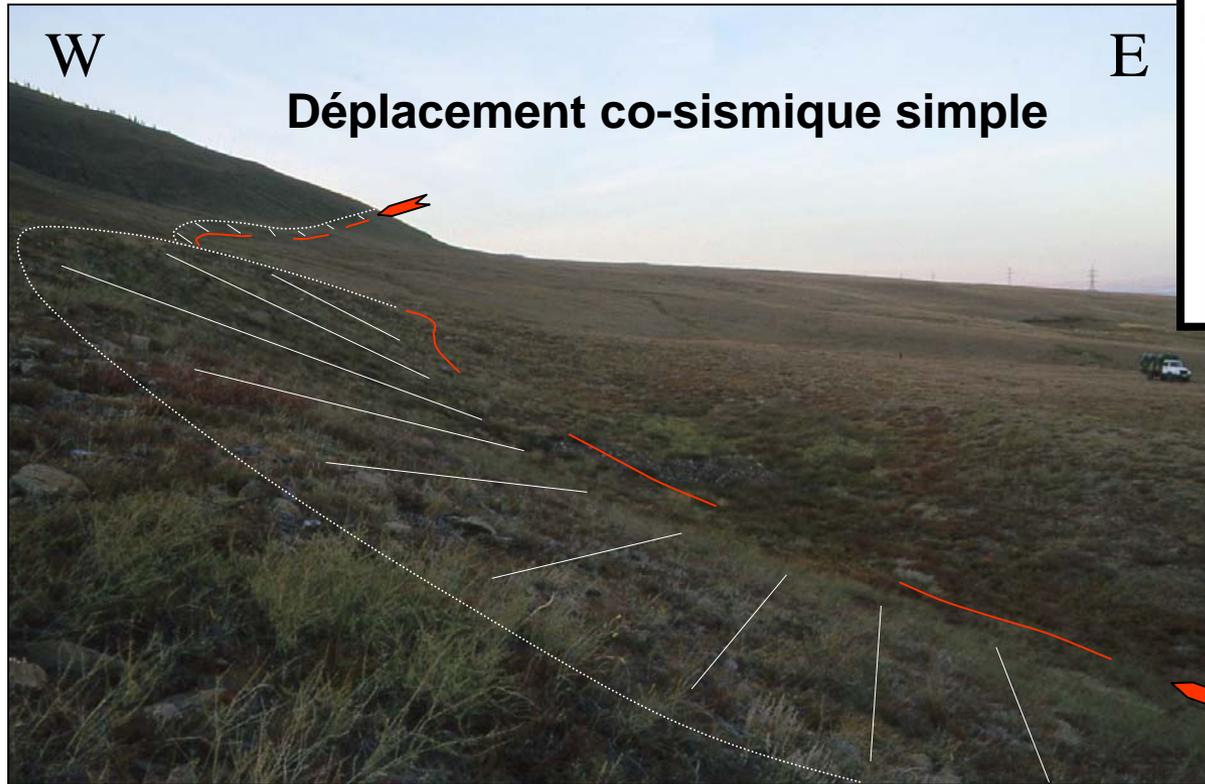
Age cône S1: $125 \pm 28 \text{ ka}$

Vitesse horizontale sur 125 ka : $\sim 1 \text{ mm/an}$

Activité long terme: Vallées décalées



CONTEXTE EXTENSIF



Sibérie, Transbaikal,
il y a quelques siècles...
Mouvement vertical: 2-3 m

Déplacement co-sismique cumulé pléisto-holocène



Faille de Tunka, Sibérie

N

Socle carbonaté « intact »

S

50-60°

Brèche tectonique

W

E

Escarpement de 15 m
sur la surface de la
terrasse étagée

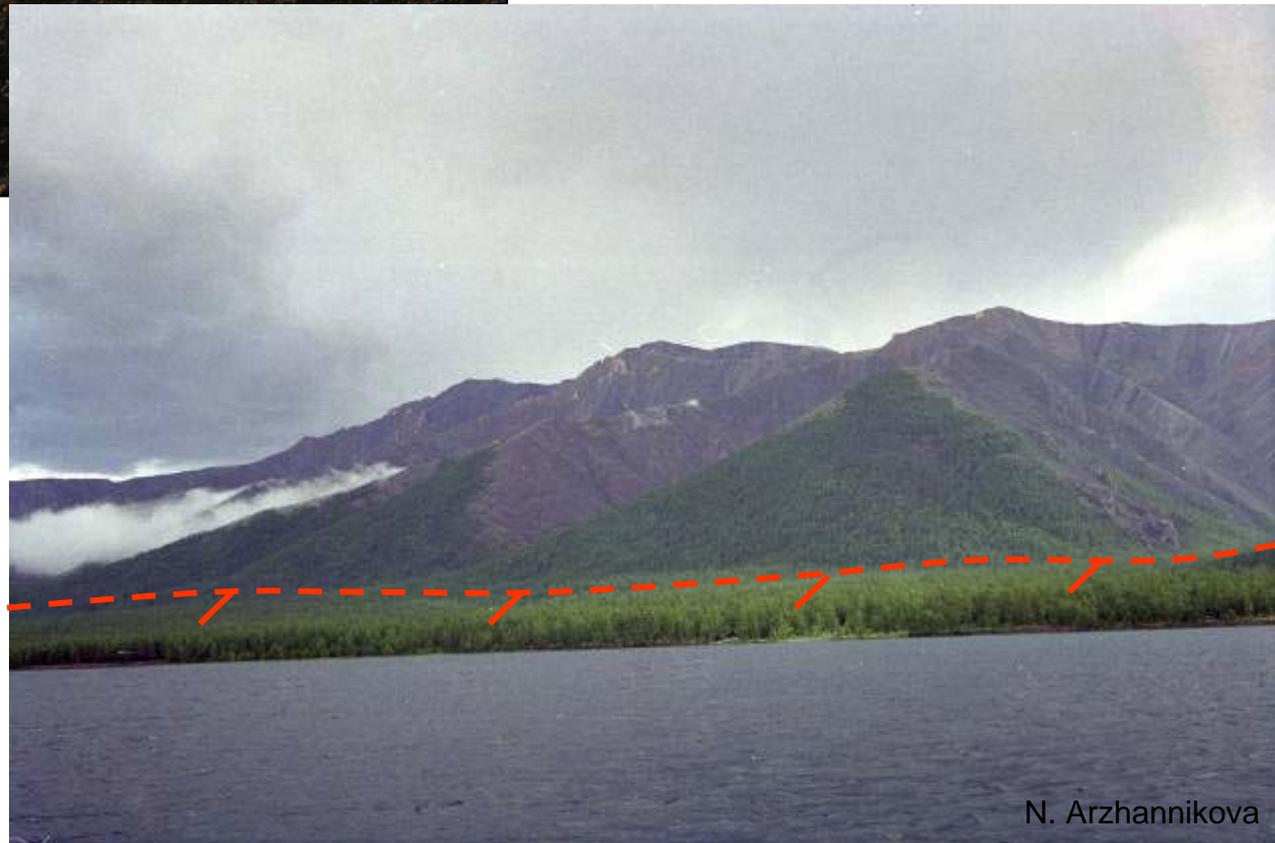
N

S

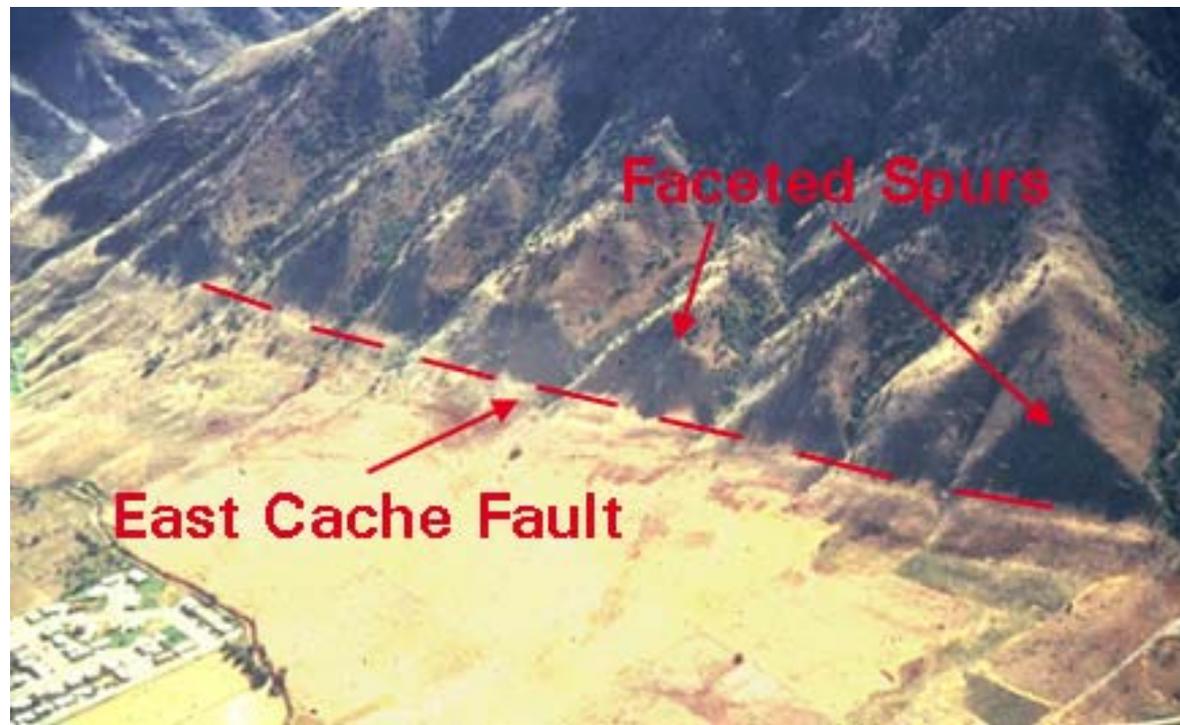


Déplacement cumulé: facettes triangulaires

Chaîne de Sayan, Sibérie



Rift du Lac Hovsgol,
Mongolie



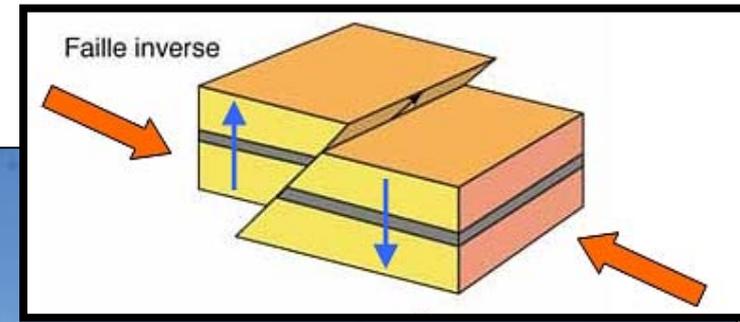
Basin and Range, USA

Andes
péruviennes



CONTEXTE COMPRESSIF

Déplacement co-sismique
simple



Mongolie, Gobi-Altay 1957, M 8.1
Mouvement vertical: 4 m



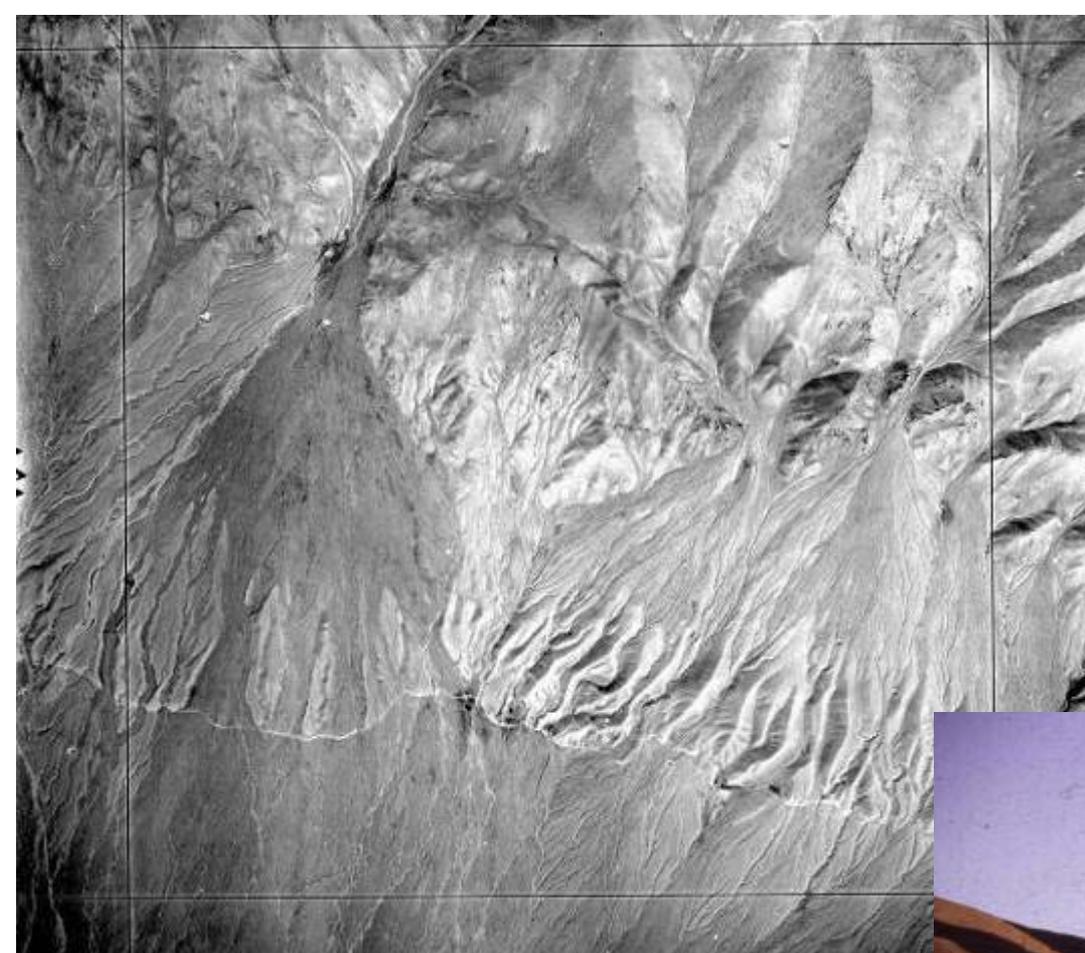
**Failles inverses:
déplacement co-sismique
simple**

Spitak, Arménie

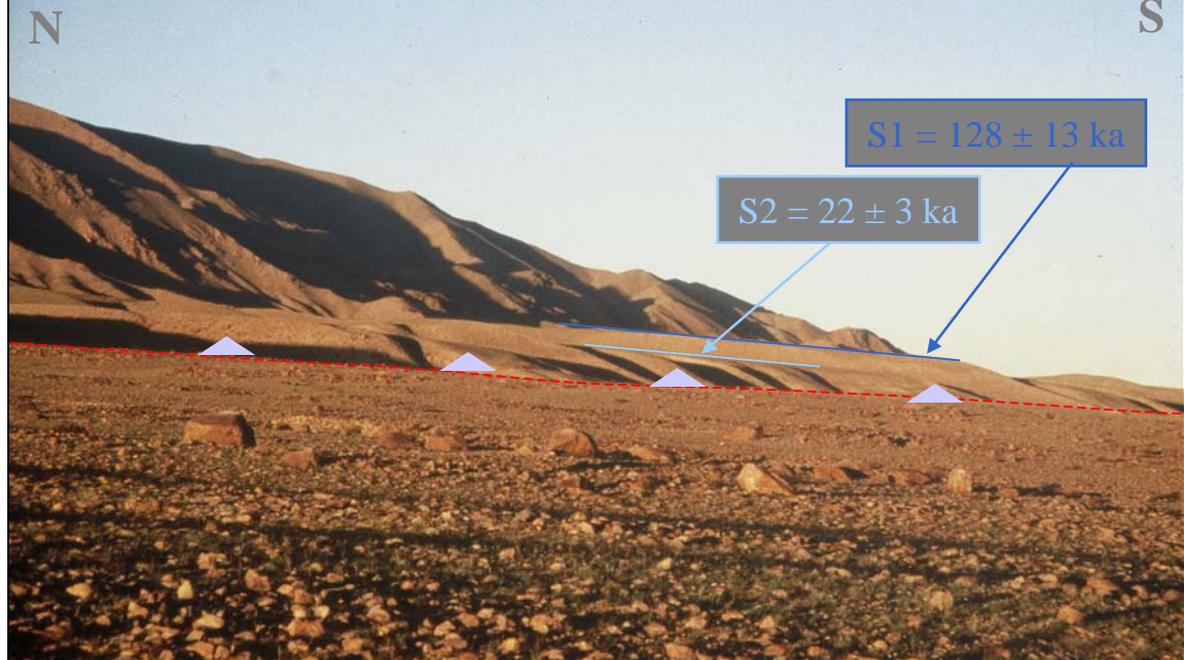


Failles inverses: déplacement cumulé

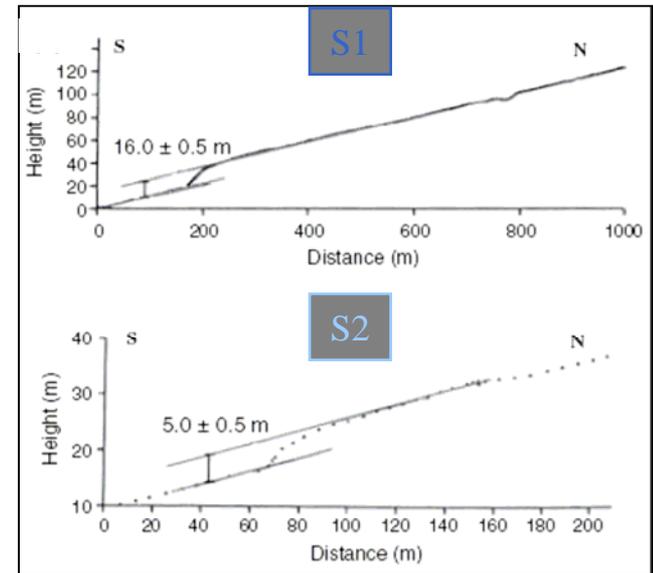
Gobi-Altay, Mongolie



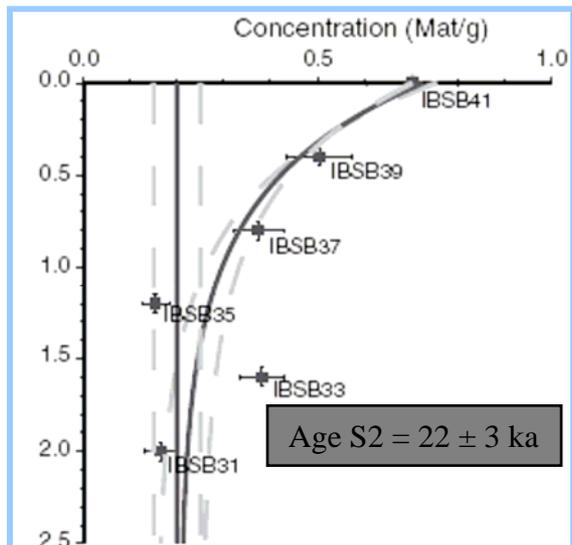
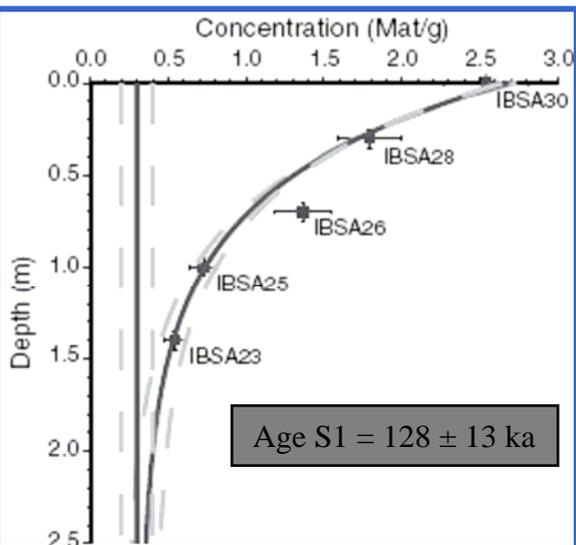
Faïlle inverse de Gurvan Bulag, Gobi-Altay, Mongolie



Profils topographiques traversant l'escarpement de faille



Datation des cônes S1 et S2 par ^{10}Be cosmogénique



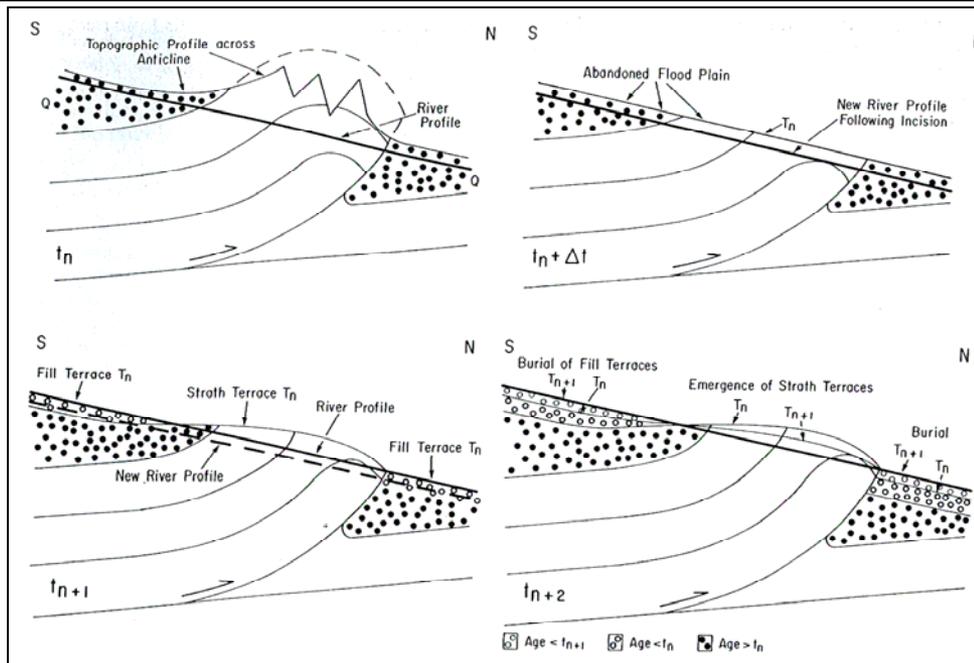
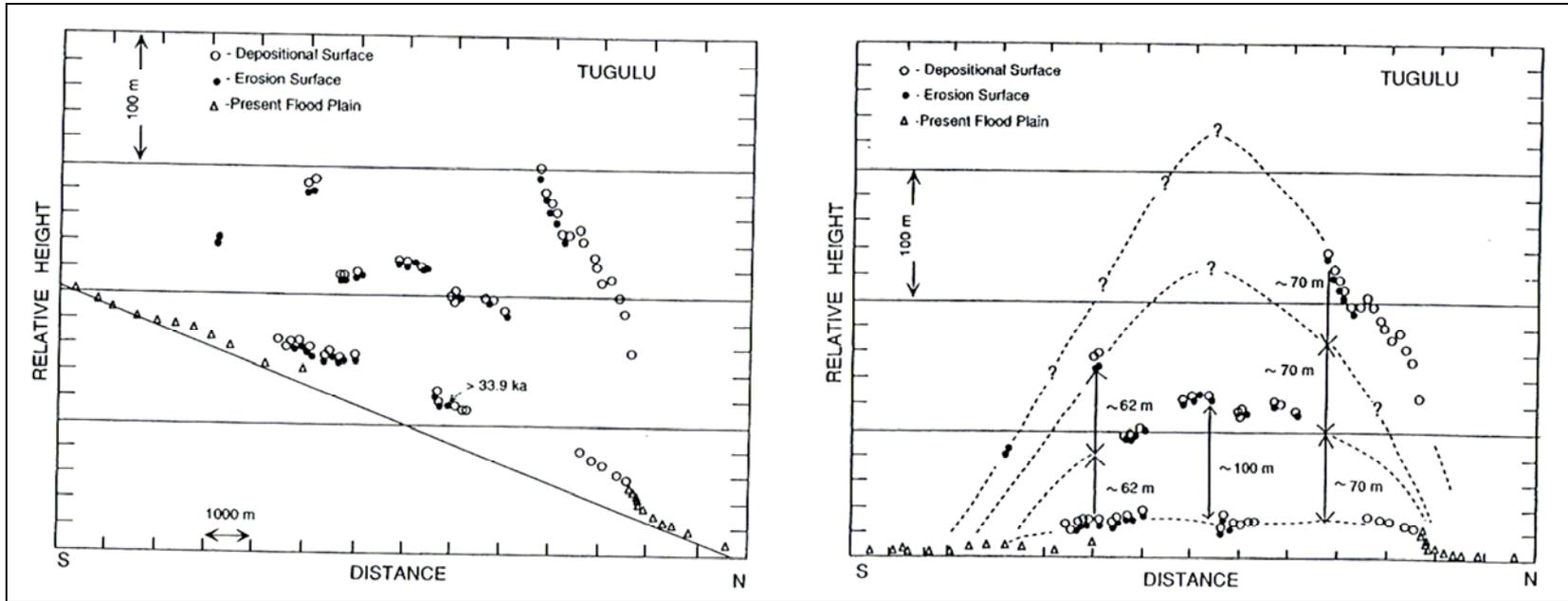
Vitesse verticale de la faille:

Sur 130 ka: $0,13 \pm 0,02$ mm/an

Sur 20 ka: $0,23 \pm 0,05$ mm/an

La vitesse a sensiblement augmenté sur les derniers 20 ka

Déformation cumulée à travers d'un plis

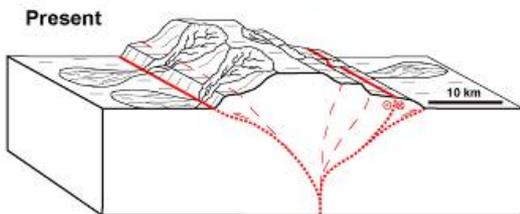
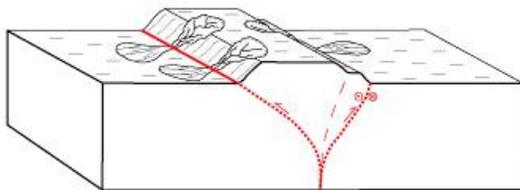
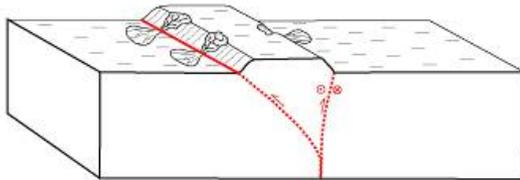


Molnar et al., 1994

Activité long terme: Surrection de massifs

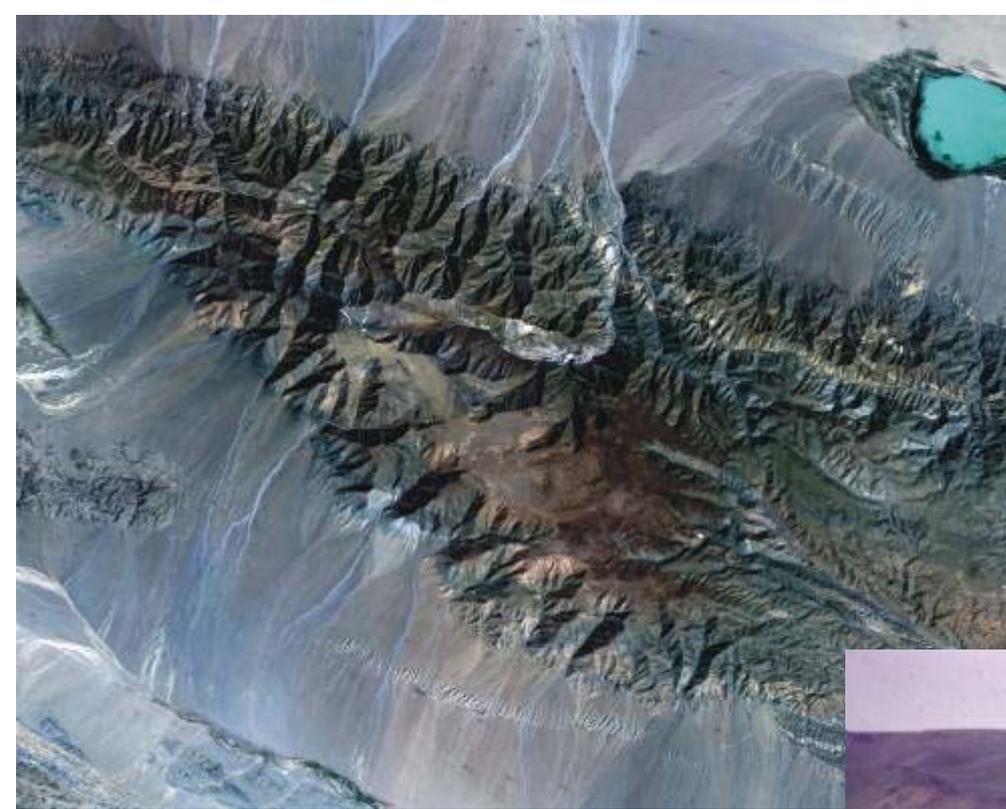
Ih Bogd, Gobi-Altay

Sutai Uul, Altay



STRUCTURES ACTIVES

Escarpement de faille





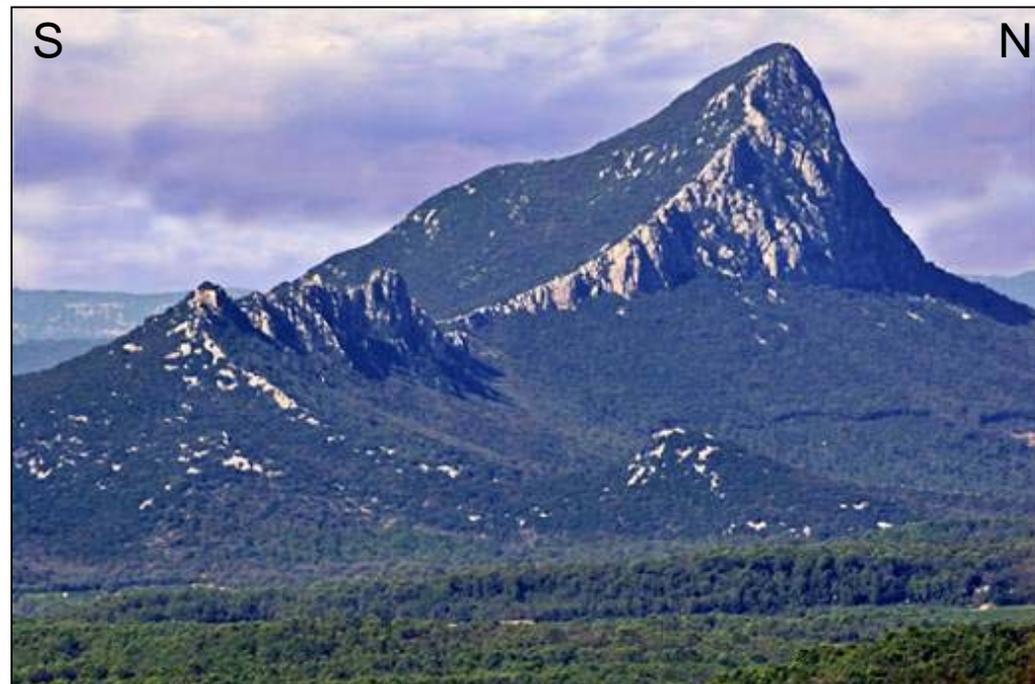
STRUCTURES INACTIVES

**Escarpement de
ligne de faille**



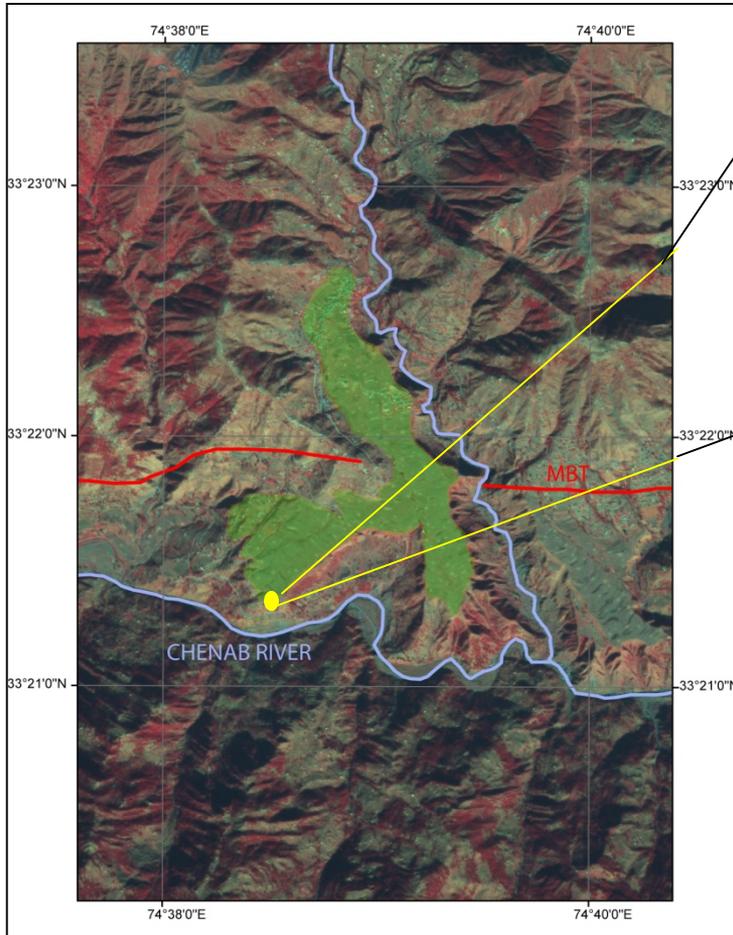
érosion différentielle

Pic St Loup, Hérault

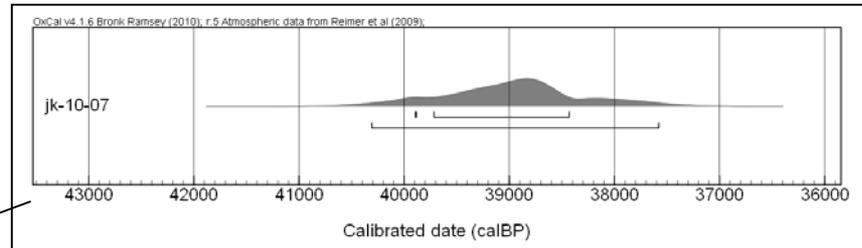
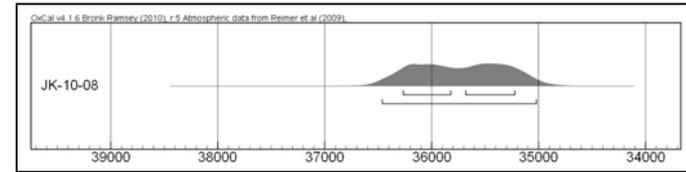


Terrasses, incisions, déformation, climat...

Terrasses qui scellent le mouvement d'une faille active

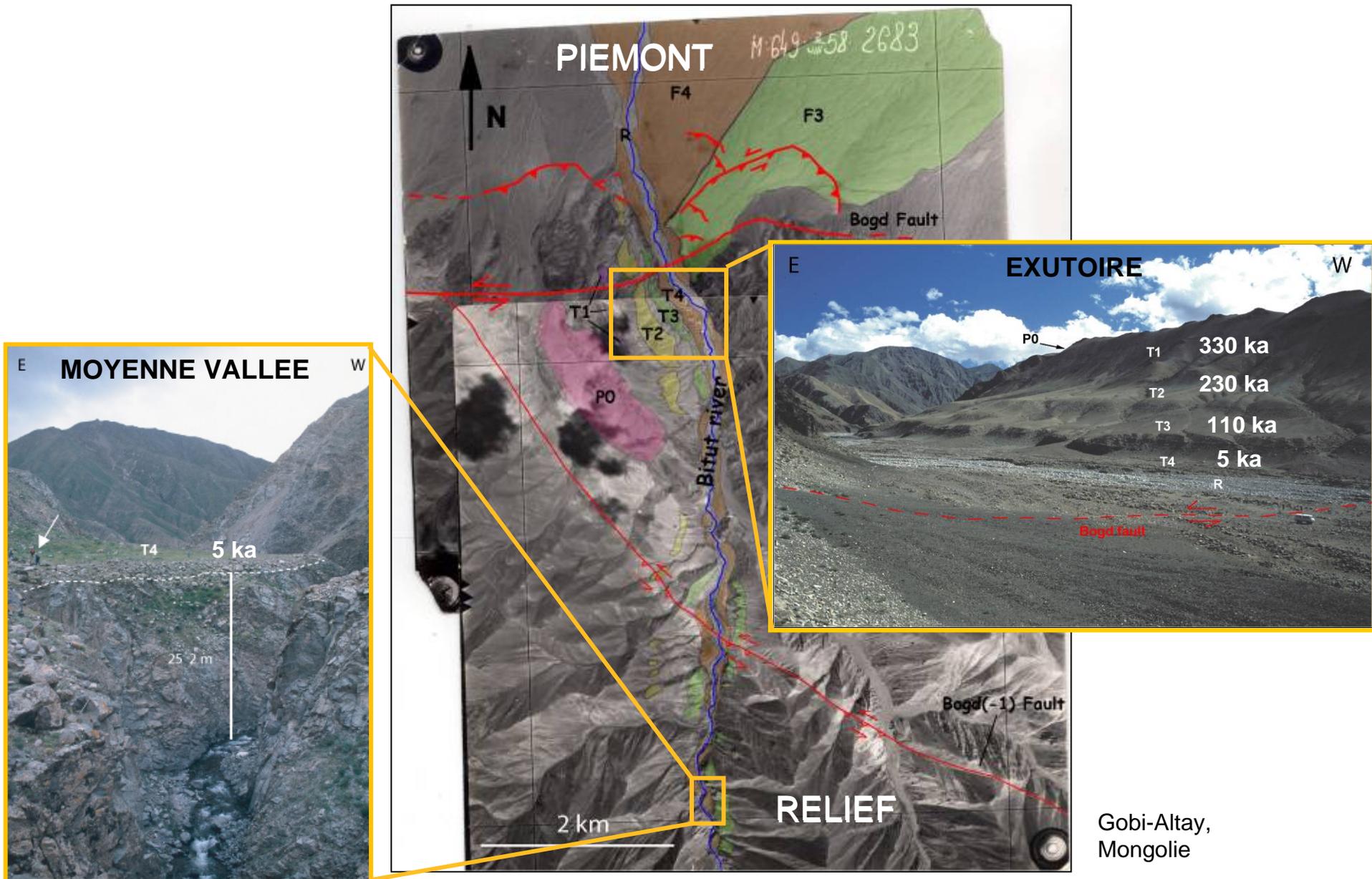


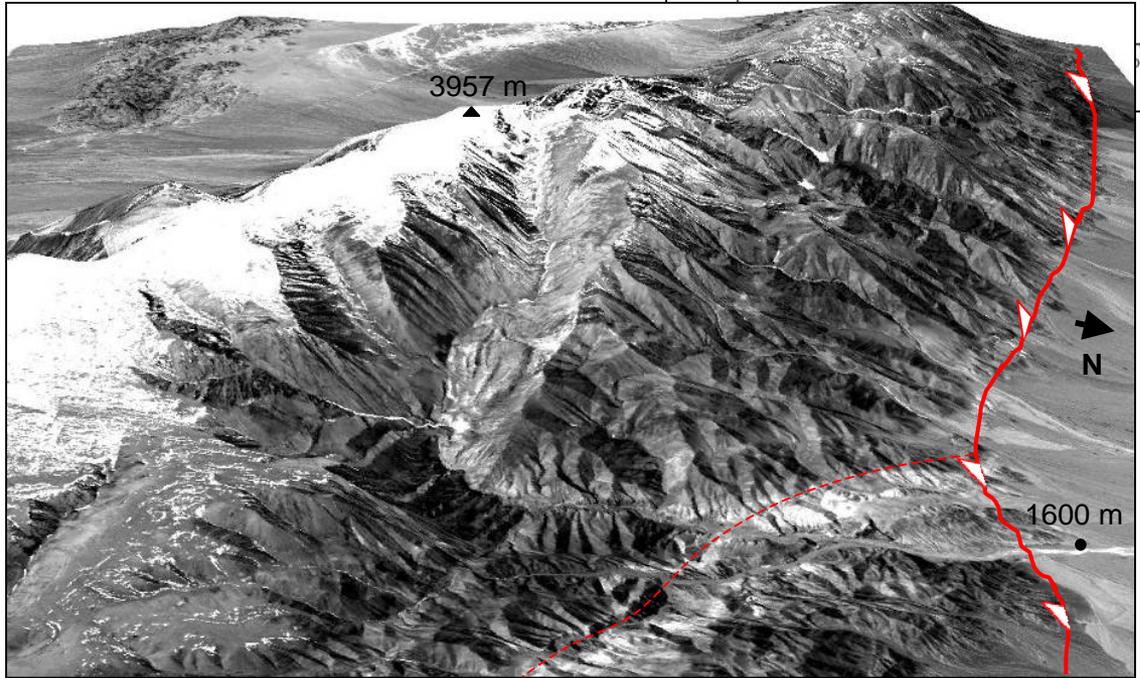
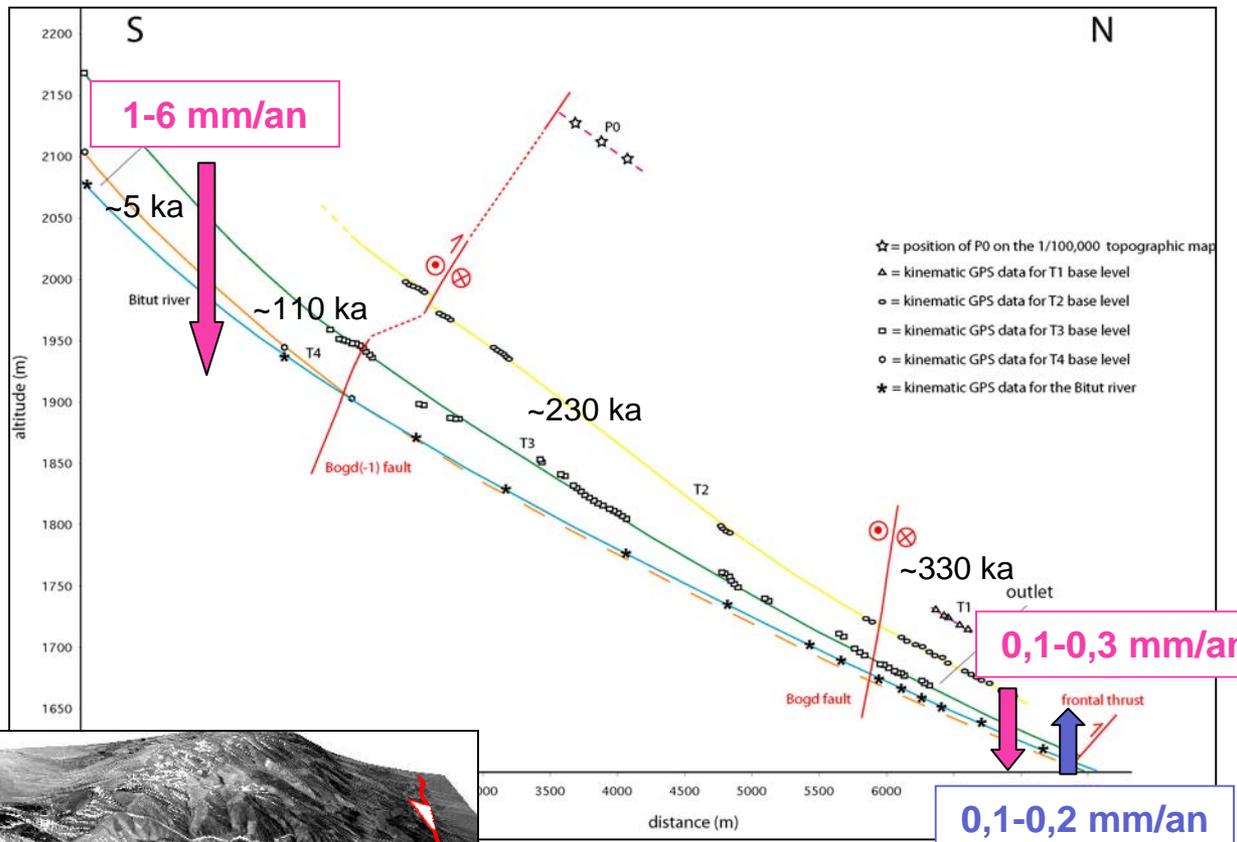
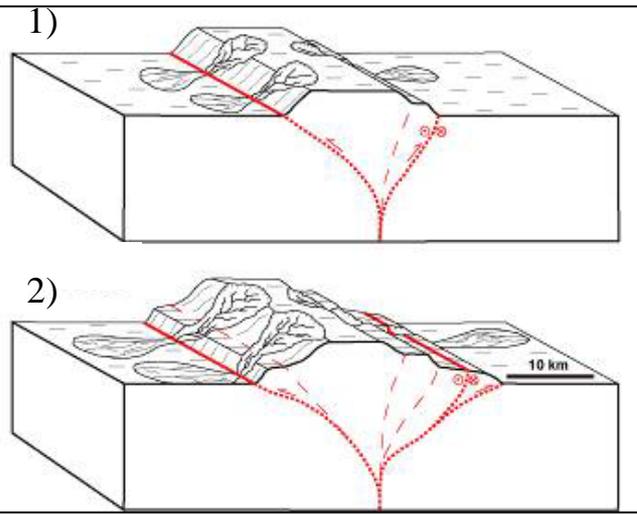
14 C Samples



Vignon et al., 2010

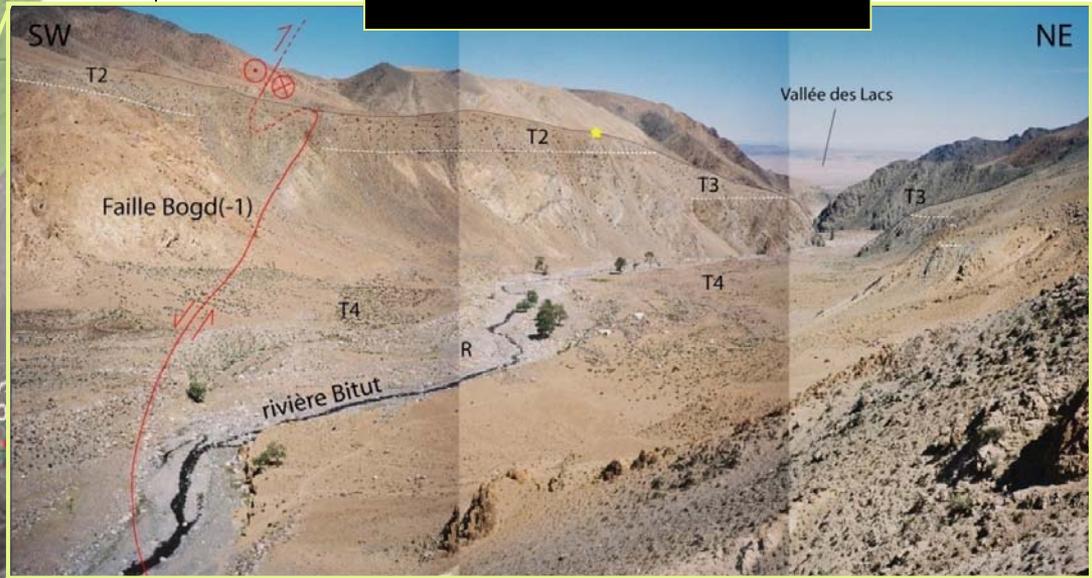
Terrasses marqueurs de la migration de la déformation



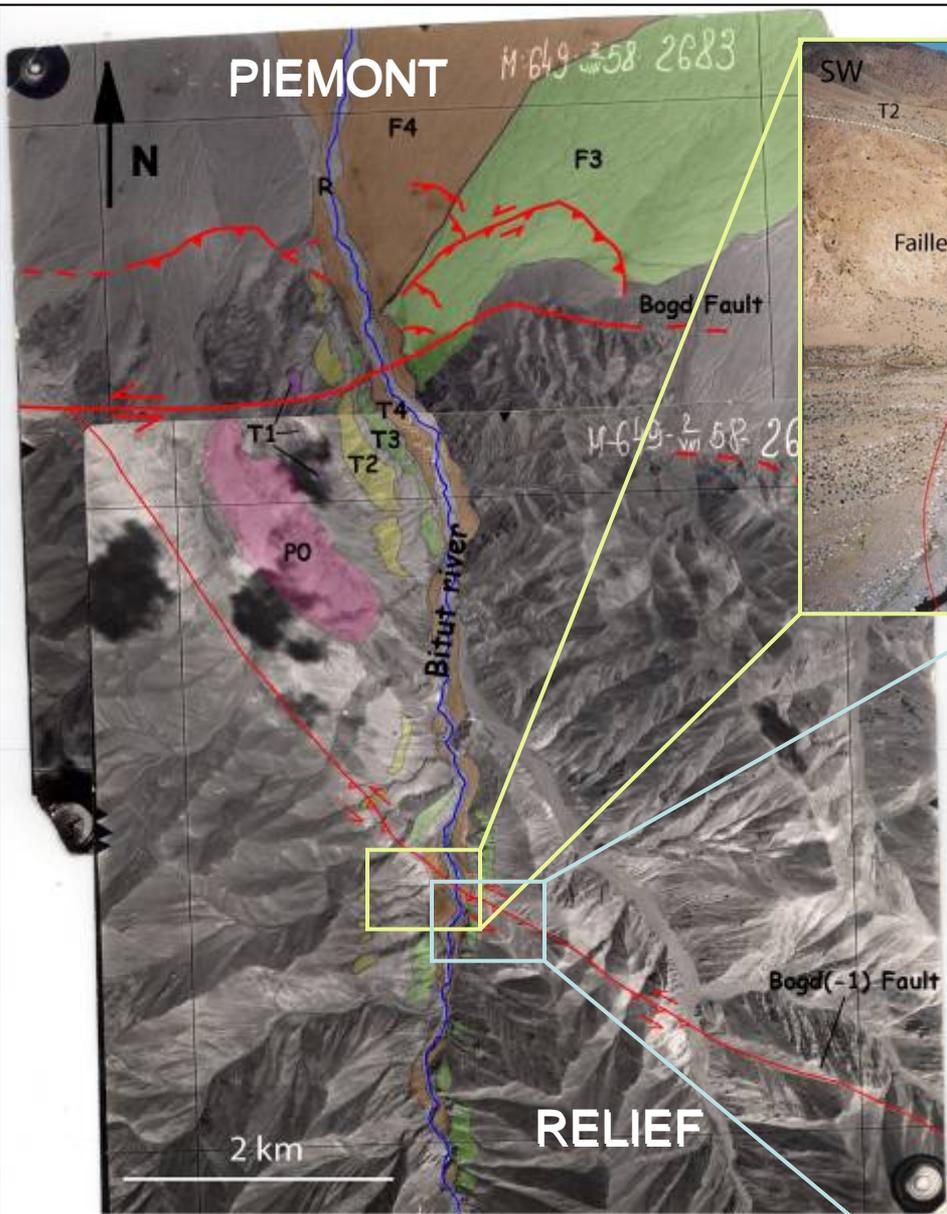
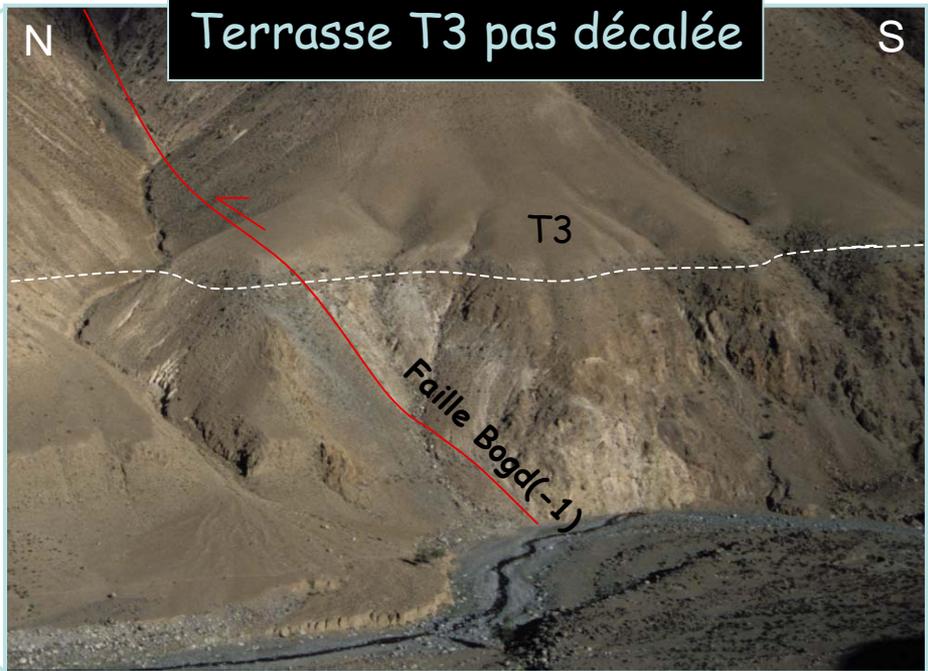


Vassallo et al., 2007

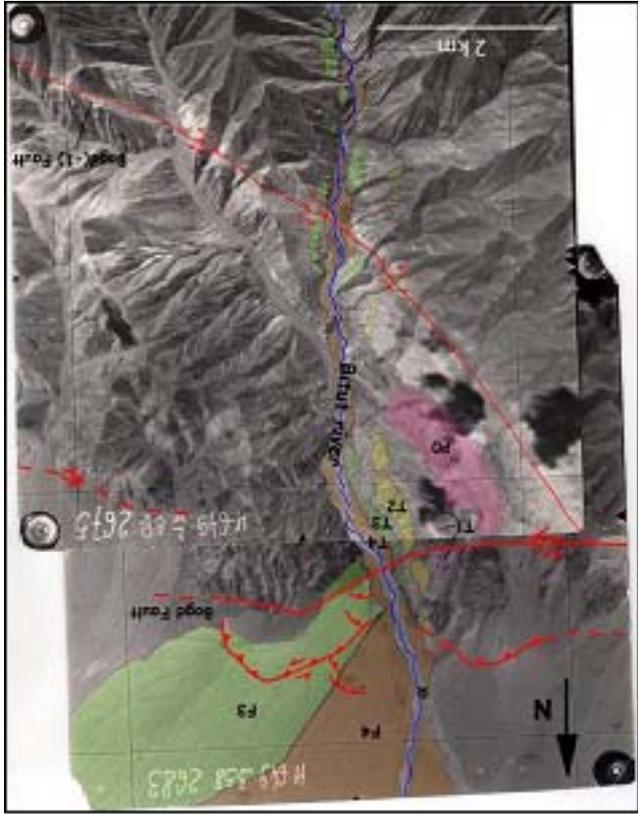
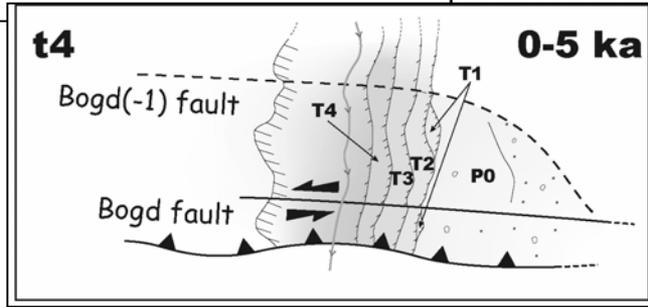
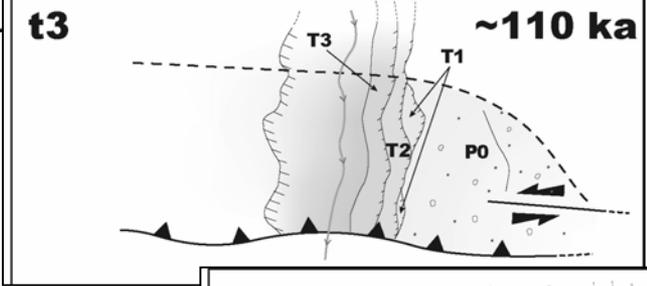
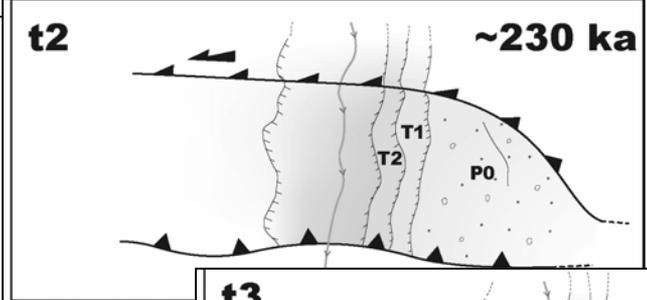
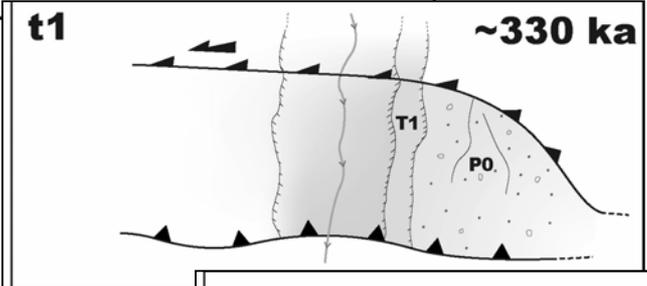
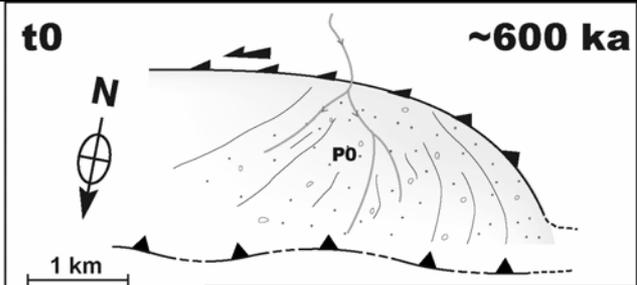
Terrasse T2 décalée



Terrasse T3 pas décalée

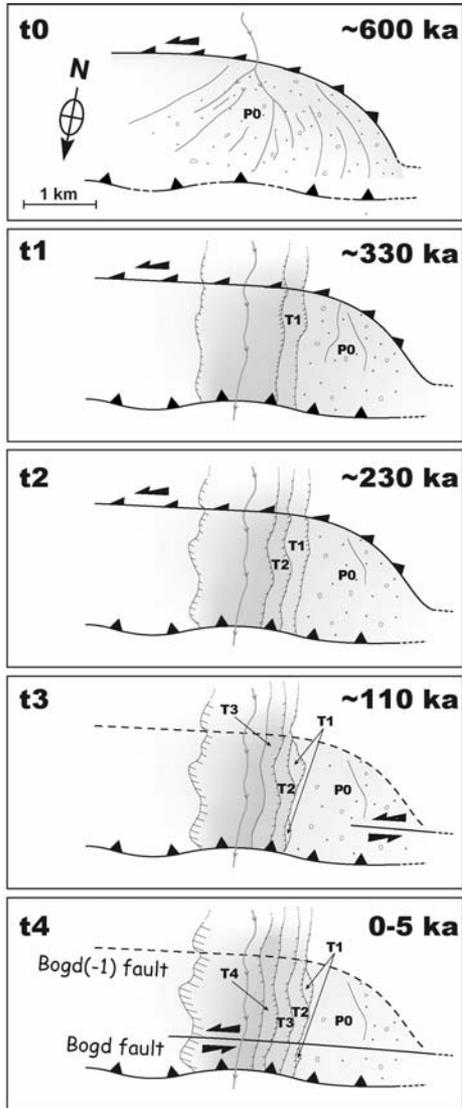


Migration de la déformation au cours du temps



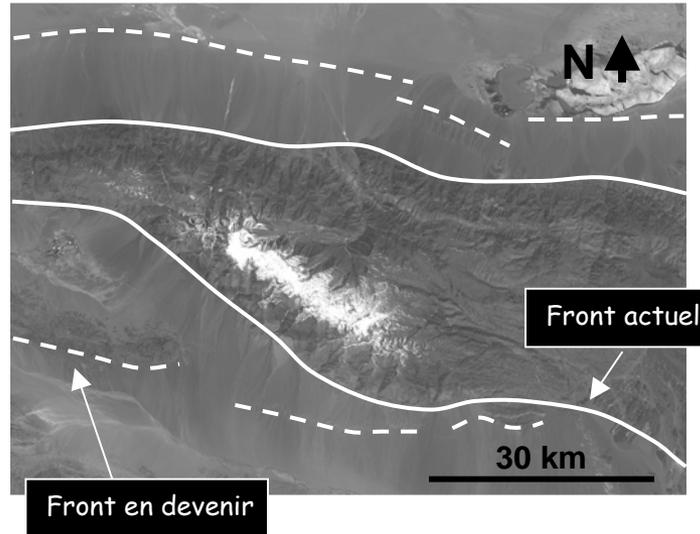
Evolution de la déformation à différentes échelles

Bassin versant



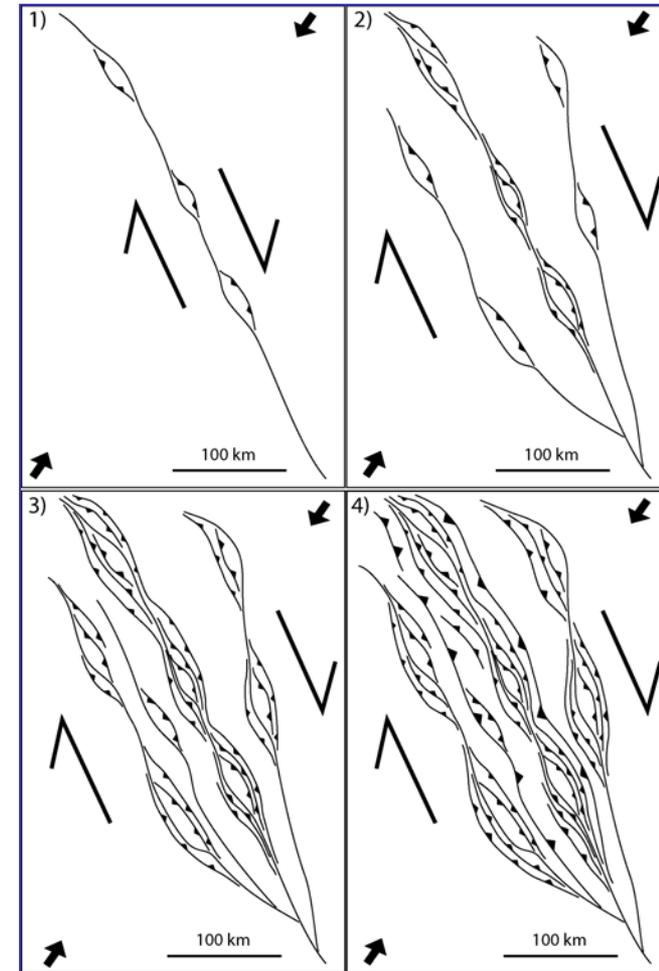
< 1 Ma

Massif



1-10 Ma

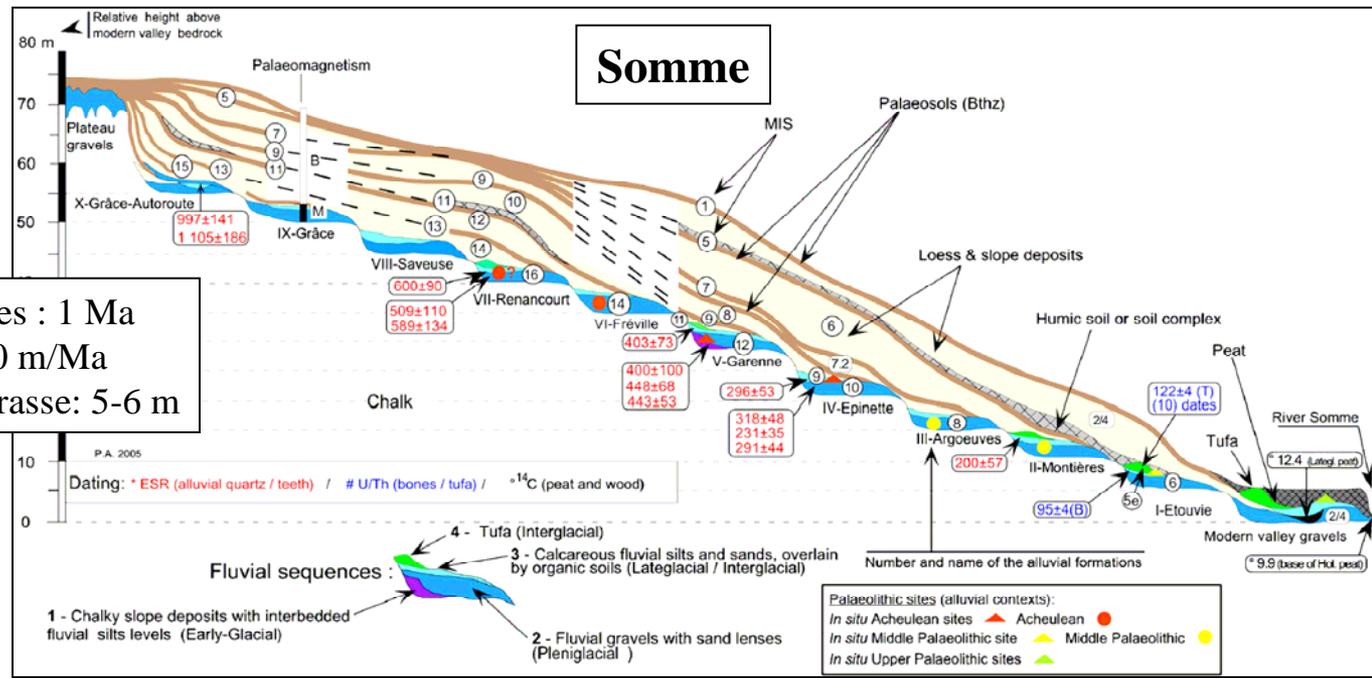
Chaîne de montagne



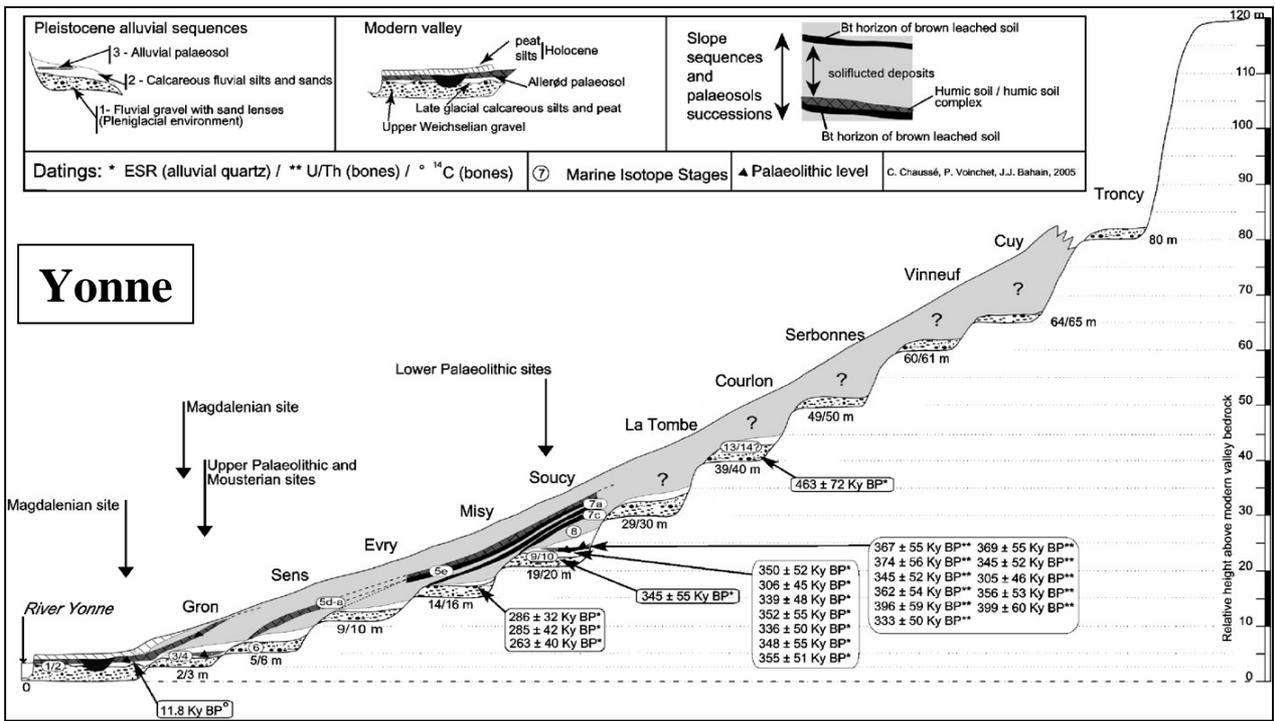
10-100 Ma

Moteur des incisions dans le Bassin Parisien

Terrasses plus anciennes préservées : 1 Ma
 Taux de surrection régional: 50-60 m/Ma
 Incision verticale entre chaque terrasse: 5-6 m



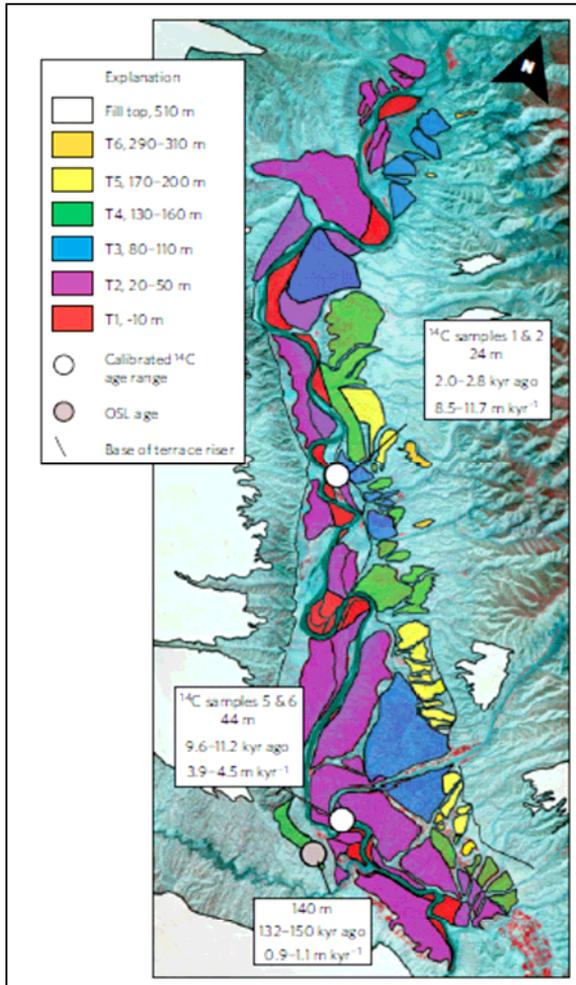
Antoine et al., 2007



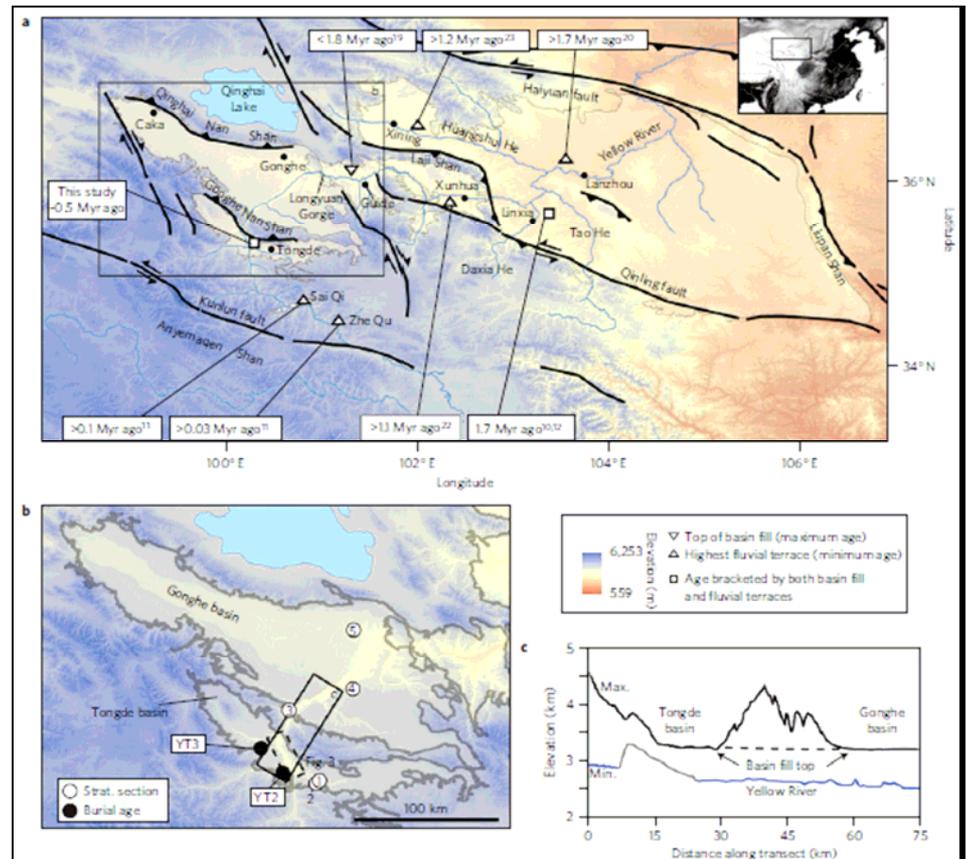
INCISIONS

- Potentiel créé par le soulèvement régional
- Timing contrôlé par le climat
- Localisées au début des périodes froides

Soulèvement du Tibet et incision



Craddock et al.,
2010

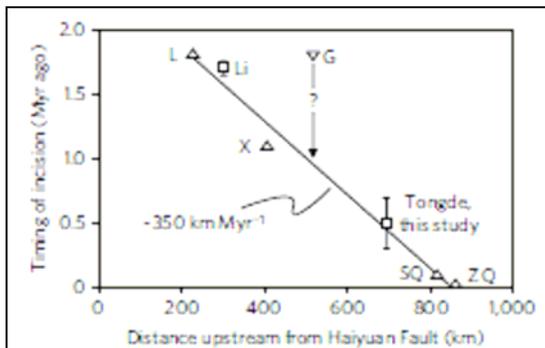


Surrection des chaînes de montagnes au NE du plateau tibétain : Miocène (14-8 Ma)

Début de l'incision du Fleuve Jaune sur le bord du plateau : Quaternaire (1.8 Ma)

Ligne de crête recule à une vitesse de 350 km/Ma

Forte augmentation (facteur 10) du taux d'incision tardi-holocène indépendant de la vitesse de surrection (stable)

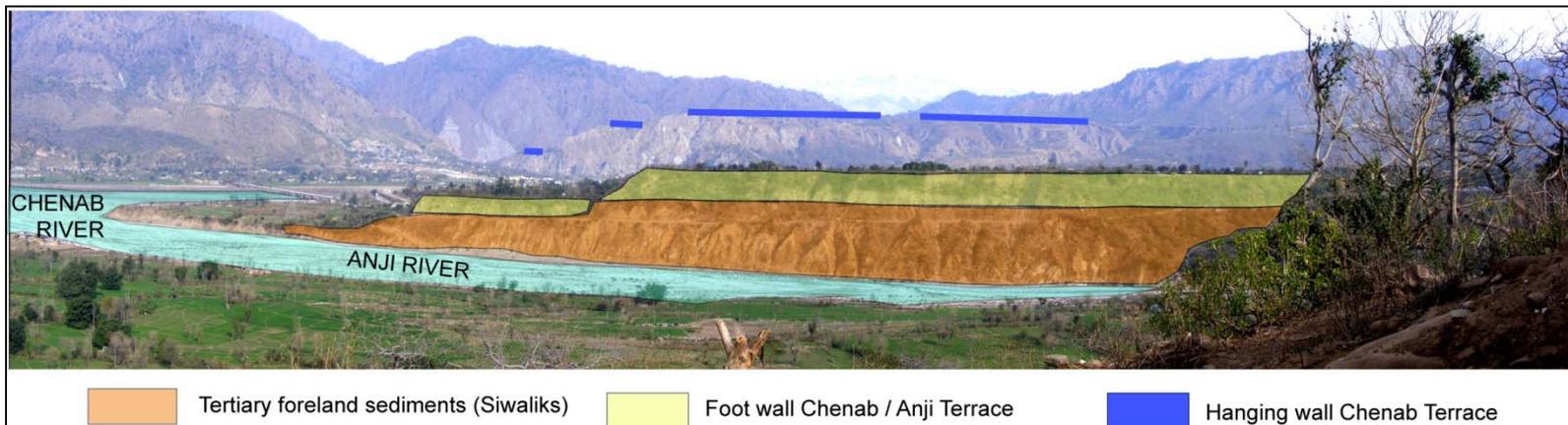


Soulèvement de l'Himalaya et incision



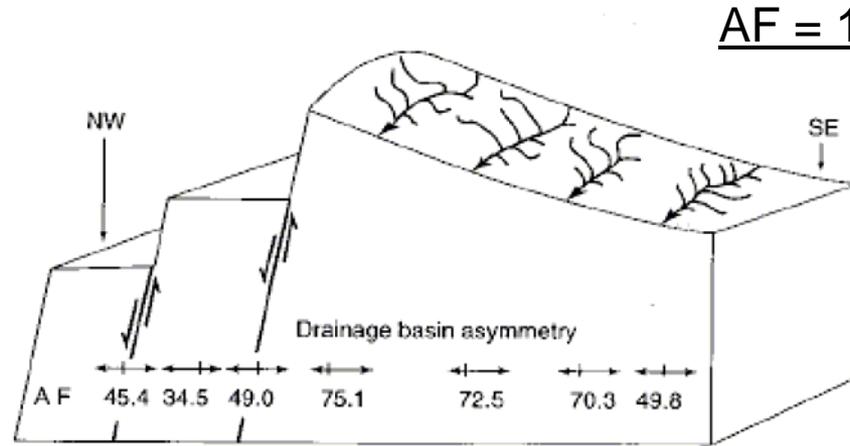
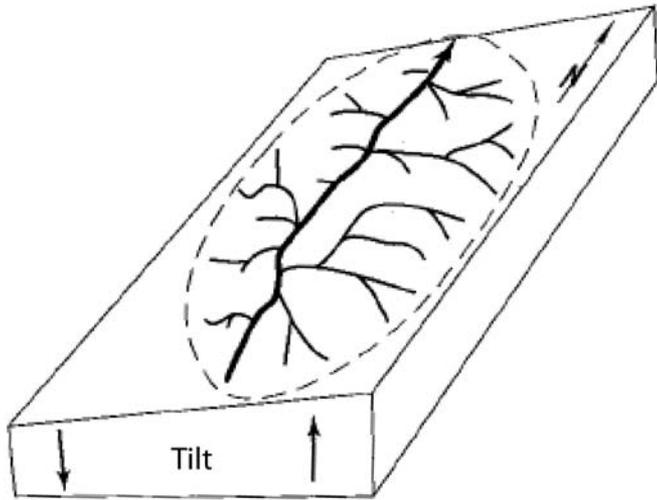
Marqueurs alluviaux abandonnés par l'incision de la même rivière dans le footwall et dans le hangingwall :
Quantification de la surrection possible

Vignon et al., 2010



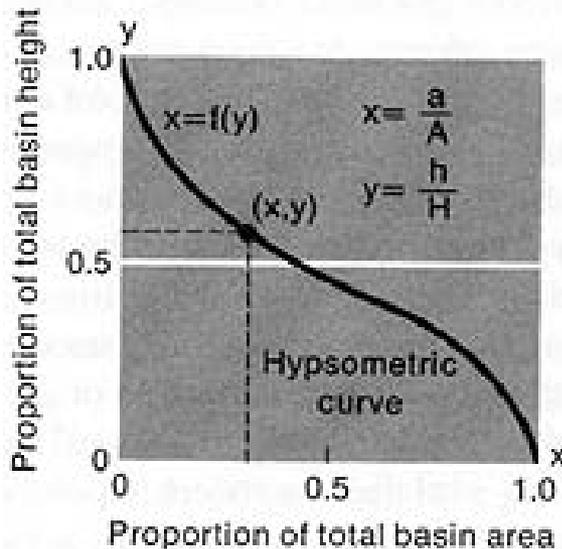
Indices géomorphologiques quantitatifs d'activité tectonique

ASYMMETRIE DU RESEAU DE DRAINAGE

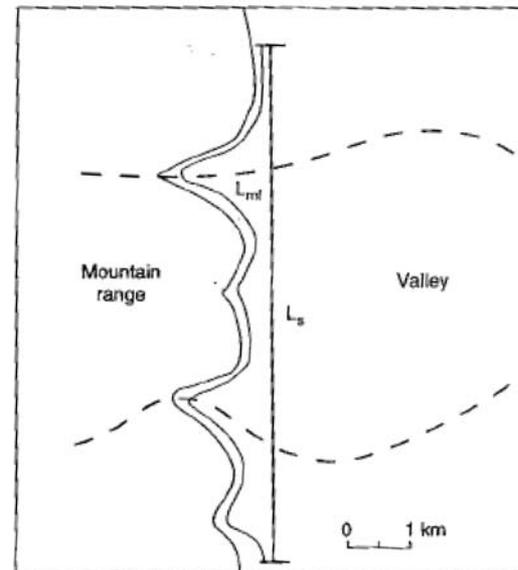


$$AF = 100 (A_r/A_t)$$

CURVE HYSOMETRIQUE



SINUOSITE DU FRONT MONTAGNEUX



$$S_{mf} = L_{mf}/L_s$$

Antécédence



quelque part en Chine septentrionale...

Surimposition



www.cliffshade.com

Deep Yampa river, Colorado

Soulèvement lent d'une région : méandres encaissés



mikereyfan.com

San Juan river, Utah