

Cours VII: Systèmes compressifs

Anticlinal faillé de La Rochette du Buis
Baronnies
Stage cartographie
(Photo personnelle)



Julien Charreau – 2020/2021
(julien.charreau@univ-lorraine.fr)

C R P G

Cours VIII: Systèmes compressifs

I- Rappels

II- Les grands types de failles inverses

III- Les décollements

IV- Rampes, imbrications et duplex

V- Socle et couverture

VI- Les nappes

VII- Les plis sur failles

VIII- Quantification de la compression

IX- La sédimentation associée

X-Origine et distribution des failles inverses

Cours VIII: Systèmes compressifs

I- Rappels

II- Les grands types de failles inverses

III- Les décollements

IV- Rampes, imbrications et duplex

V- Socle et couverture

VI- Les nappes

VII- Les plis sur failles

VIII- Quantification de la compression

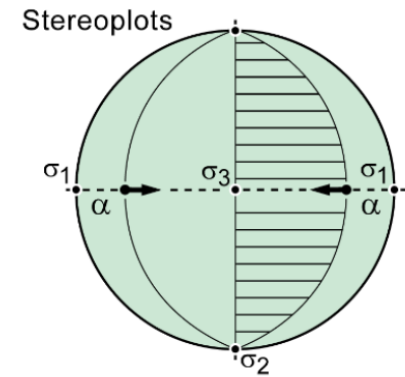
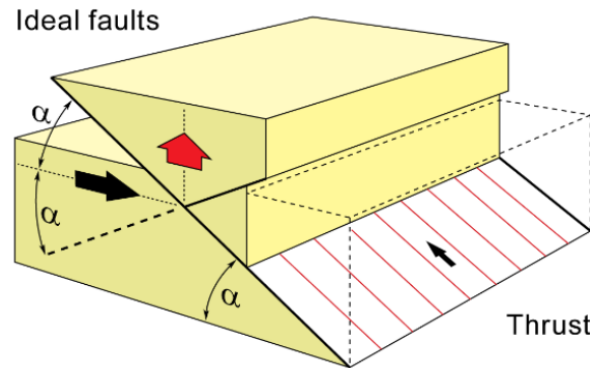
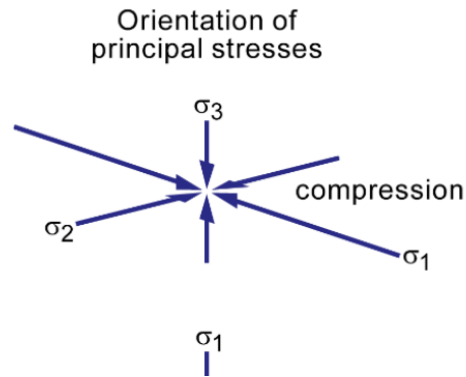
IX- La sédimentation associée

X-Origine et distribution des failles inverses

I-Rappels

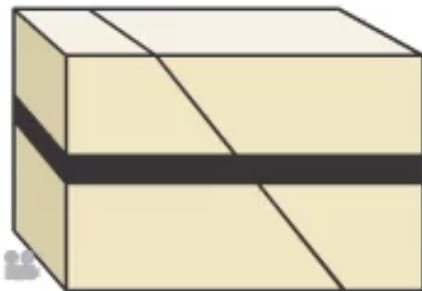
Contraintes vs. failles inverses

Figures: JP Brun (Univ Rennes)



Faillles en générale faiblement pentées

α et β en moyenne $\sim 30-40^\circ$



σ_1 horizontale

σ_3 verticale

σ_2 horizontale

Cours VIII: Systèmes compressifs

I- Rappels

II- Les grands types de failles inverses

III- Les décollements

IV- Rampes, imbrications et duplex

V- Socle et couverture

VI- Les nappes

VII- Les plis sur failles

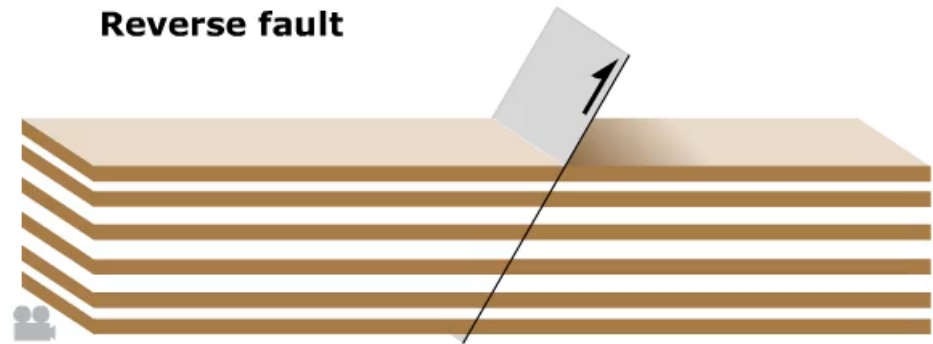
VIII- Quantification de la compression

IX- La sédimentation associée

X-Origine et distribution des failles inverses

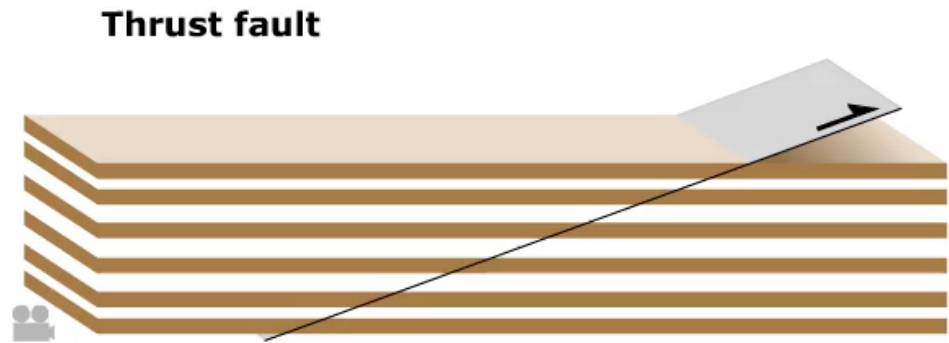
II-Les grands types de failles inverses

Faïlle inverse
(reverse fault)



Chevauchement
(thrust fault)

$<30^\circ$



Décollement/détachement
(Decollement/detachment)

$\sim 0^\circ$



Detachment

Weak layer

II-Les grands types de failles inverses

Petit point de vocabulaire...



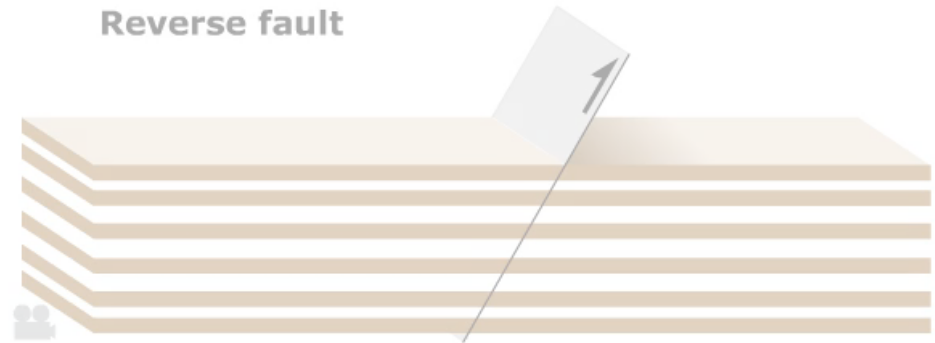
**Chevauchement
pas nappe
charriage!!**

Source: bébé pas content.com

De nombreux élèves utilisent à tort et à travers la notion de « nappe de charriage » pour qualifier n'importe quel faille peu inclinée...**NON!** (voir définition d'une nappe plus loin)

II-Les grands types de failles inverses

Faille inverse
(reverse fault)



Thrust fault

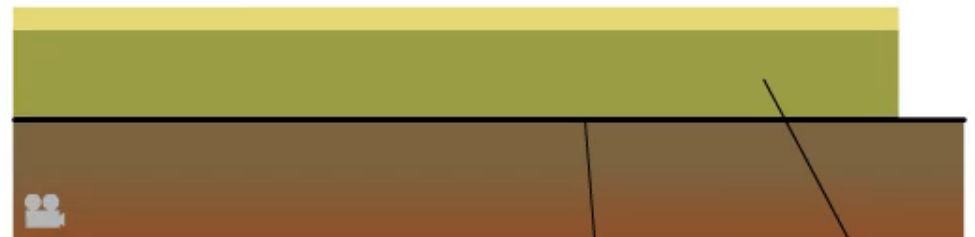
Chevauchement
(thrust fault)

$<30^\circ$



Décollement/détachement
(Decollement/detachment)

$\sim 0^\circ$



Detachment

Weak layer

Animations: Haakon Fossen

Cours VIII: Systèmes compressifs

I- Rappels

II- Les grands types de failles inverses

III- Les décollements

IV- Rampes, imbrications et duplex

V- Socle et couverture

VI- Les nappes

VII- Les plis sur failles

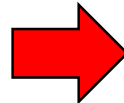
VIII- Quantification de la compression

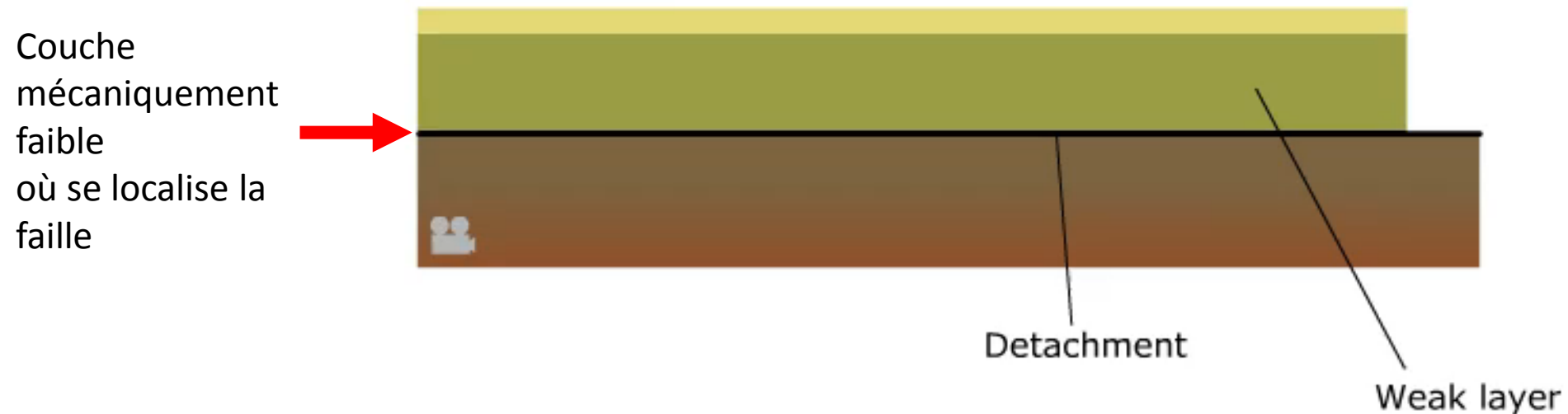
IX- La sédimentation associée

X-Origine et distribution des failles inverses

III-Les décollements

Mécanismes permettant la formation de décollements?

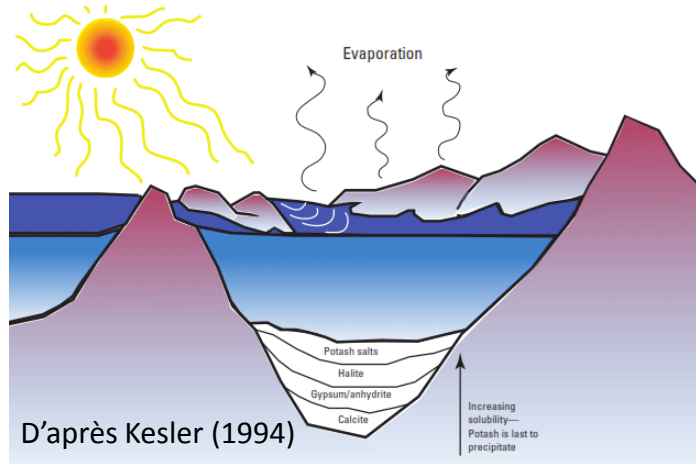
 **Présence de couches mécaniquement faibles**



III-Les décollements

Exemple de couche mécaniquement faible: le Trias en France

Le Trias est marqué par d'épais dépôts d'évaporites



Source: Hassan Z. Harraz

III-Les décollements

Exemple de couche mécaniquement faible: le Trias en France

Le Trias est riche en gypse

Gypse: $\text{Ca SO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$

Minéral blanchâtre, souvent fibreux qui se raye à l'ongle

RICHE EN EAU !

⇒ Couche dit savon
mécaniquement faible



Photographie Pierre Thomas

III-Les décollements

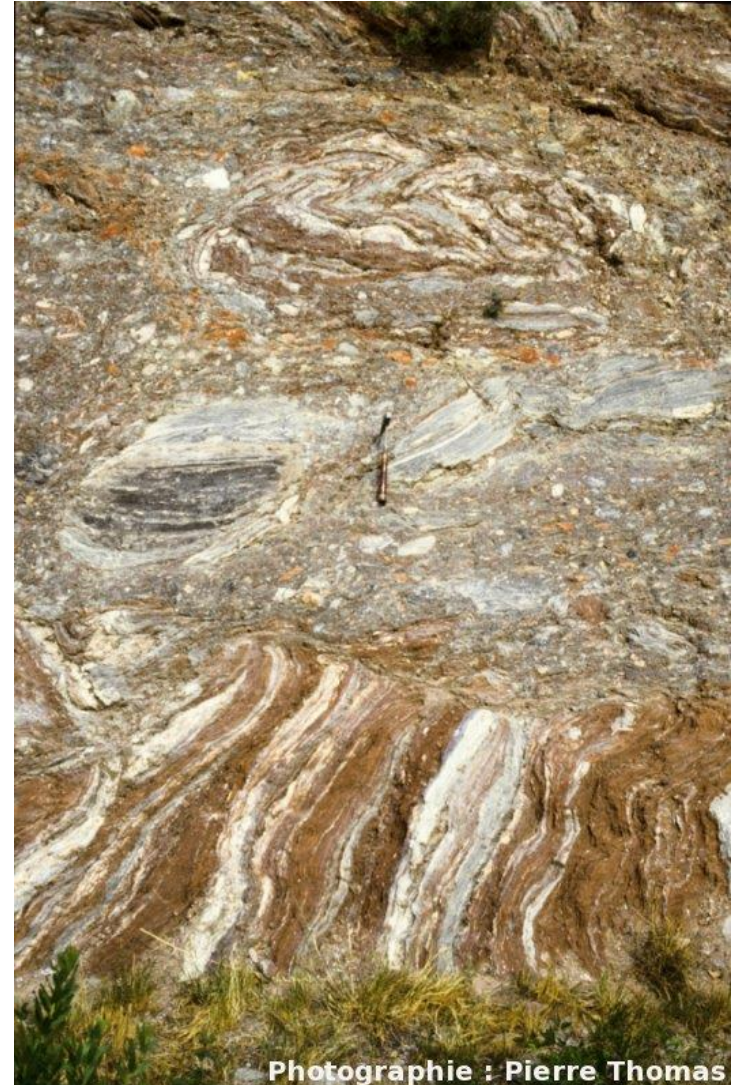
Exemple de couche mécaniquement faible: le Trias en France

Exemple du Trias du massif des Corbières
près de Durban (11)
(visité en stage carto 1A en juin)



<https://planet-terre.ens-lyon.fr/>

Photographie : Pierre Thomas



Photographie : Pierre Thomas

III-Les décollements

Exemple de couche mécaniquement faible: le Trias en France

NB: utilisation potentielle du gypse:

- Fabrication des plâtres
- Industrie cimentière
- Liant produit d'anhydrite
- Industries chimiques
- Agriculture-engrais
- Industrie alimentaires, pharmacie
- Décoration et urbanisme
- etc



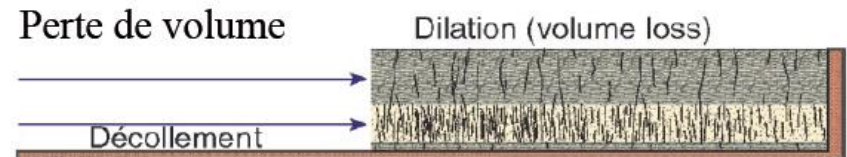
III-Les décollements

Style de la déformation associé aux décollements?

Etat initial

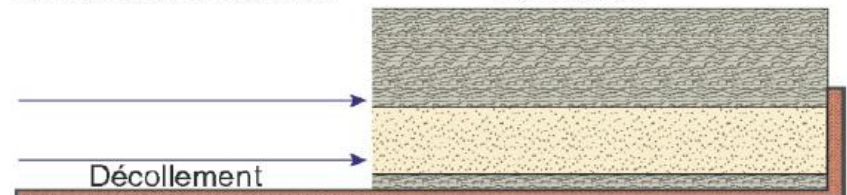


Perte de volume



Déformation ductile

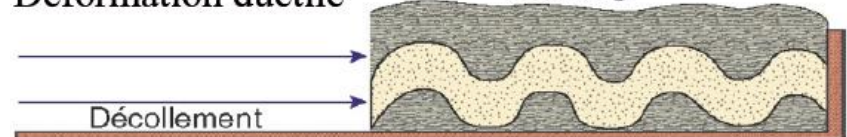
Pure shear



Conservation du volume

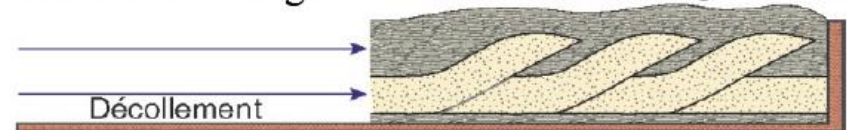
Déformation ductile

Buckling



Déformation fragile

Imbrication, thrusting



Cours VIII: Systèmes compressifs

I- Rappels

II- Les grands types de failles inverses

III- Les décollements

IV- Rampes, imbrications et duplex

V- Socle et couverture

VI- Les nappes

VII- Les plis sur failles

VIII- Quantification de la compression

IX- La sédimentation associée

X-Origine et distribution des failles inverses

IV-Les rampes, imbrications et duplex

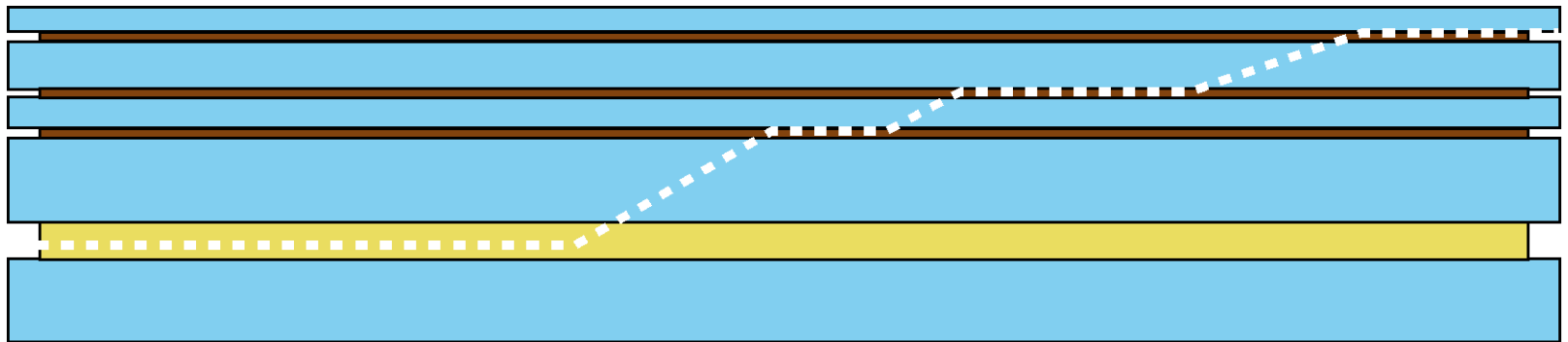
S'il existe plusieurs couches mécaniquement faibles on peut développer des séries de plats (flat/decollement) et **des rampes**



-  Calcaires (mécaniquement fort)
-  Marnes (mécaniquement faible)
-  Argilites et gypse (mécaniquement très faible)

IV-Les rampes, imbrications et duplex

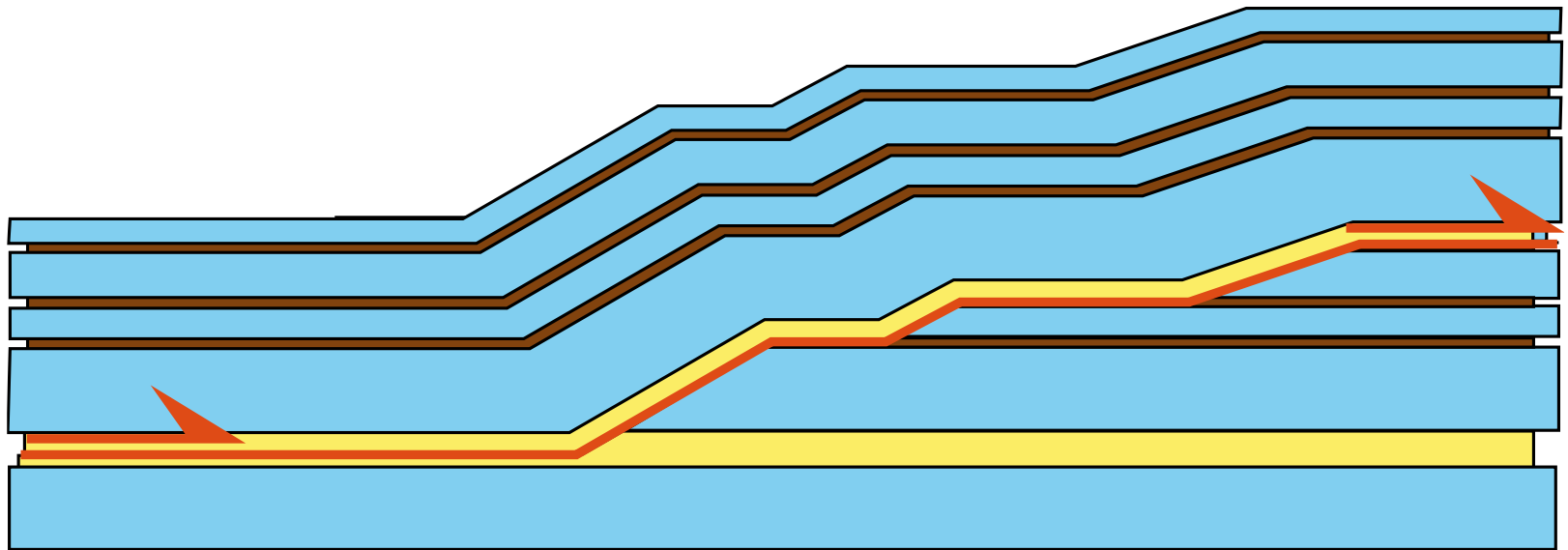
S'il existe plusieurs couches mécaniquement faibles on peut développer des séries de plats (flat/décollement) et **des rampes**



-  Calcaires (mécaniquement fort)
-  Marnes (mécaniquement faible)
-  Argilites et gypse (mécaniquement très faible)

IV-Les rampes, imbrications et duplex

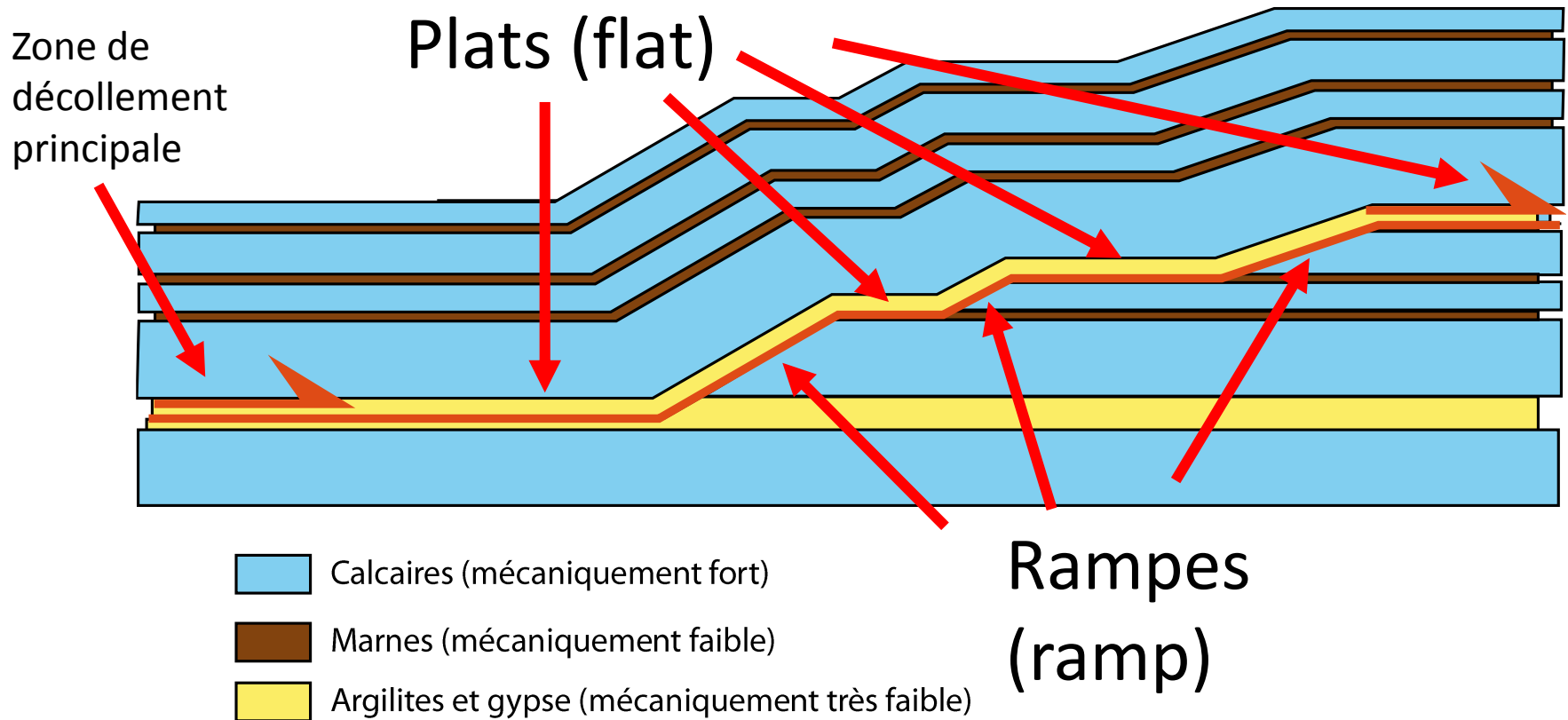
S'il existe plusieurs couches mécaniquement faibles on peut développer des séries de plats (flat/décollement) et **des rampes**



-  Calcaires (mécaniquement fort)
-  Marnes (mécaniquement faible)
-  Argilites et gypse (mécaniquement très faible)

IV-Les rampes, imbrications et duplex

S'il existe plusieurs couches mécaniquement faibles on peut développer des séries de plats (flat/décollement) et **des rampes**



IV-Les rampes, imbrications et duplex

Rampe frontale, oblique ou latérale

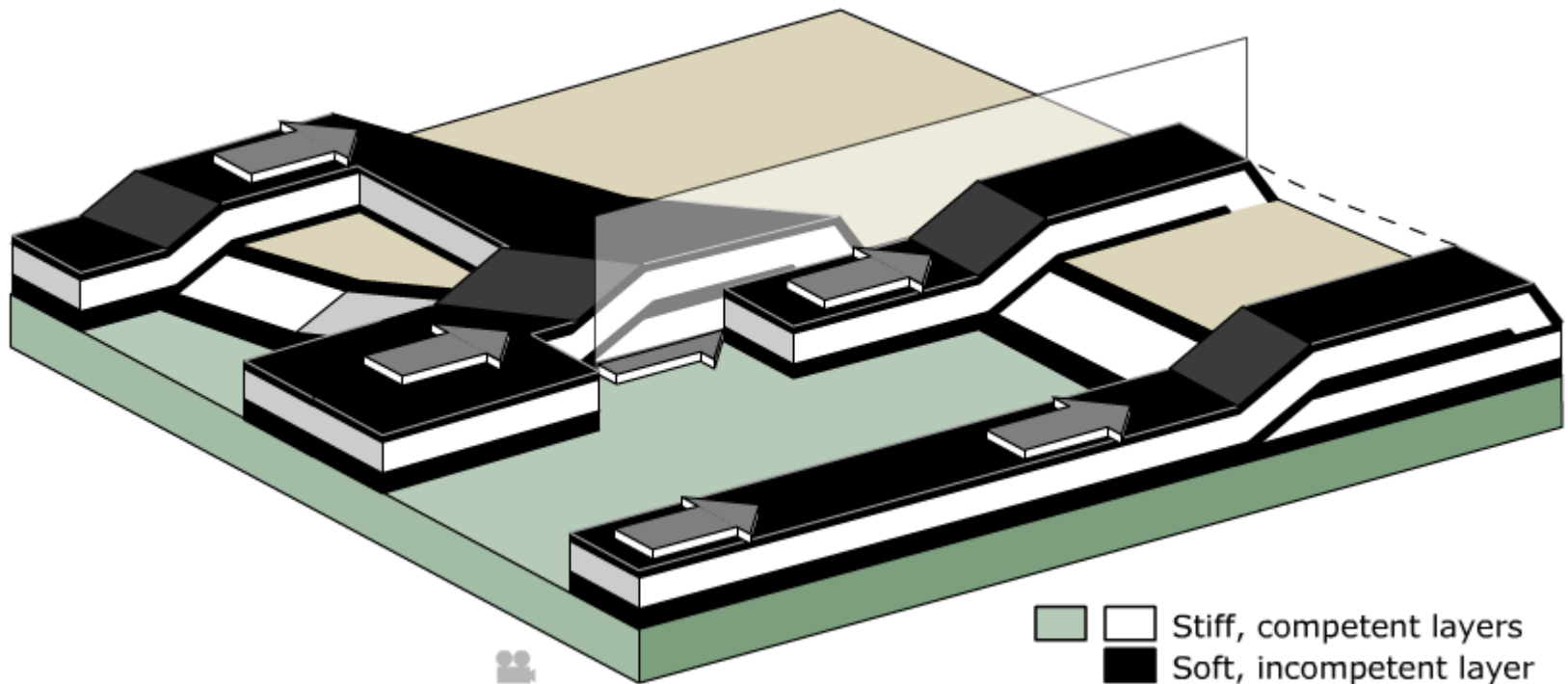


Figure: Haakon Fossen

IV-Les rampes, imbrications et duplex

Rampe frontale, oblique ou latérale

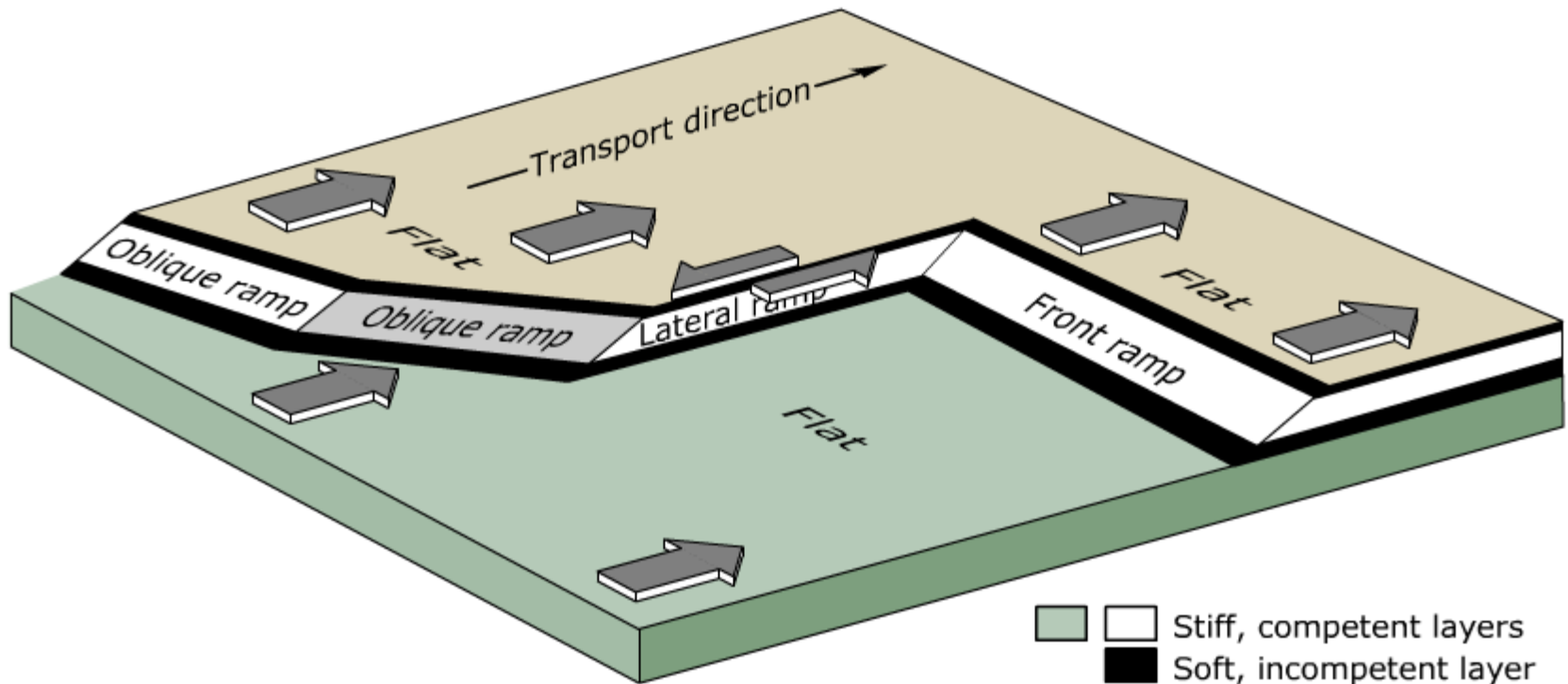
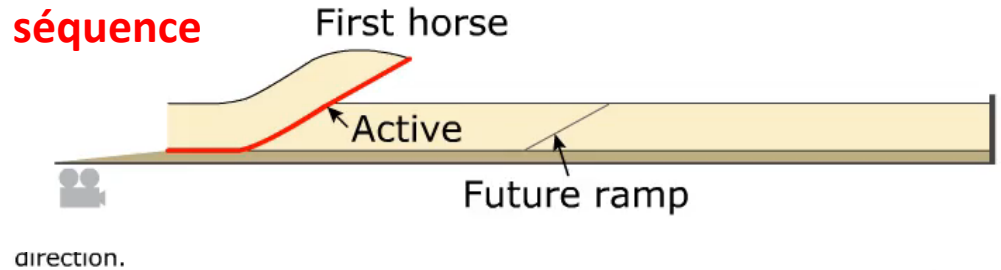


Figure: Haakon Fossen

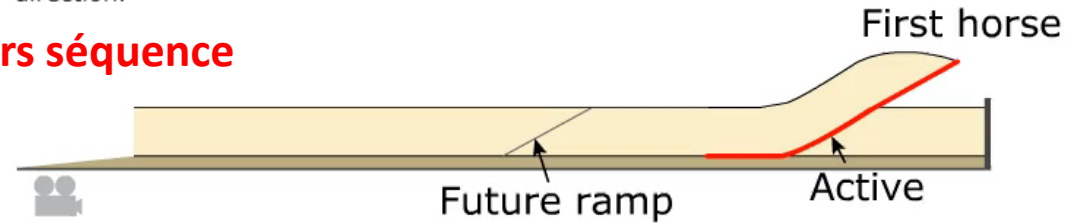
IV-Les rampes, imbrications et duplex

Les systèmes de chevauchements imbriqués

En séquence



Hors séquence



Animation: Haakon Fossen

NB: vidéo imbrication « en séquence »



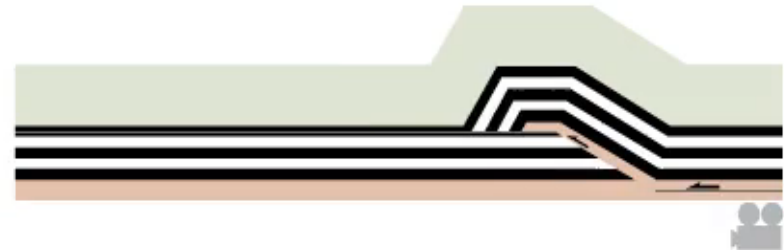
IV-Les rampes, imbrications et duplex

Les duplex

Animation: Haakon Fossen

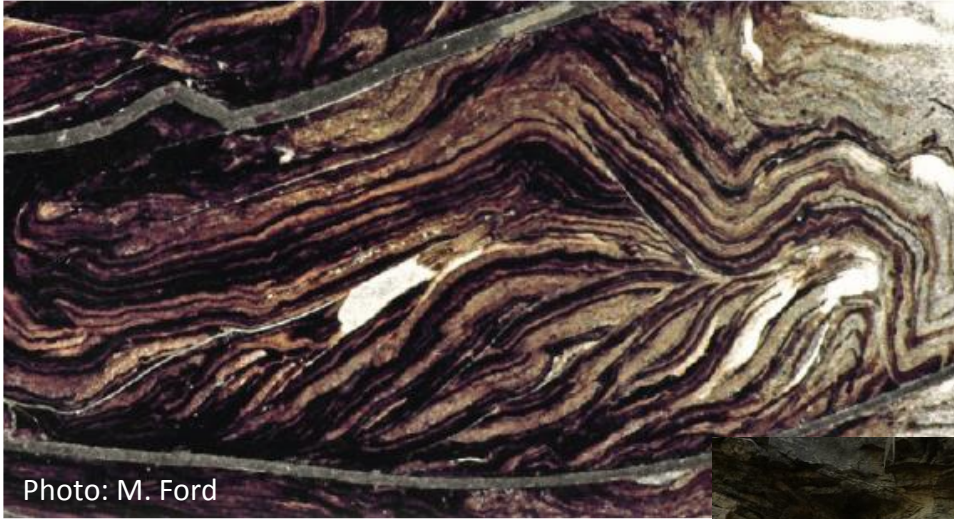
Ensemble d'écaïles tectonique imbriquées, compris entre deux contacts anormaux majeurs de décollement.

Source: Dictionnaire de Géologie
(Foucault et Raoult)



Modèle de boîte à sable: source The Geomodel

IV-Les rampes, imbrications et duplex



Exemples de duplex

Duplex de la Cagalière
Lagrasse Corbières
Stage cartographie
Photo personnelle



Cours VIII: Systèmes compressifs

I- Rappels

II- Les grands types de failles inverses

III- Les décollements

IV- Rampes, imbrications et duplex

V- Socle et couverture

VI- Les nappes

VII- Les plis sur failles

VIII- Quantification de la compression

IX- La sédimentation associée

X-Origine et distribution des failles inverses

Cours VIII: Systèmes compressifs

I- Rappels

II- Les grands types de failles inverses

III- Les décollements

IV- Rampes, imbrications et duplex

V- Socle et couverture

VI- Les nappes

VII- Les plis sur failles

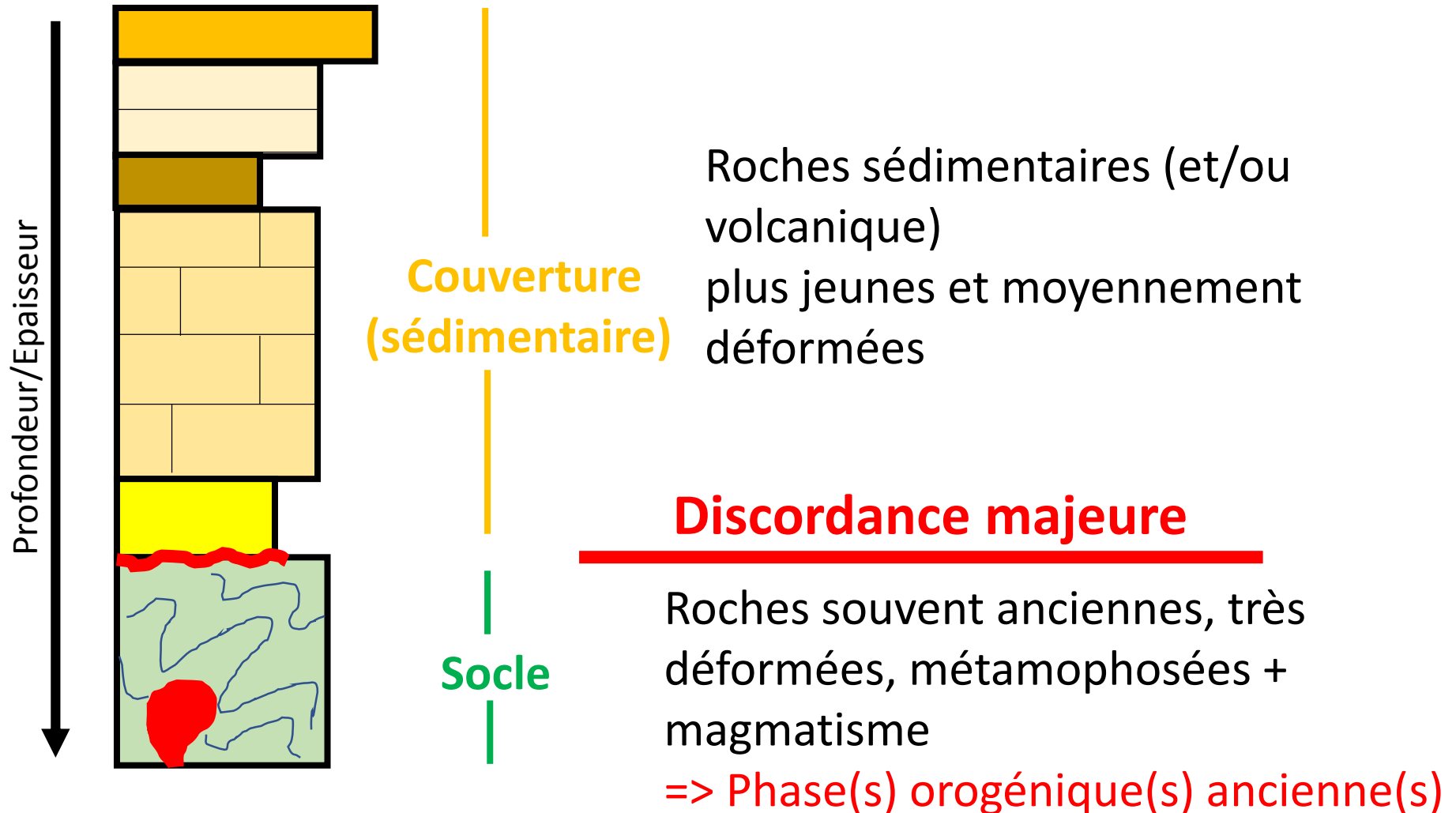
VIII- Quantification de la compression

IX- La sédimentation associée

X-Origine et distribution des failles inverses

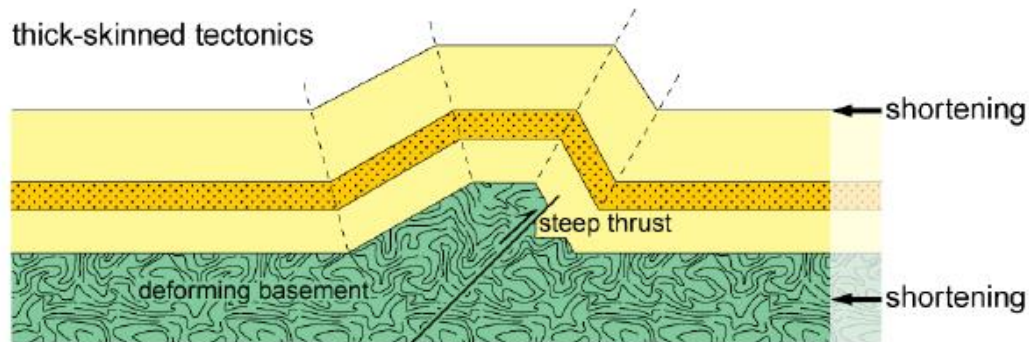
V-Socle et couverture

Socle vs. couverture

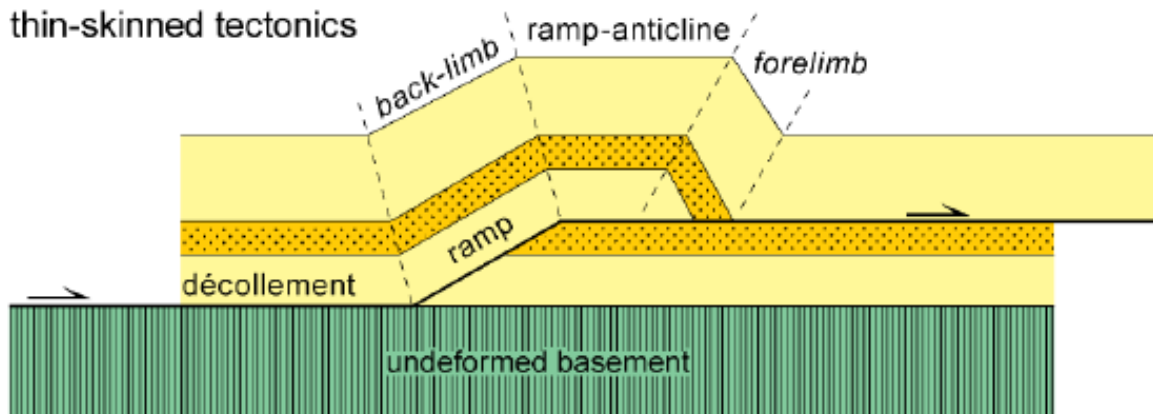


V-Socle et couverture

Tectonique de socle vs. couverture



NB: en anglais *thick-skin tectonic*
(tectonique de peau épaisse)



NB: en anglais *thin-skin tectonic*
(tectonique de peau fine)

Tectonique de socle:

- ⇒ Pas de découplage
- ⇒ Pas de décollement entre socle et couverture
- ⇒ Tectonique continue entre socle et couverture

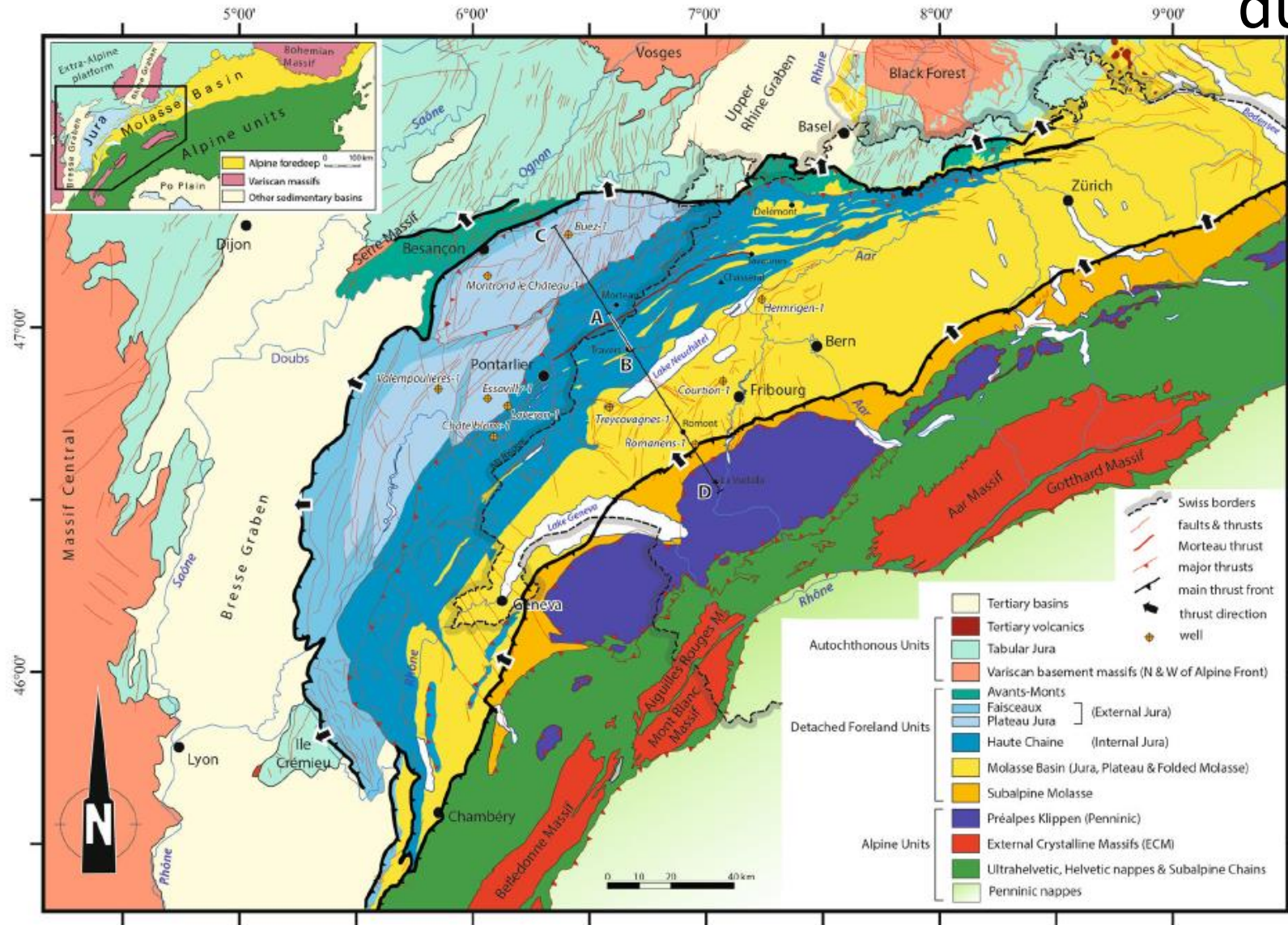
VS.

Tectonique de couverture:

- ⇒ Découplage socle/couverture
- ⇒ Présence d'un décollement
- ⇒ Tectonique affectent uniquement la couverture

V-Socle et couverture

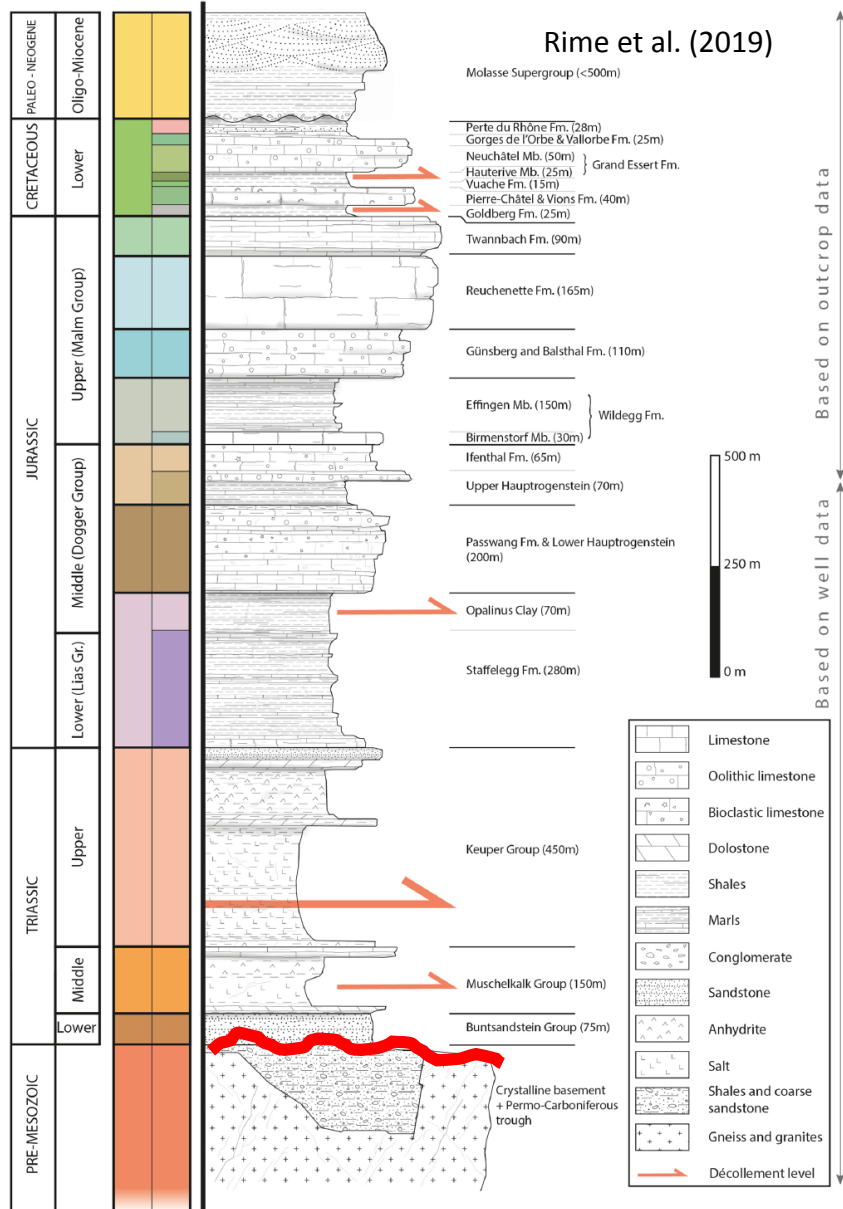
Exemple du Jura



Rime et al. (2019)

Fig. 1 Overview map of the Jura fold-and-thrust belt and the Molasse Basin. Trace A–B: cross-section Fig. 5, 8, trace C–D: cross-section Fig. 6 and trace A–D: cross-section Fig. 10. Modified after Sommaruga et al. (2017)

V-Socle et couverture

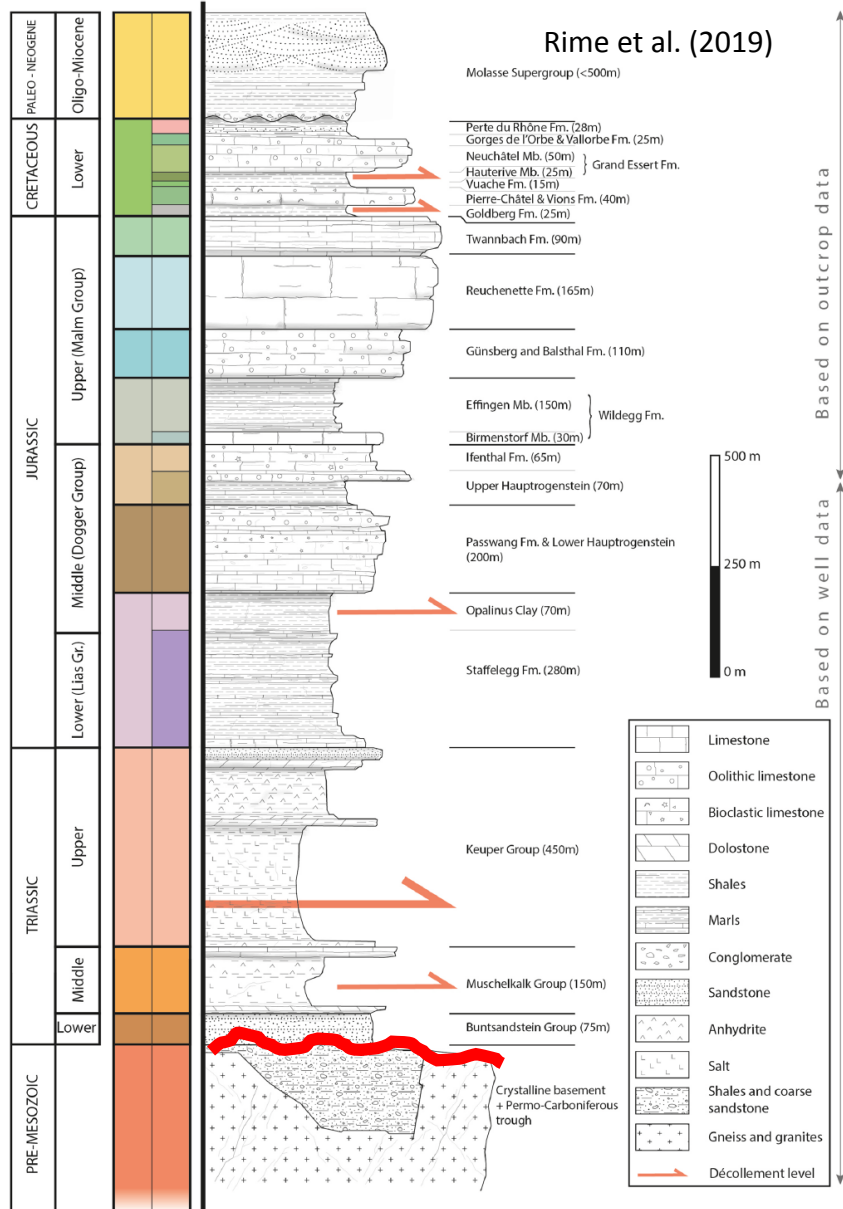


Exemple du Jura

Roches sédimentaires plus jeunes
(Trias à Oligo-Miocène)
principalement carbonatées
(= calcaires + calcaires argileux)

Roches « cristallines »
(= magmatiques+métamorphiques)
+ sédiments anciens Permo-Carbonifère

V-Socle et couverture

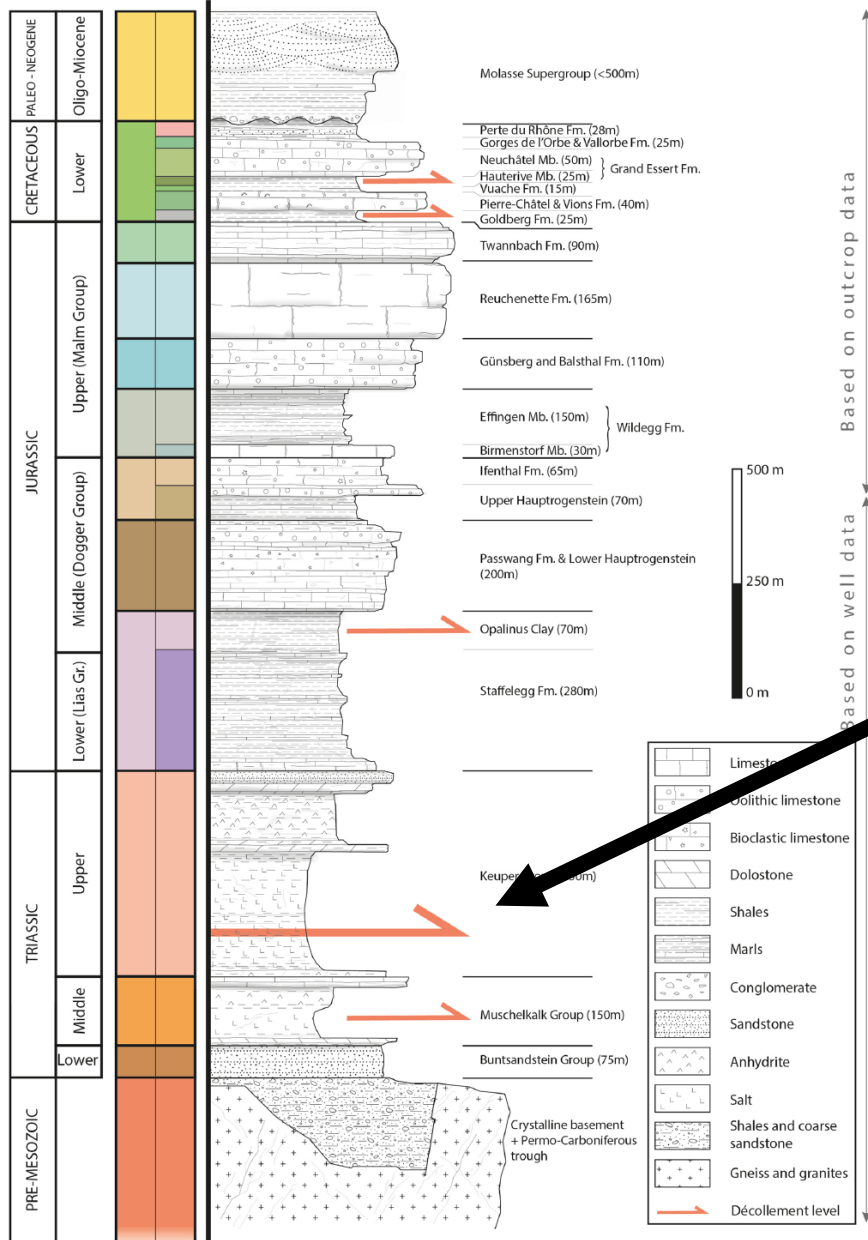


Exemple du Jura

COUVERTURE

SOCLE

V-Socle et couverture

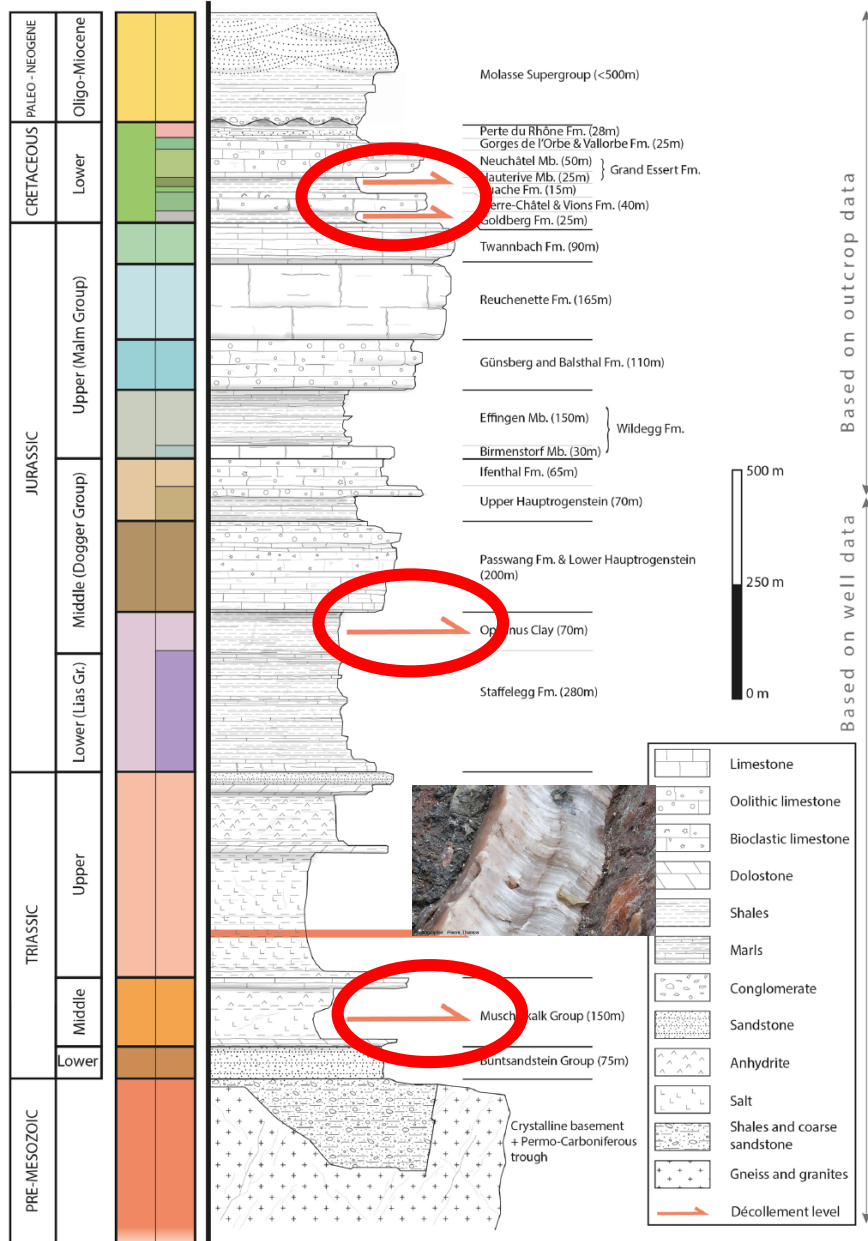


Exemple du Jura



Evaporite (gypse) du Keuper
=> Niveau de décollement majeur

V-Socle et couverture

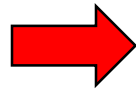


Exemple du Jura

+ autre couches mécaniquement faibles localisant la déformation, les failles et formant des décollements secondaires

V-Socle et couverture

Exemple
du Jura



**Tectonique
de couverture**

Rime et al. (2019)

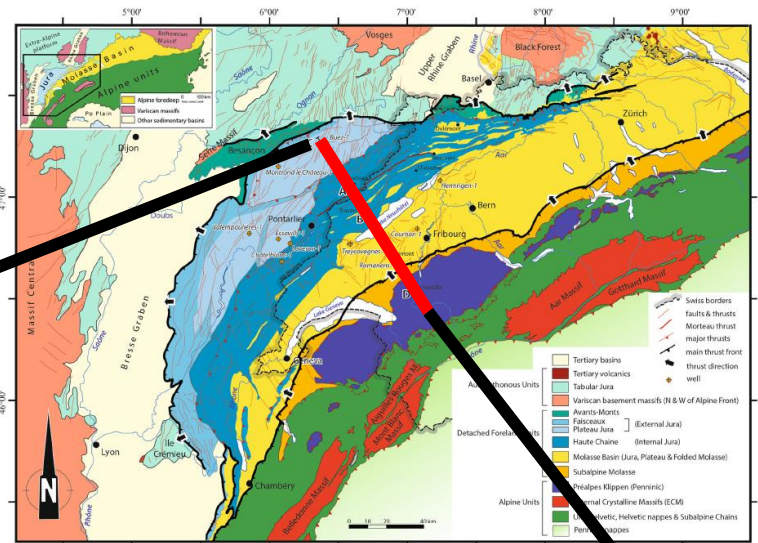
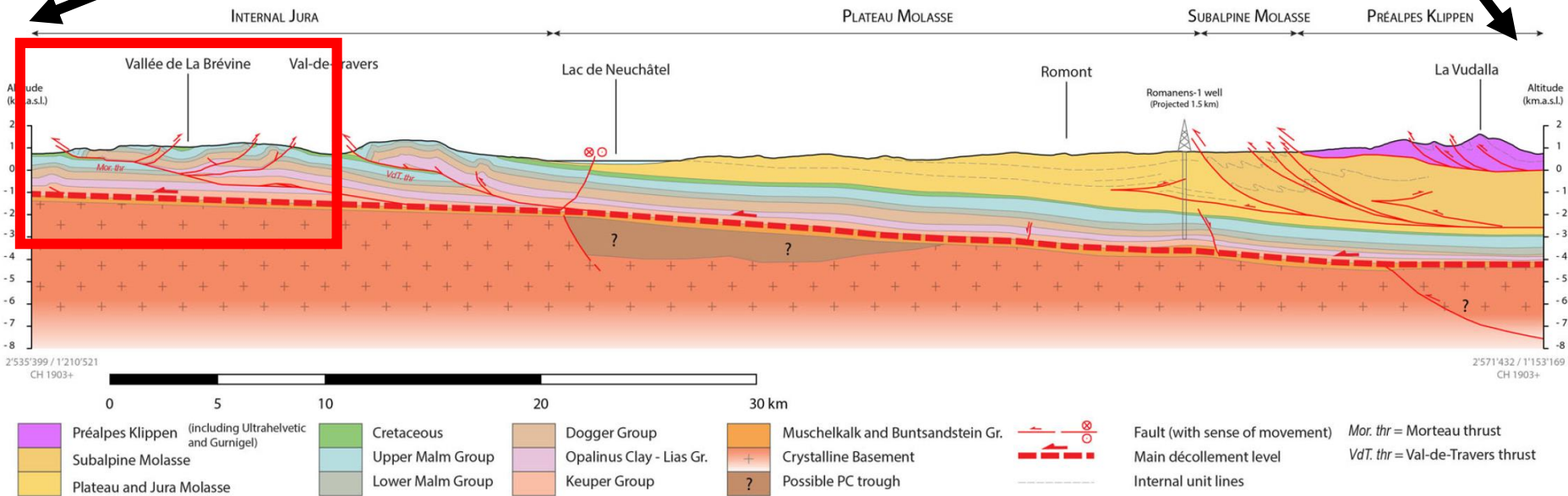
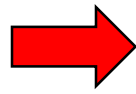


Fig. 1 Overview map of the Jura fold-and-thrust belt and the Molasse Basin. Trace A-B: cross-section Fig. 5, 8, trace C-D: cross-section Fig. 6 and trace A-D: cross-section Fig. 10. Modified after Sommaruga et al. (2017)

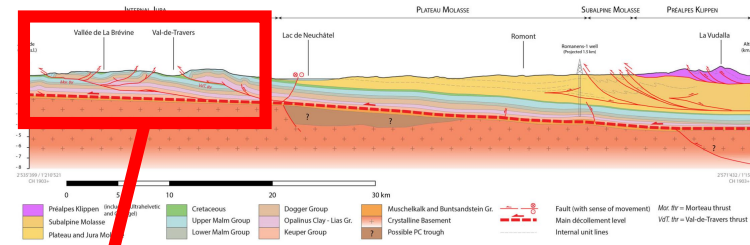


V-Socle et couverture

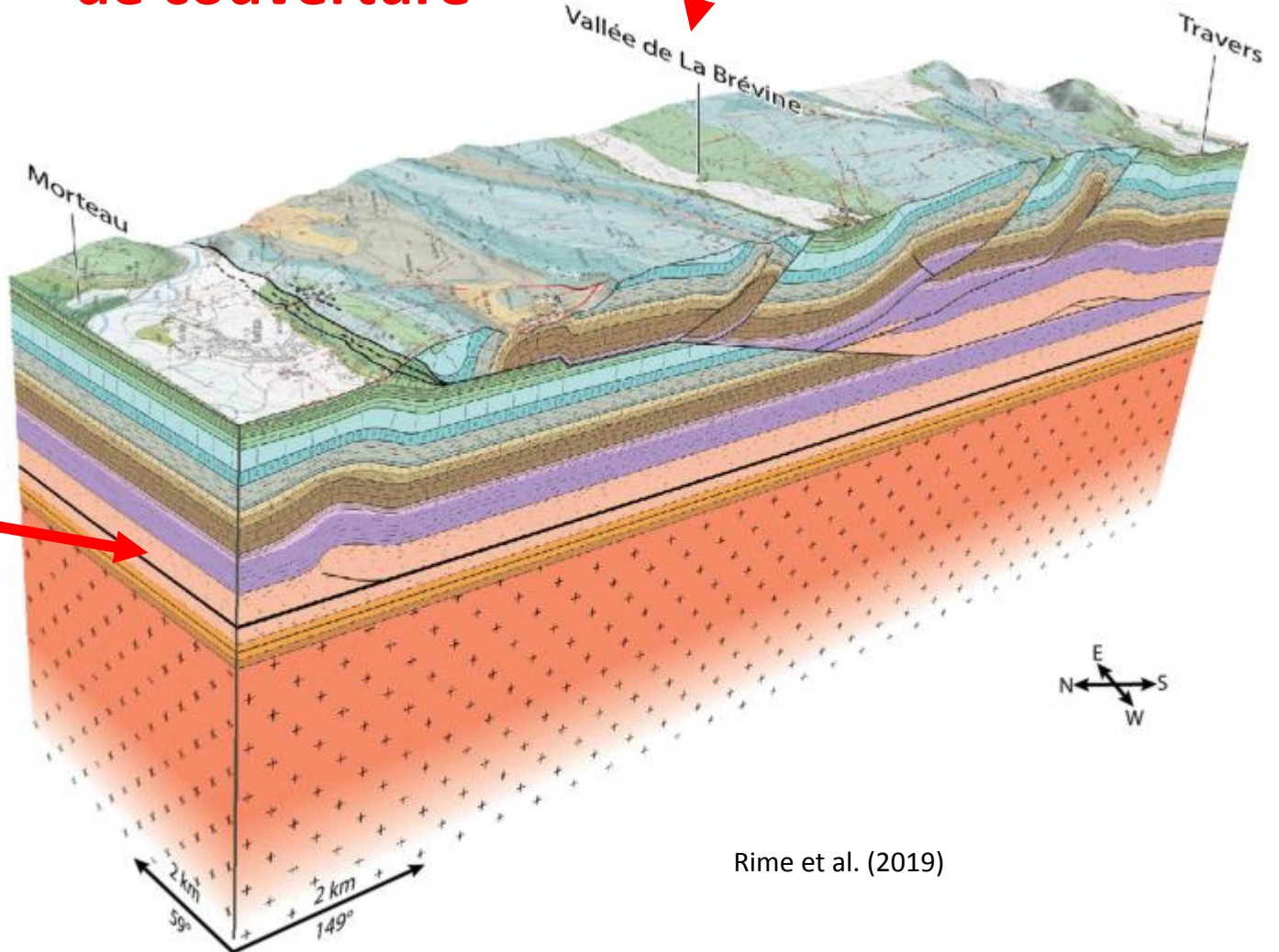
Exemple
du Jura



**Tectonique
de couverture**



Trias (Keuper)
Niveau de
décollement
majeur



Rime et al. (2019)

Cours VIII: Systèmes compressifs

I- Rappels

II- Les grands types de failles inverses

III- Les décollements

IV- Rampes, imbrications et duplex

V- Socle et couverture

VI- Les nappes

VII- Les plis sur failles

VIII- Quantification de la compression

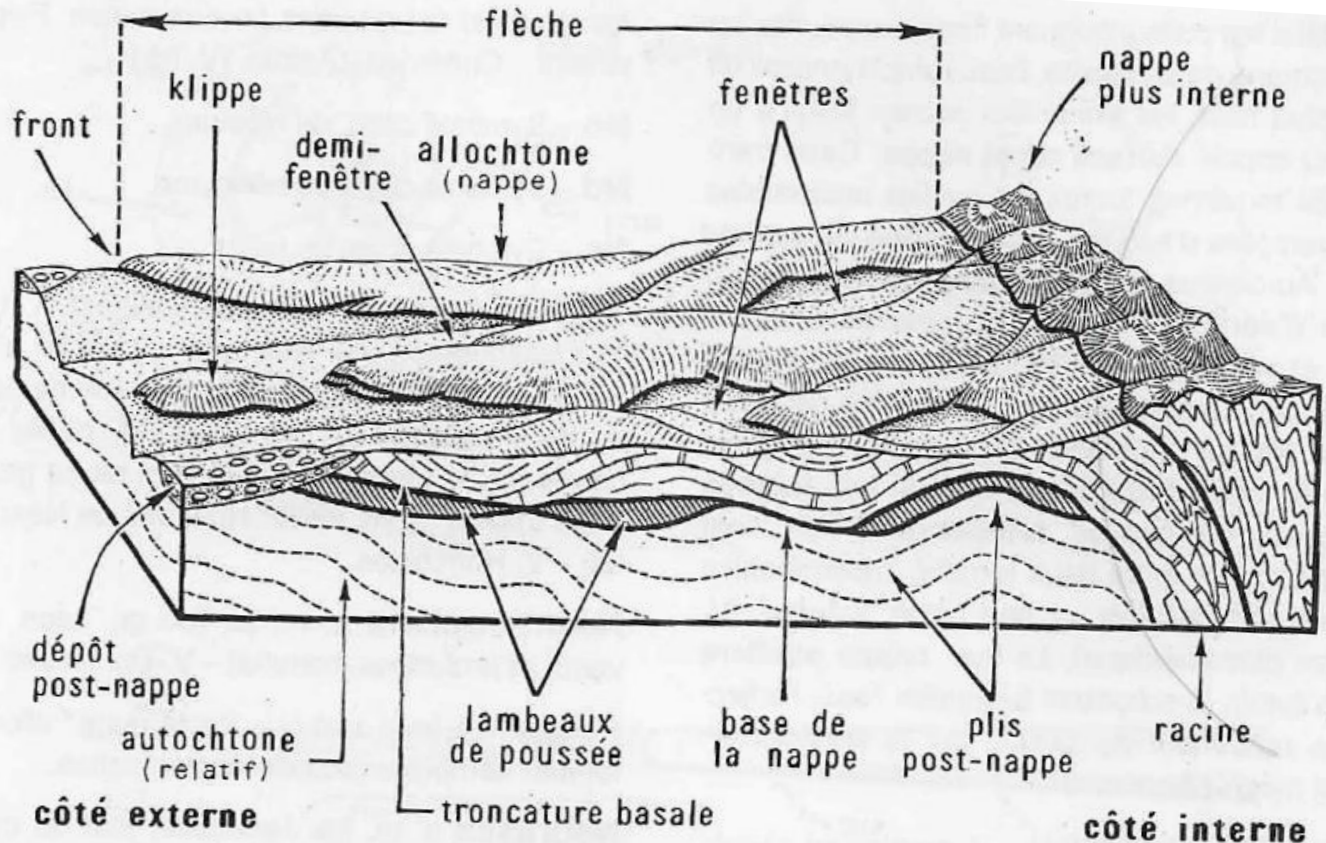
IX- La sédimentation associée

X-Origine et distribution des failles inverses

VI- Les nappes

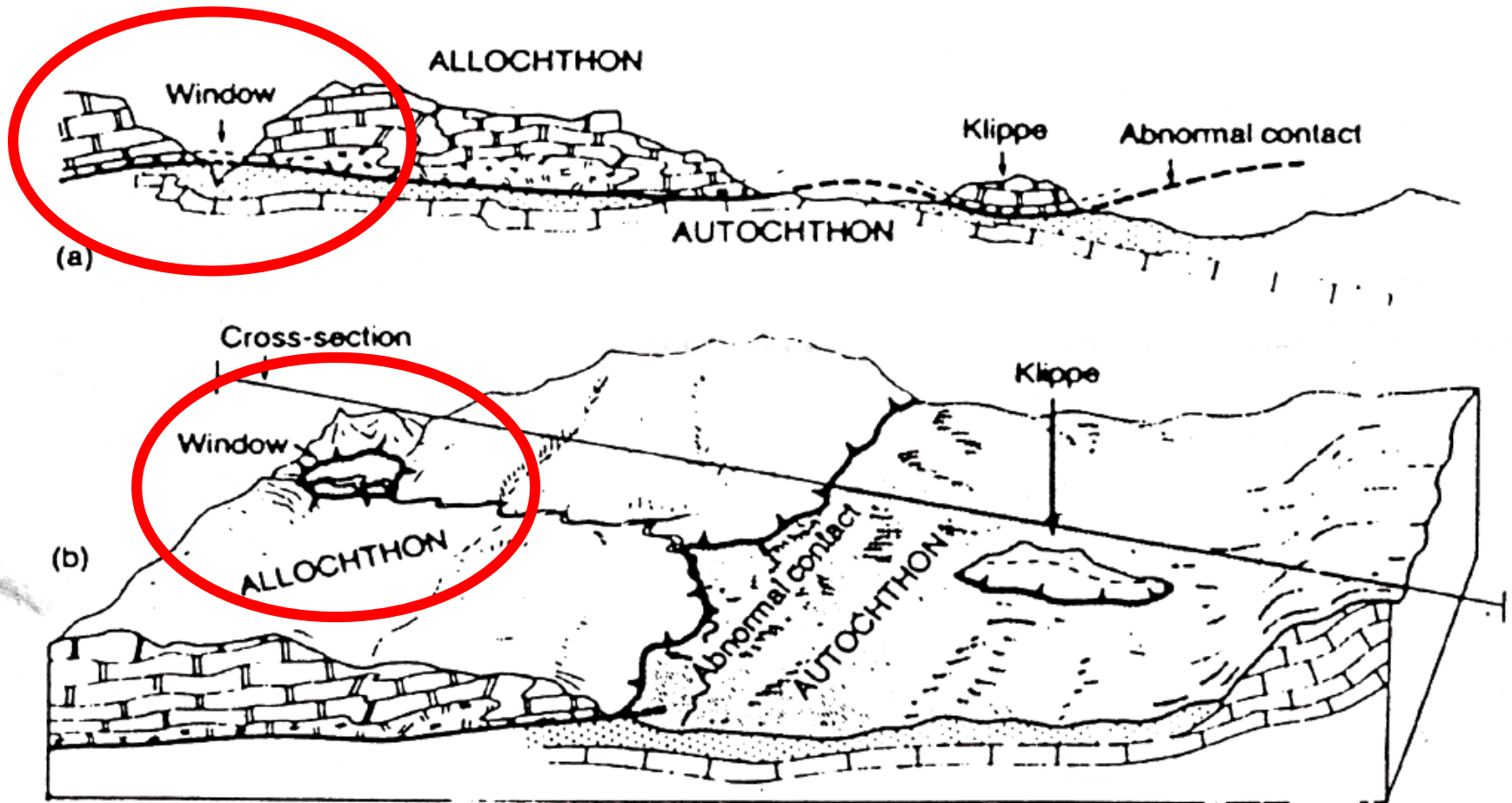
Nappe (de charriage) = **Ensemble** de terrain qui a été déplacé (**allochtone**) et est venu recouvrir un autre ensemble de terrain (**autochtone**) dont il est très éloigné à l'origine. Ce terme implique habituellement que les séries mises en contact ont des caractères et souvent âges très différents.

Source:
Dictionnaire de géologie
Foucault et Raoult



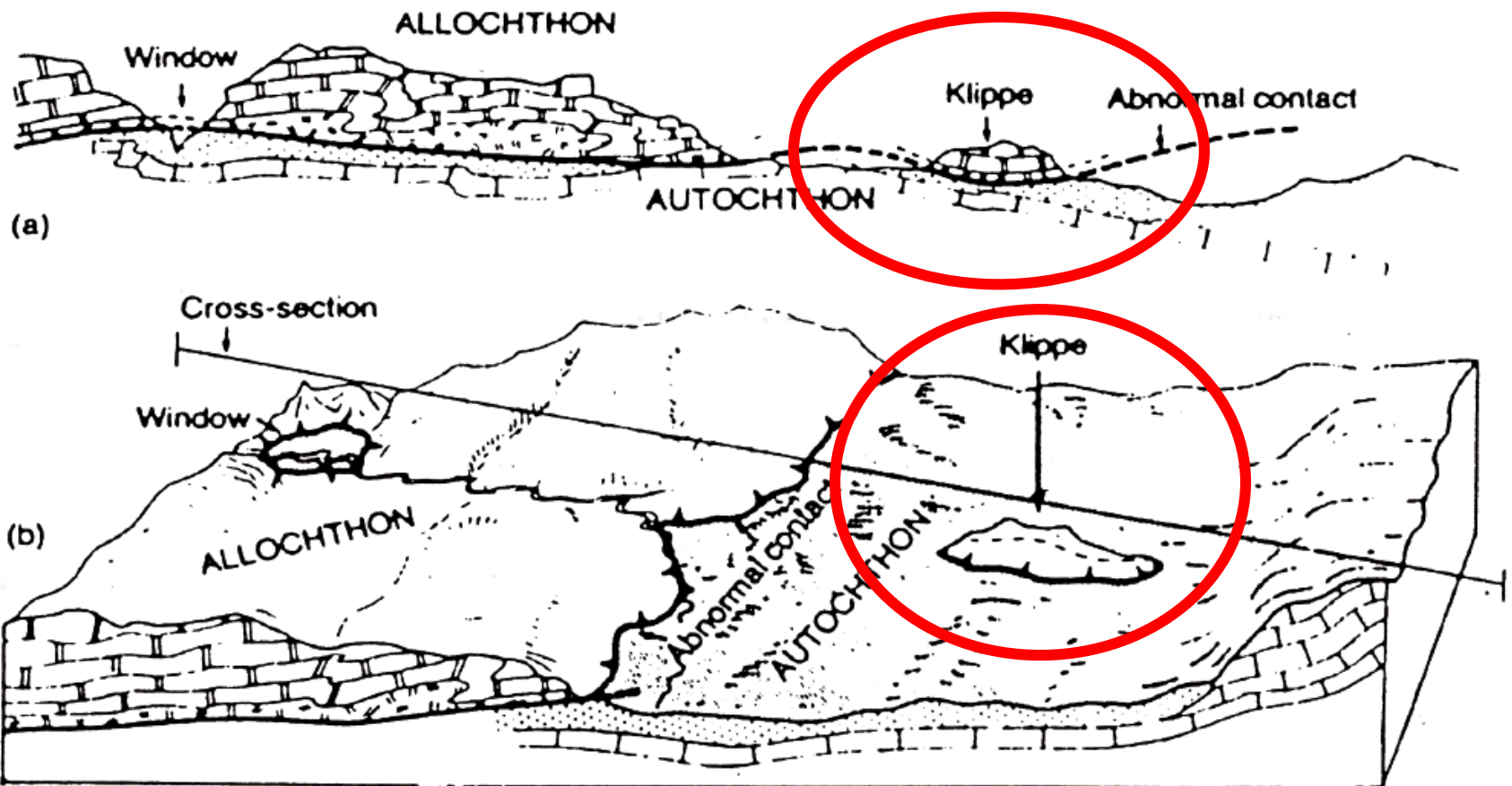
VI- Les nappes

Les fenêtres = les terrains autochtones affleurent mais sont complètement entourés par les terrains allochtones les chevauchant. L'érosion a été suffisante pour « creuser » au delà du chevauchement mais seulement à quelques endroits.



VI- Les nappes

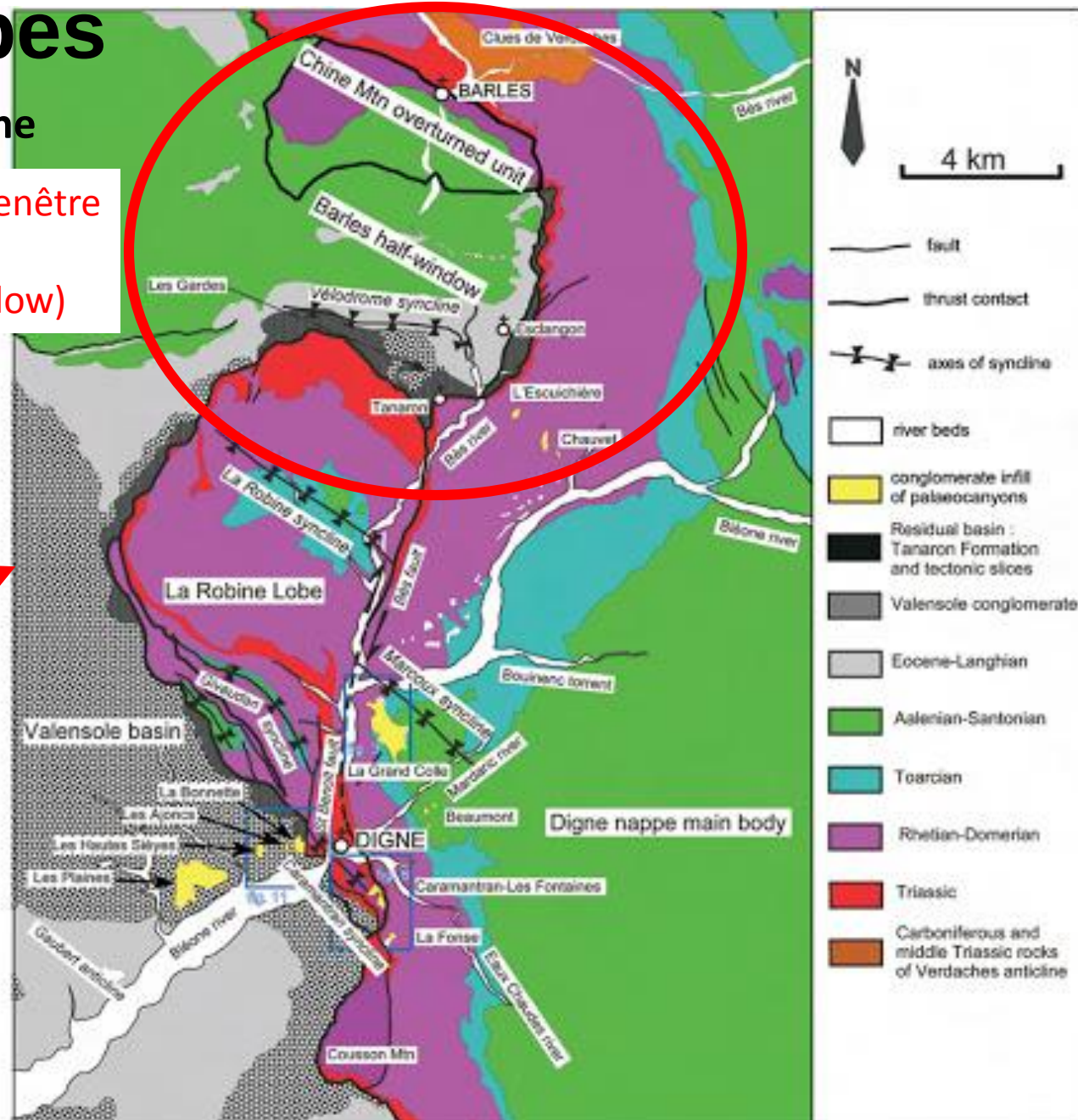
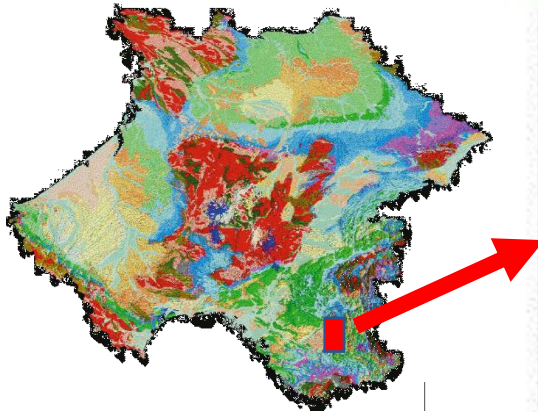
Les klippes = les terrains allochtones sont complètement entourés par les terrains autochtones. L'érosion a totalement érodé la plus part des terrains allochtones sauf à quelques endroits préservés (les klippes).



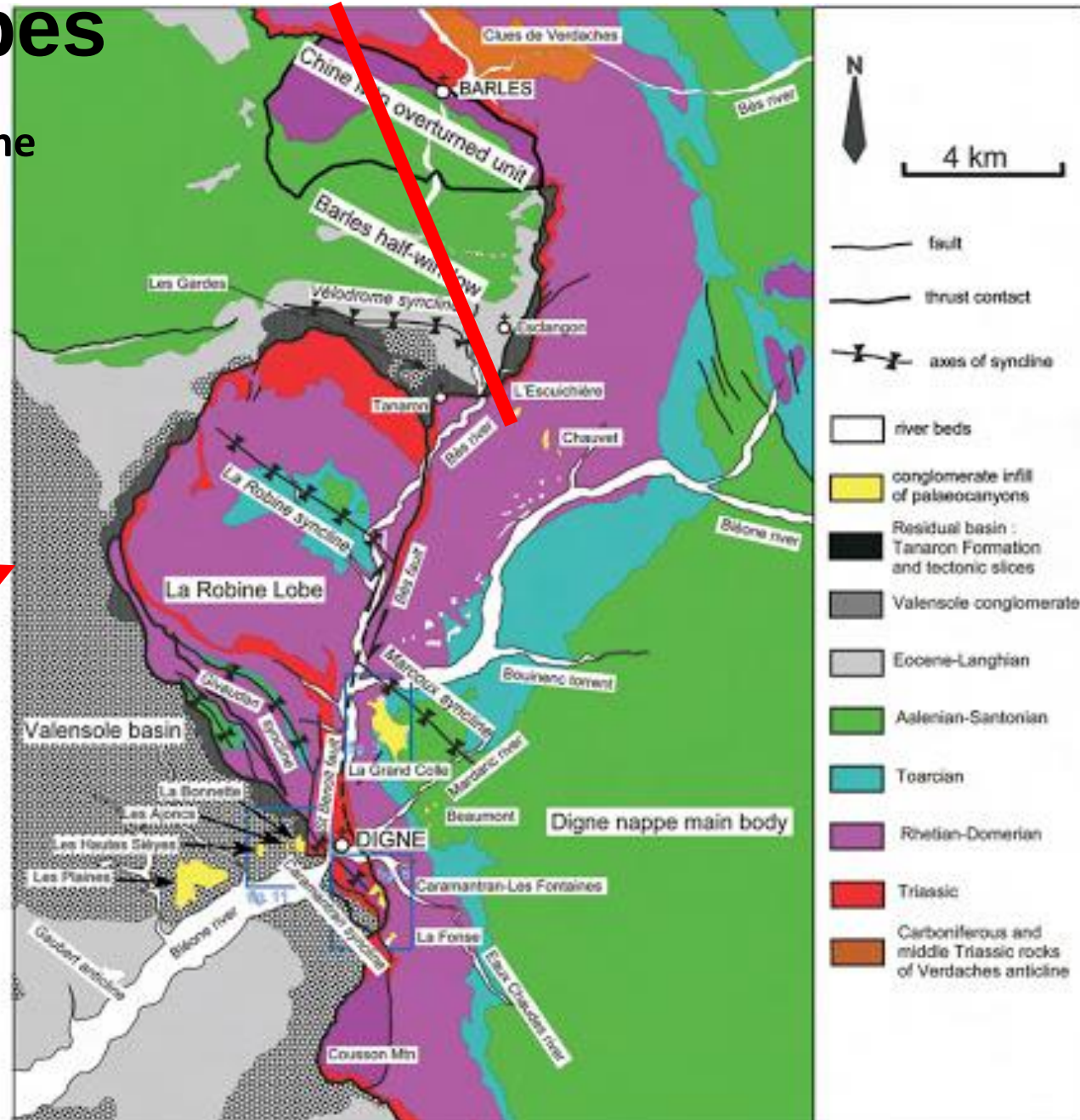
VI- Les nappes

Exemple: la Nappe de Digne

La demi-fenêtre
de Barles
(half window)



Exemple: la Nappe de Digne

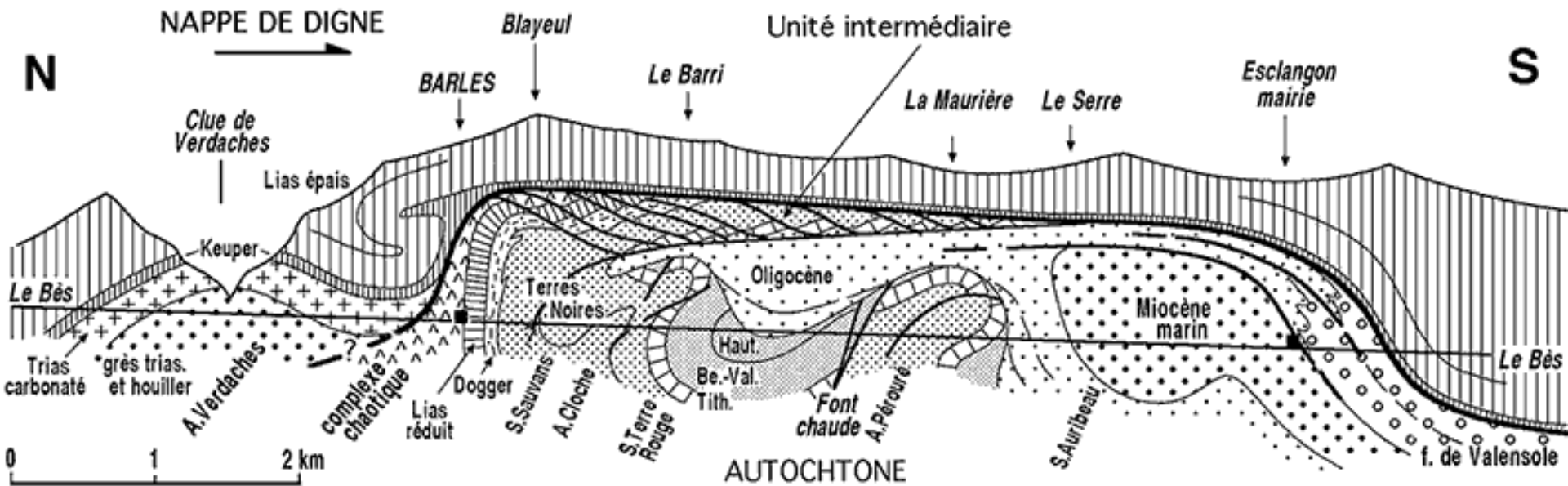


Exemple: la Nappe de Digne

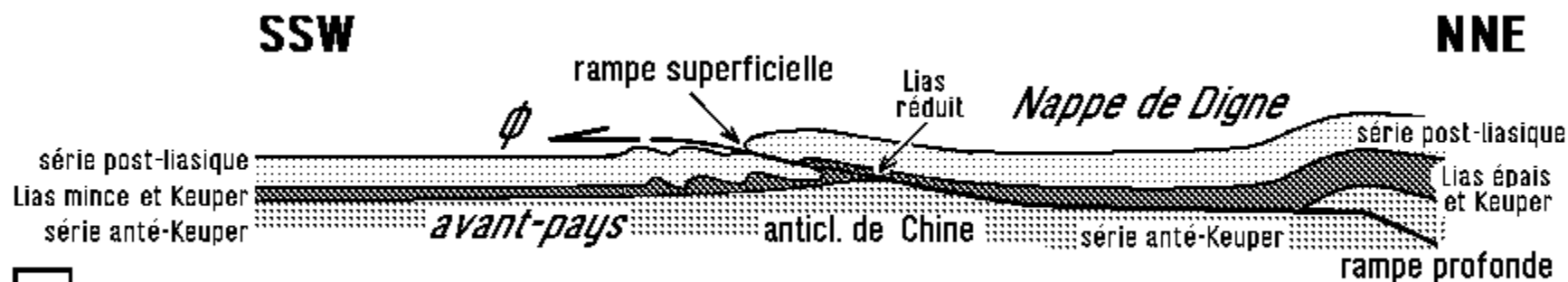
This figure is an aerial photograph of the Digne area in the Alpes de Haute-Provence, France, overlaid with geological and structural information. The main image shows the following features:

- Geological Labels:** Somt de Blayeul, Le Pirou, Somt des Ajustats, Baisse de Constant, Le Barri, Carixien, Lias inférieur, Lias supérieur, Jur. sup., Olig., Miocène, Le Bau de l'Adret, La Maurière, Serre d'Esclançon, Oligocène, Miocène du Bès, crête de Martelle, ravin de l'Adret.
- Structural Features:** Fault lines are indicated by blue lines with arrows showing movement. A dashed line represents the Digne nappe main body.
- Inset Map:** A small map in the top right corner shows the regional context, including the Digne basin, the Digne nappe, and the surrounding geological units. It includes a legend for various geological units and a scale bar.

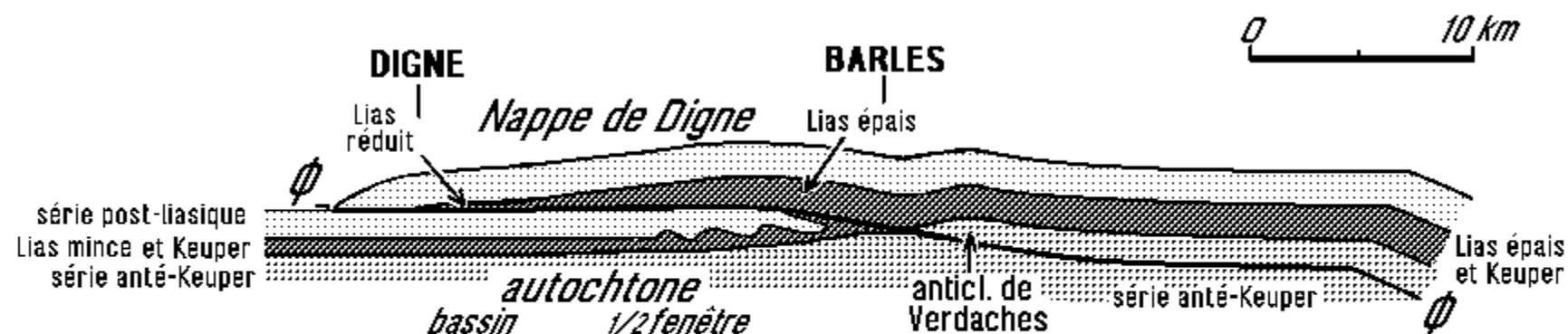
The photograph captures the rugged terrain of the Digne area, with the Digne nappe clearly visible as a distinct geological unit. The structural map highlights the complex tectonic history of the region, showing the Digne basin and the Digne nappe main body. The inset map provides a broader regional context, showing the Digne basin, the Digne nappe, and the surrounding geological units.



VI- Les nappes



1 Détachement de la nappe



2 Fin du premier charriage

Cours VIII: Systèmes compressifs

I- Rappels

II- Les grands types de failles inverses

III- Les décollements

IV- Rampes, imbrications et duplex

V- Socle et couverture

VI- Les nappes

VII- Les plis sur failles

VIII- Quantification de la compression

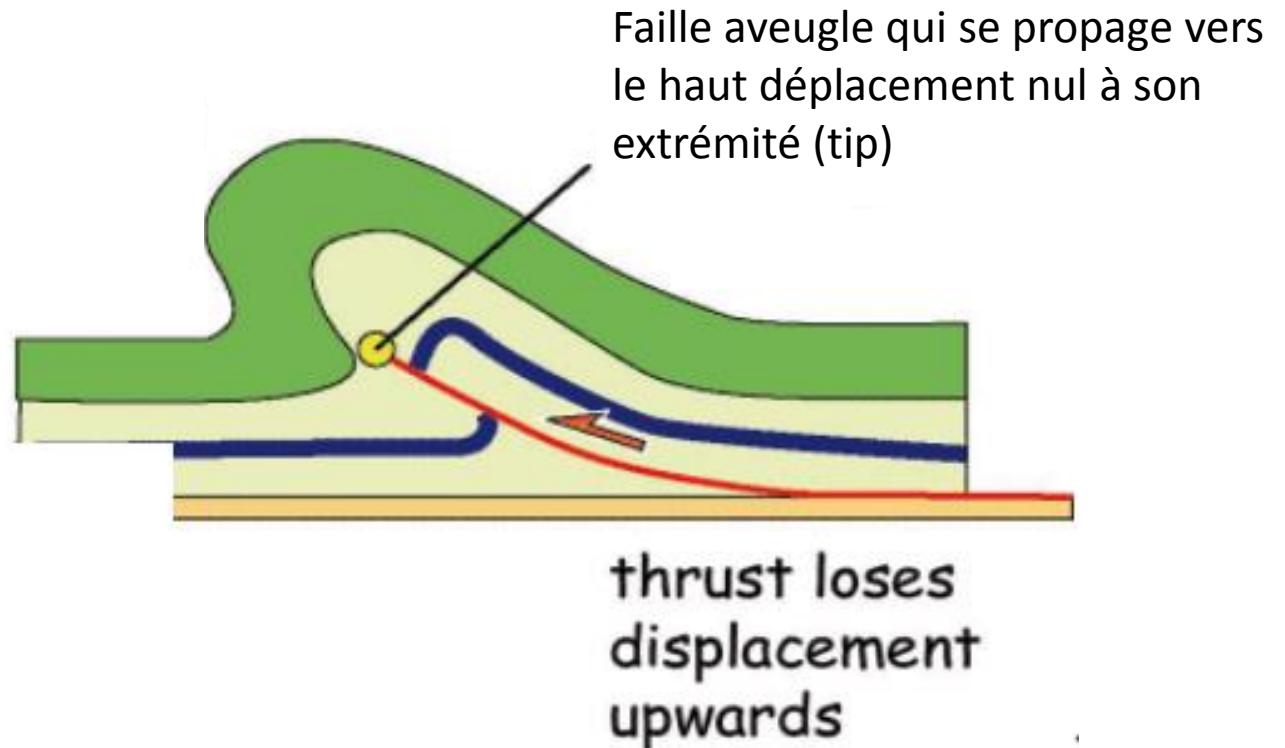
IX- La sédimentation associée

X-Origine et distribution des failles inverses

VII- Les plis sur faille

1- Plis de propagation de faille (Fault-propagation folds or tip-line fold)

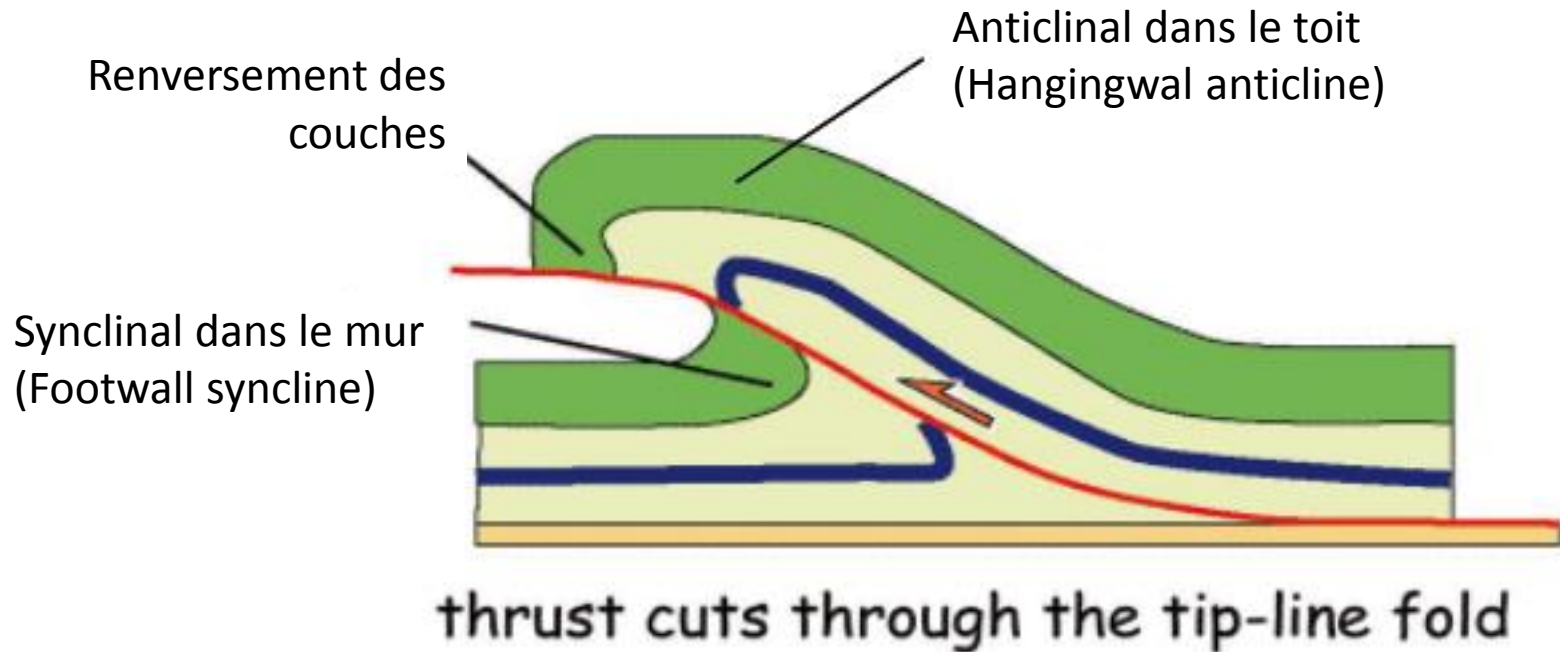
(nb: tip = pointe en anglais)



VII- Les plis sur faille

1- Plis de propagation de faille (Fault-propagation folds or tip-line fold)

(nb: tip = pointe en anglais)



VII- Les plis sur faille

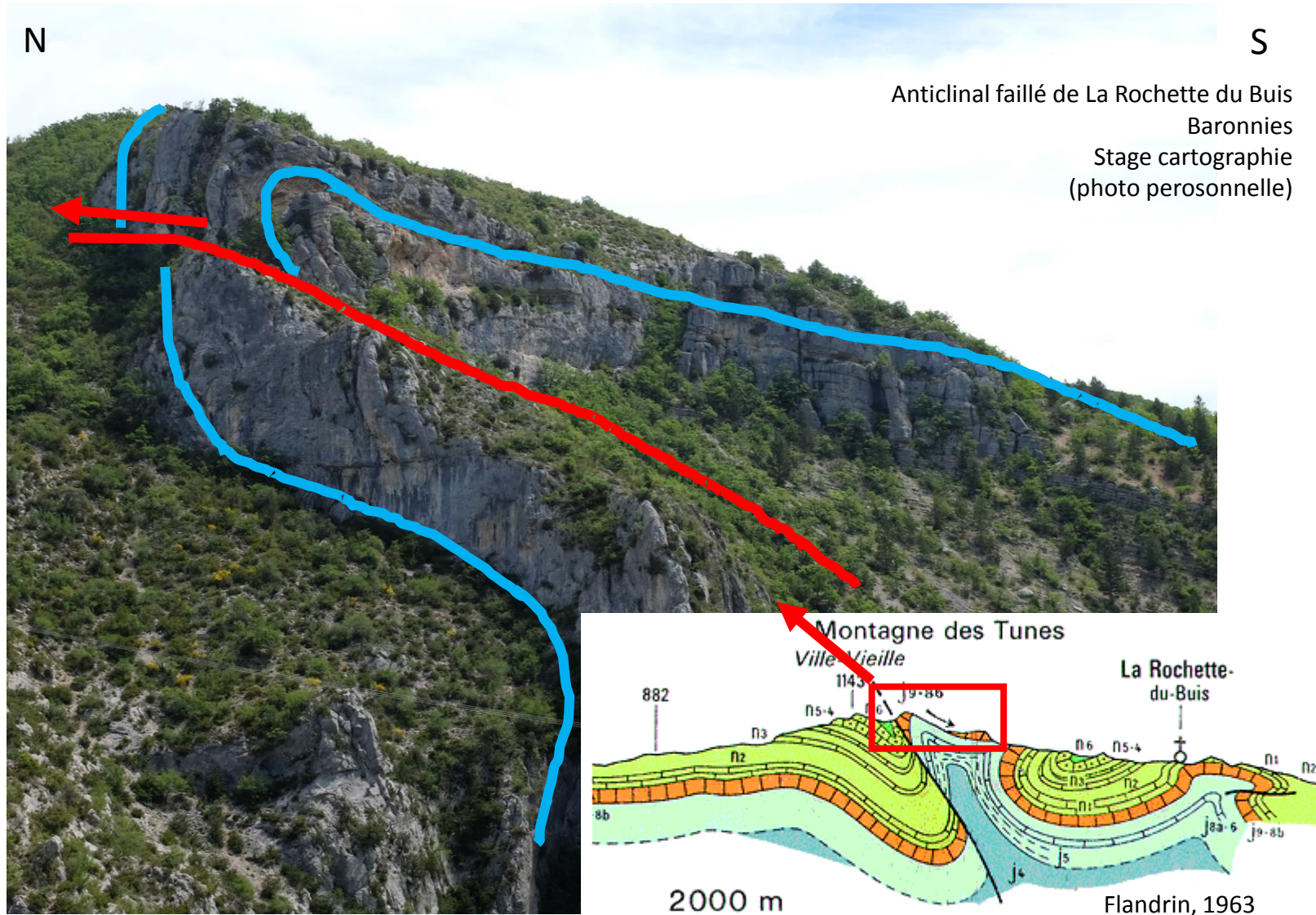
1- Plis de propagation de faille (Fault-propagation folds or tip-line fold)



Anticlinal faillé de La Rochette du Buis
Baronnies
Stage cartographie

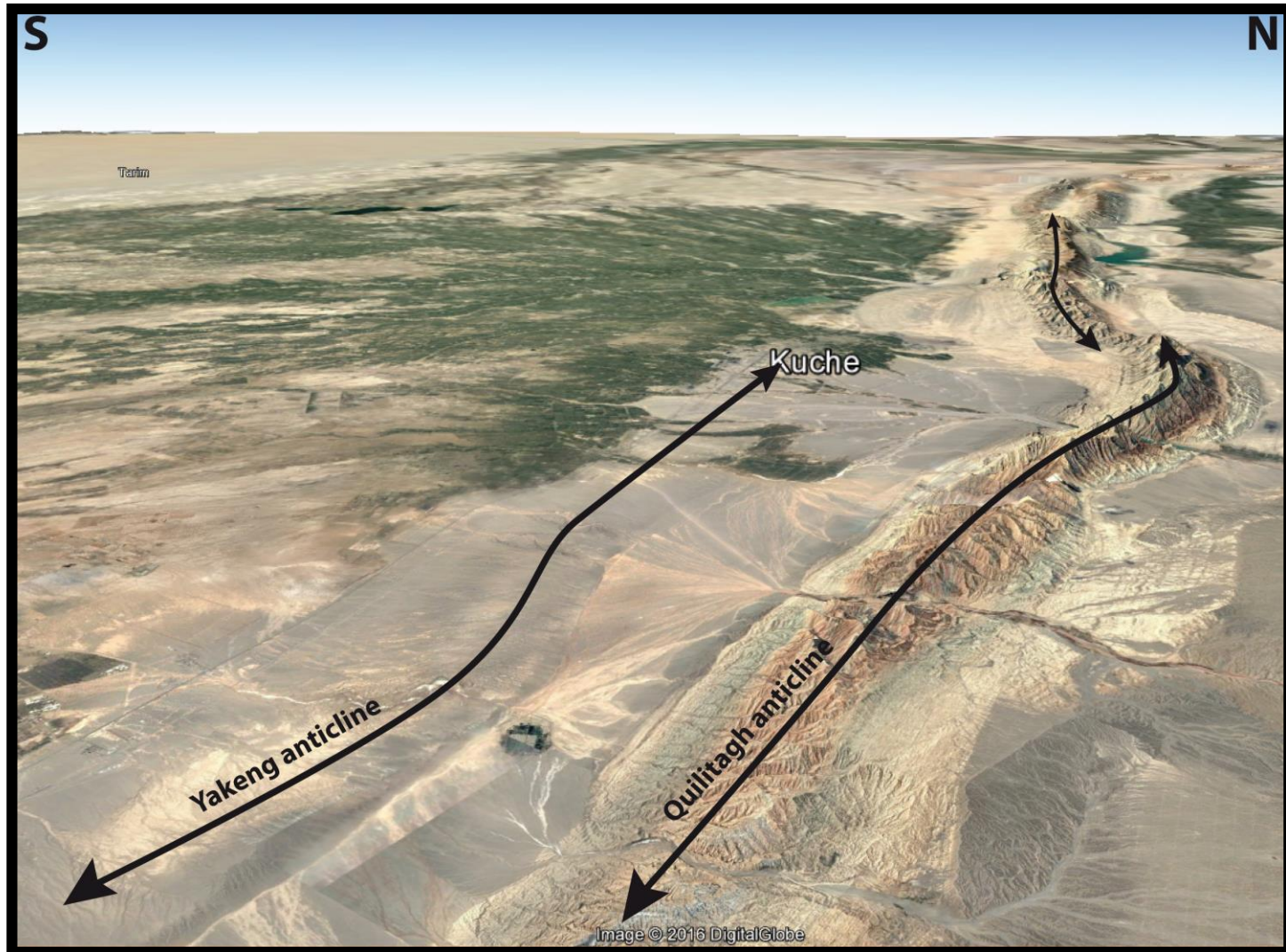
VII- Les plis sur faille

1- Plis de propagation de faille (Fault-propagation folds or tip-line fold)



VII- Les plis sur faille

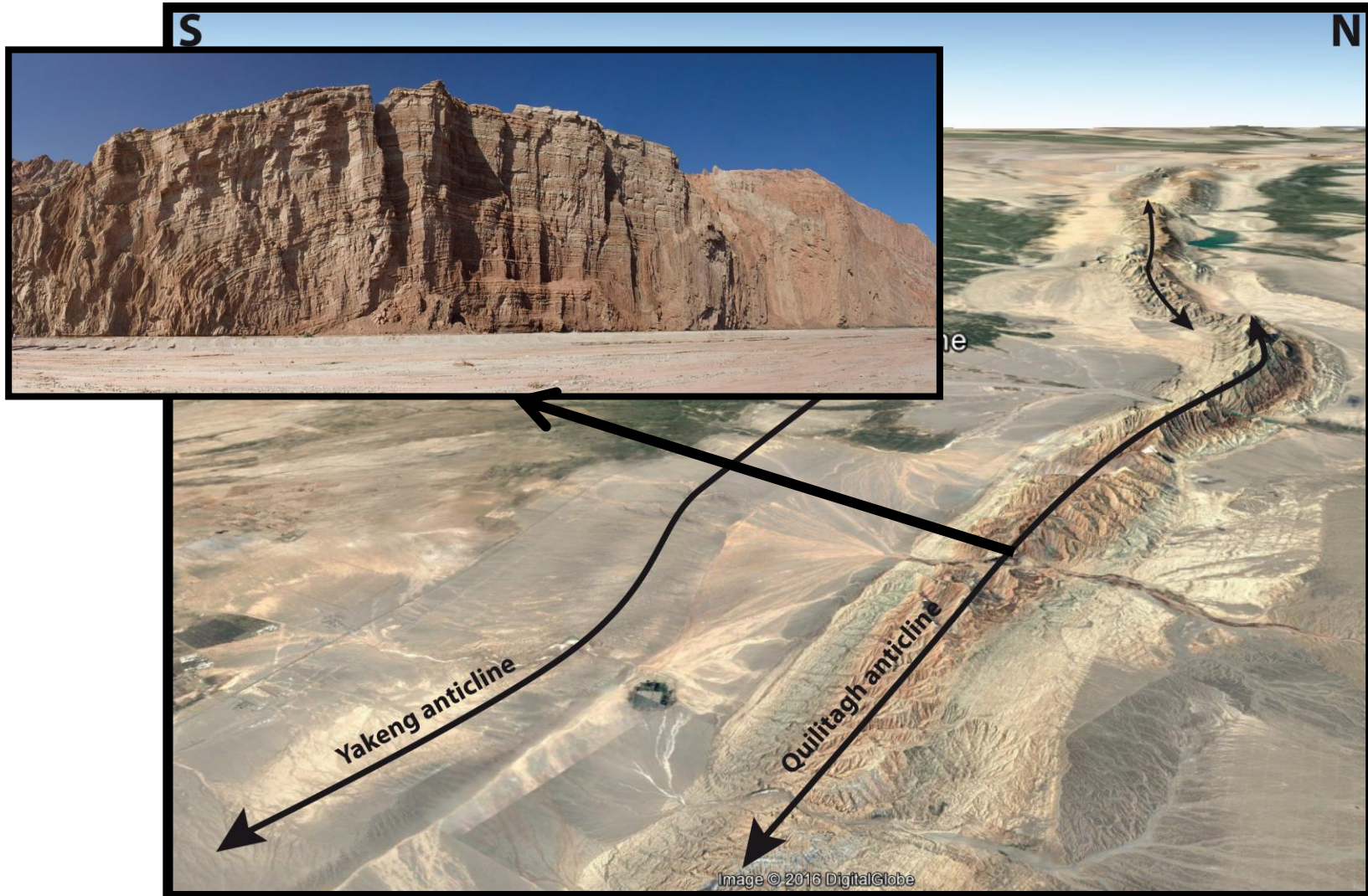
1- Plis de propagation de faille (Fault-propagation folds or tip-line fold)



Exemple du pli de Quilitagh au Tianshan en Asie Centrale

VII- Les plis sur faille

1- Plis de propagation de faille (Fault-propagation folds or tip-line fold)



Exemple du pli de Quilitagh au Tianshan en Asie Centrale

VII- Les plis sur faille

1- Plis de propagation de faille (Fault-propagation folds or tip-line fold)

Exemple du pli de Quilitag au Tianshan en Asie Centrale (photo personnelle)

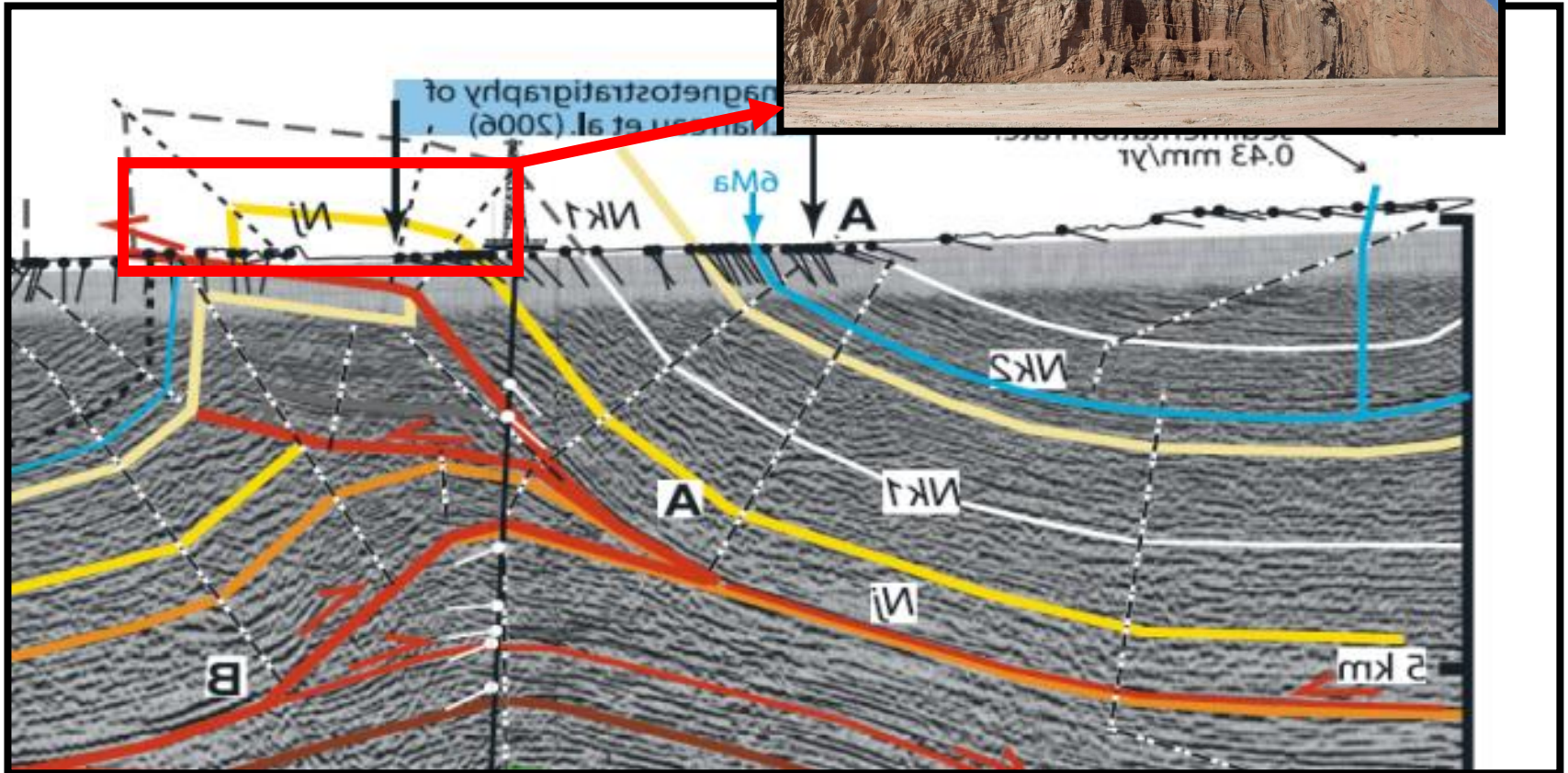


VII- Les plis sur faille

1- Plis de propagation de faille (Fault-propagation folds or tip-line fold)

Exemple du pli de Quilitag au Tianshan en Asie Centrale (photo personnelle)

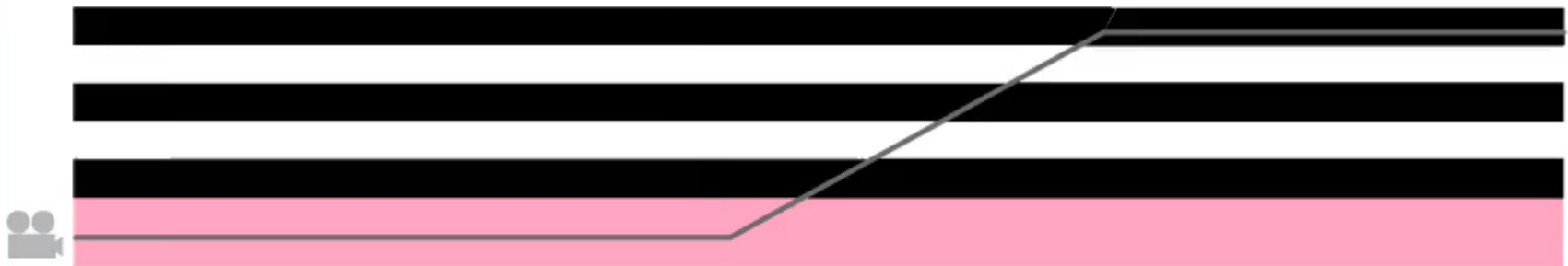
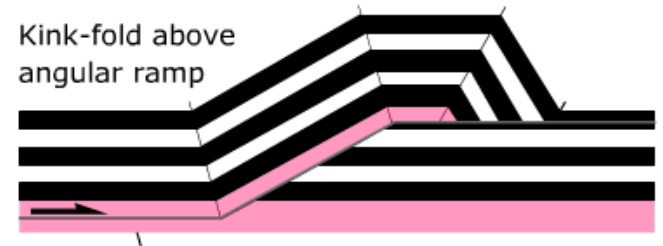
Hubert-Ferrari et al. (2007)



VII- Les plis sur faille

2- Plis « sur faille coudée » (Fault-bend fold)

**Dans le cas d'une
rampe entre
deux plats**

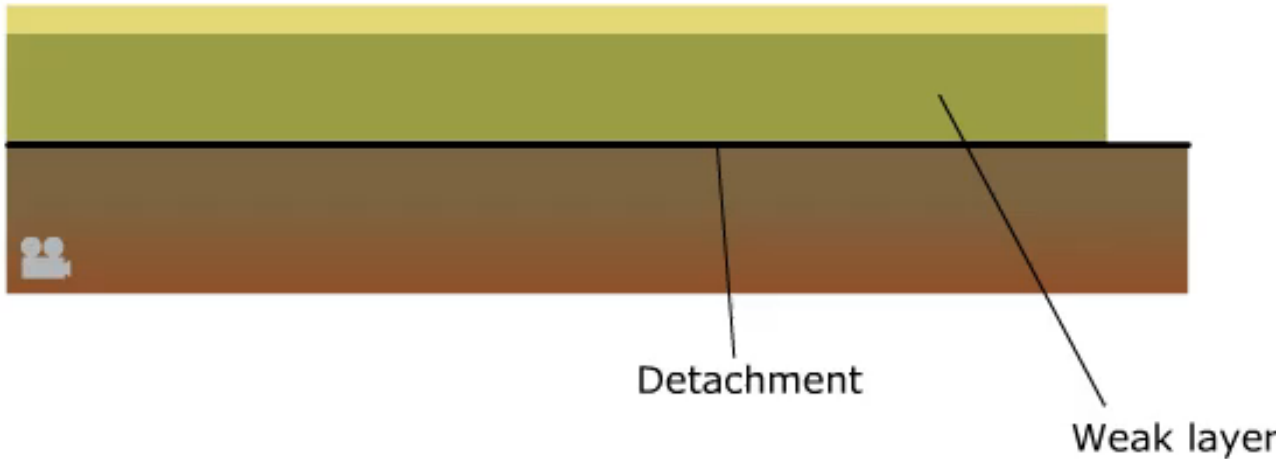


Layers in the hanging wall rotate as they move up the ramp, but largely recover their original dip once they pass the ramp.

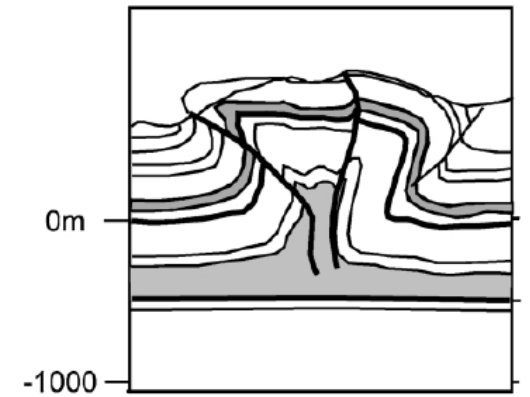
VII- Les plis sur faille

3- Plis de détachement

Animation Haakon Fossen

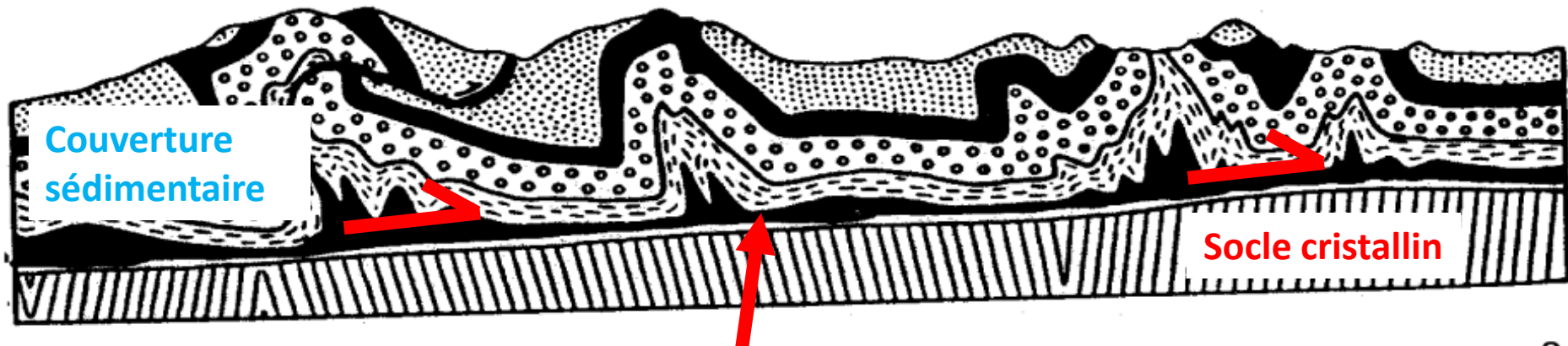


Clos du Doubs



Mitra (2003)

Exemple du Jura



Mitra (2003)

Détachement au niveau du Trias

VII- Les plis sur faille

3- Plis de détachement

Figures Haakon Fossen

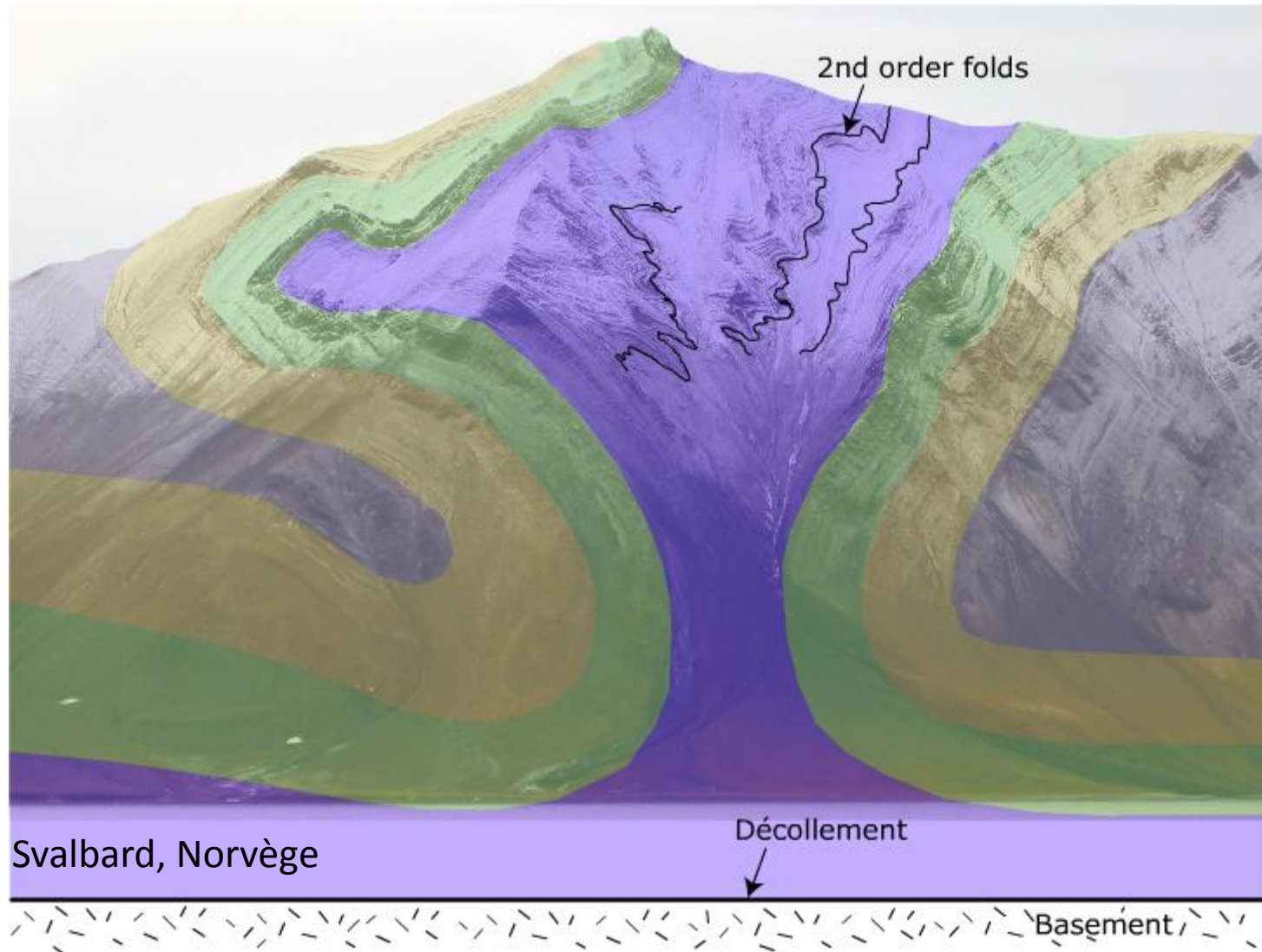


Svalbard, Norvège

VII- Les plis sur faille

3- Plis de détachement

Figures Haakon Fossen



Cours VIII: Systèmes compressifs

I- Rappels

II- Les grands types de failles inverses

III- Les décollements

IV- Rampes, imbrications et duplex

V- Socle et couverture

VI- Les nappes

VII- Les plis sur failles

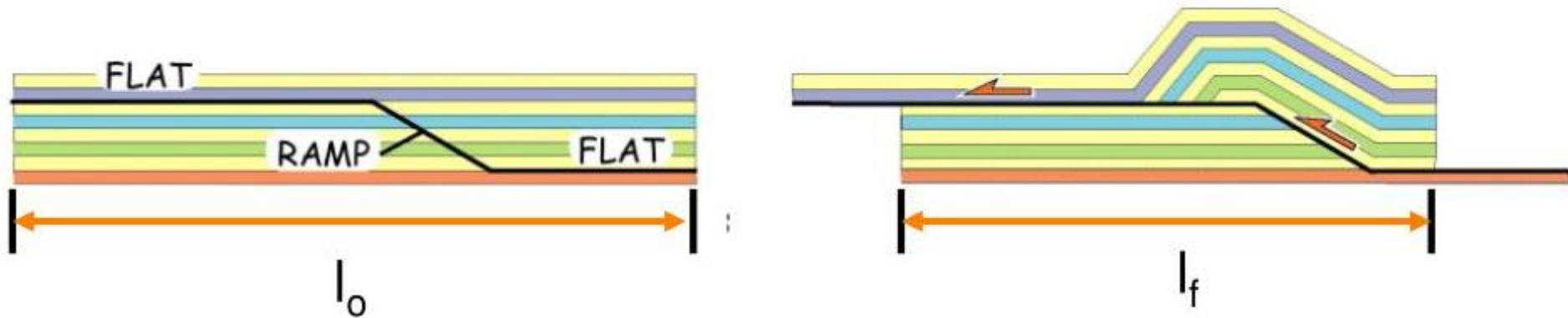
VIII- Quantification de la compression

IX- La sédimentation associée

X-Origine et distribution des failles inverses

VIII- Quantification de la compression

La notion de raccourcissement (= diminution de la longueur/largeur d'un ensemble géologique par plissement et mouvement sur des failles)

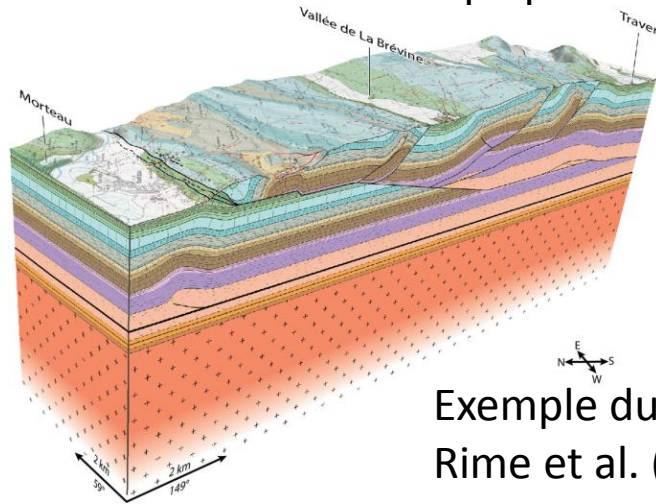


$$R = ((l_f - l_0) / l_0) * 100 \quad (\text{se donne en \%})$$

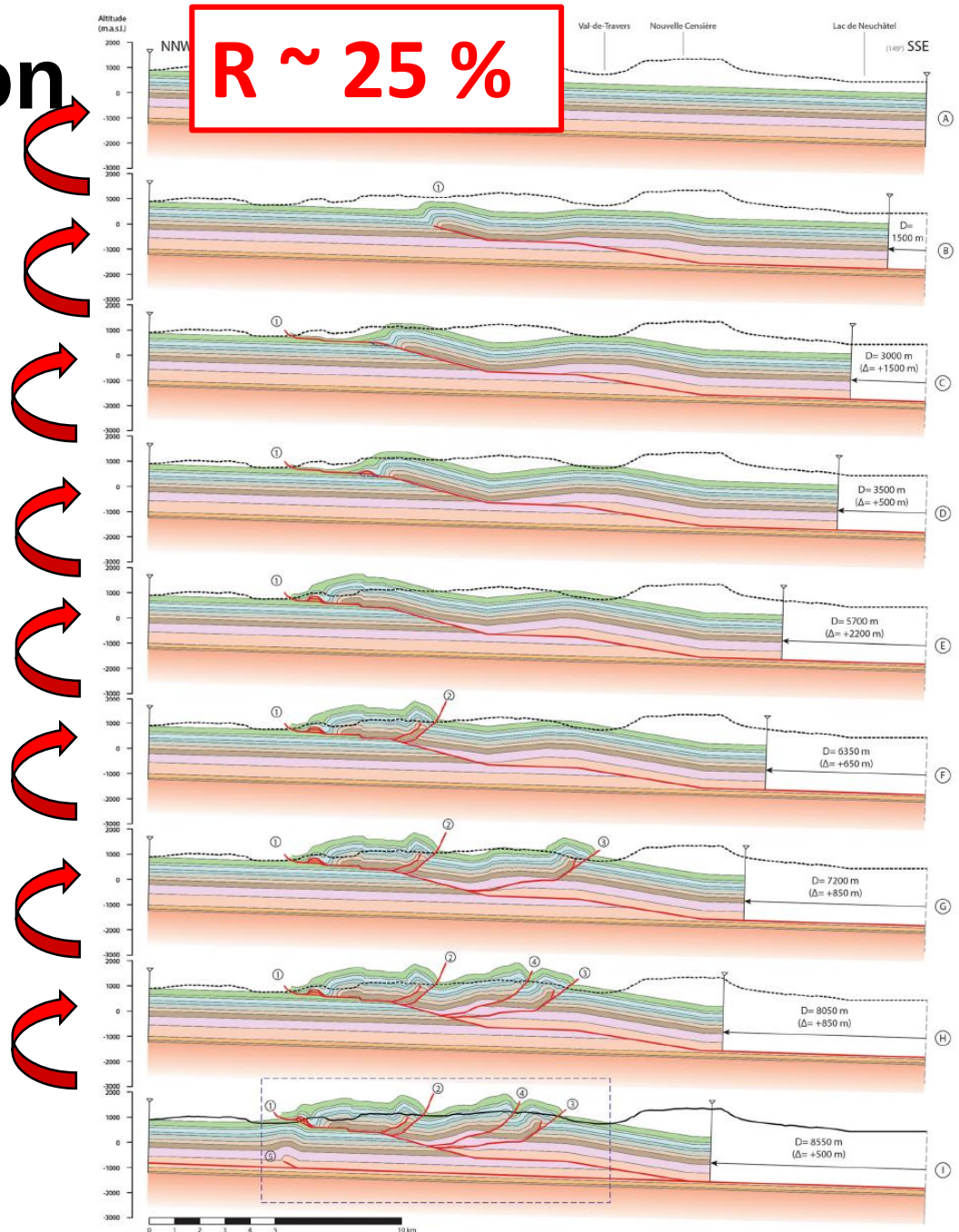
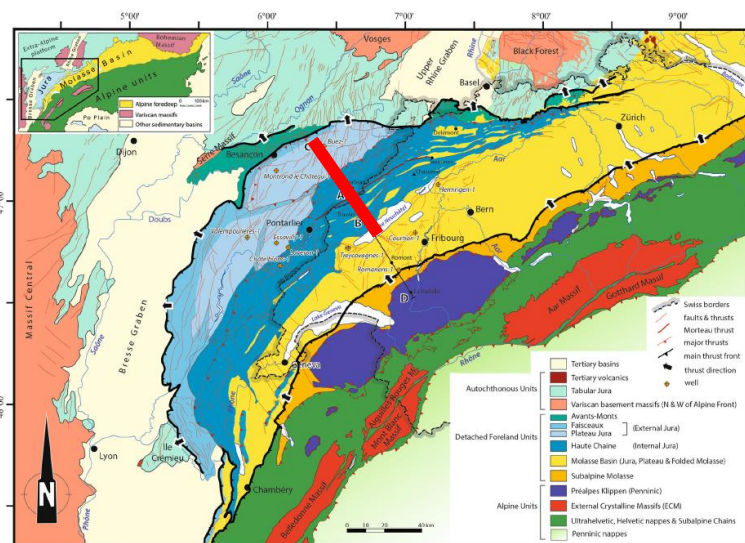
VIII- Quantification

Comment quantifier
ce raccourcissement ?

En rétro-déformant étape par étape



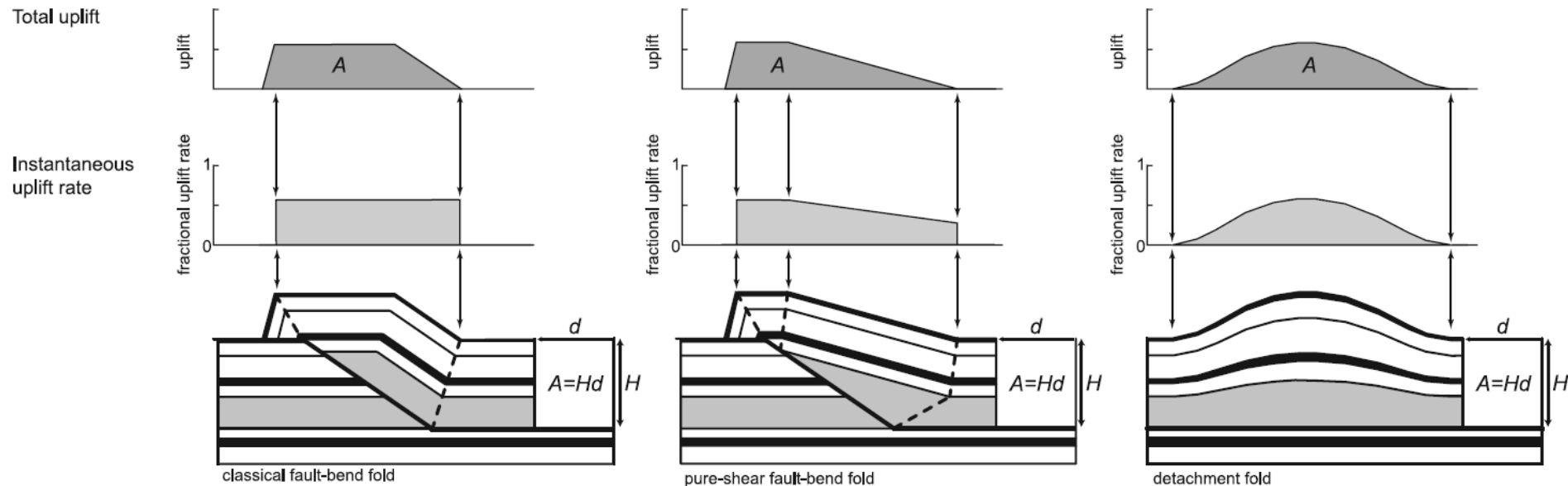
Exemple du Jura
Rime et al. (2019)



VIII- Quantification de la compression

Comment quantifier ce raccourcissement ?

Dans le cas d'une tectonique de couverture avec la formation d'un niveau d'un niveau de détachement, on peut utiliser la conservation des aires

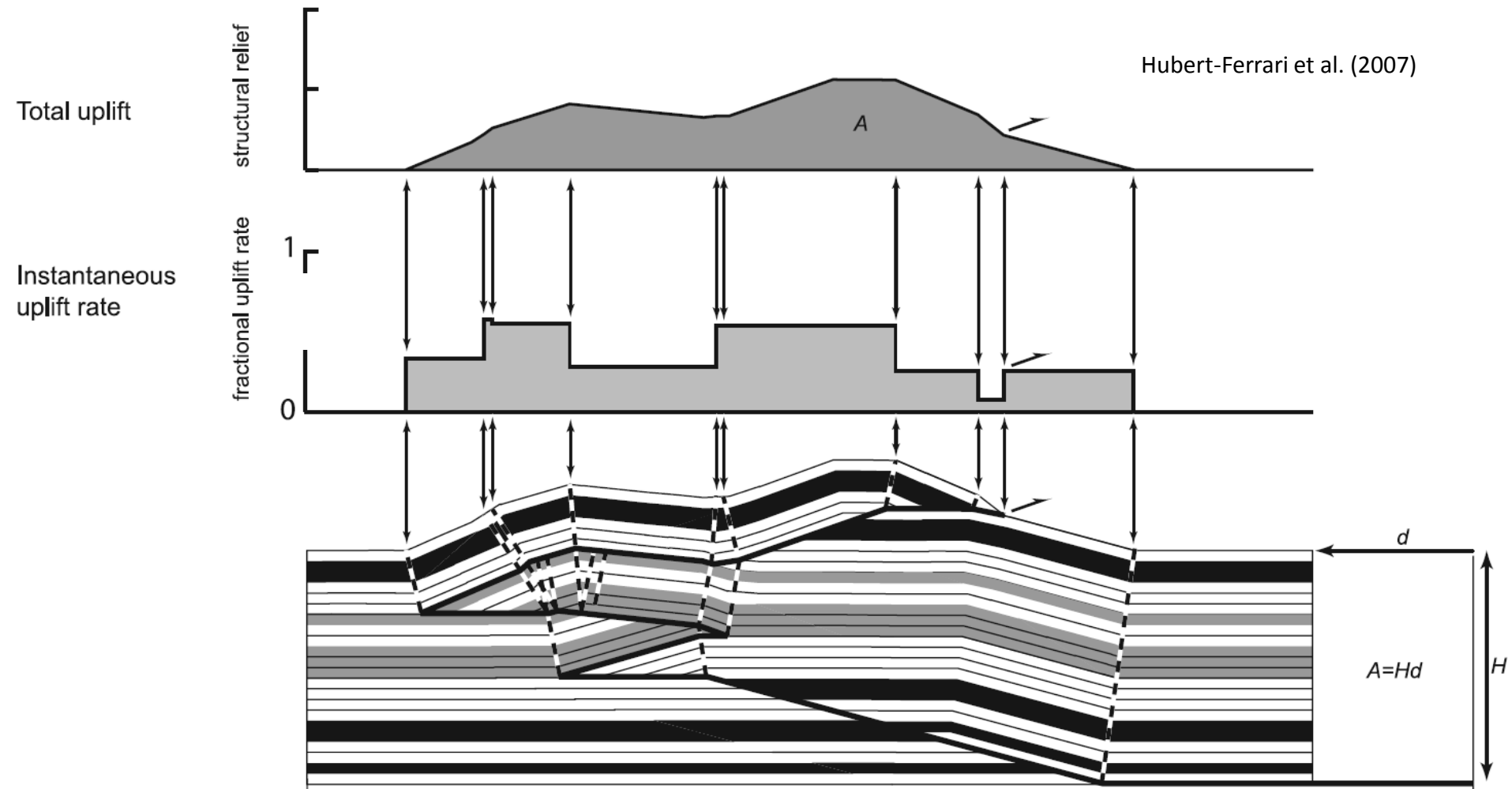


Hubert-Ferrari et al. (2007)

VIII- Quantification de la compression

Comment quantifier ce raccourcissement ?

Dans le cas d'une tectonique de couverture avec la formation d'un niveau d'un niveau de détachement, on peut utiliser la conservation des aires.



Cours VIII: Systèmes compressifs

I- Rappels

II- Les grands types de failles inverses

III- Les décollements

IV- Rampes, imbrications et duplex

V- Socle et couverture

VI- Les nappes

VII- Les plis sur failles

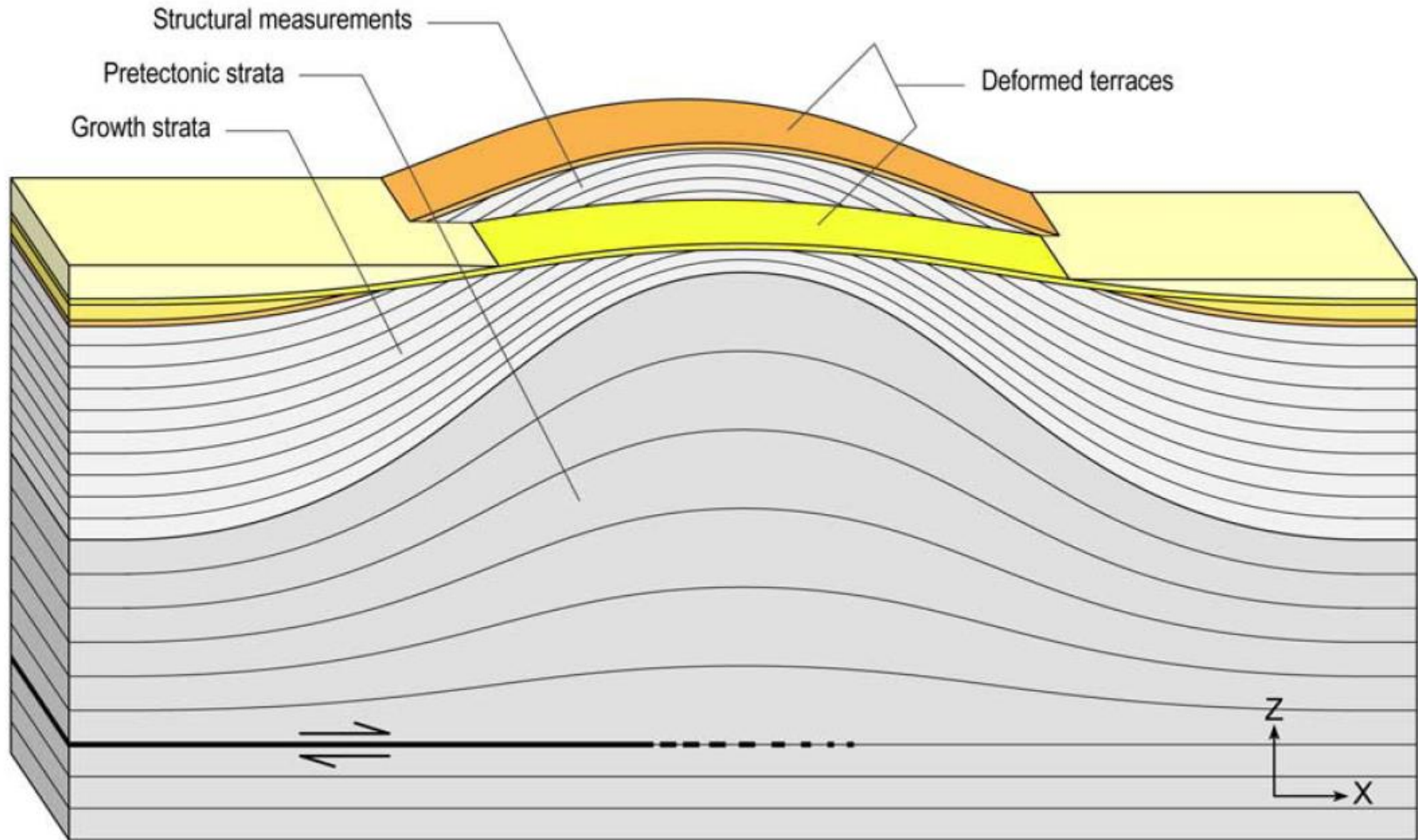
VIII- Quantification de la compression

IX- La sédimentation associée

X-Origine et distribution des failles inverses

IX- La sédimentation associée

La notion de strates de croissance (« growth strata »)
(on parle aussi de sédiments syn-tectonique)



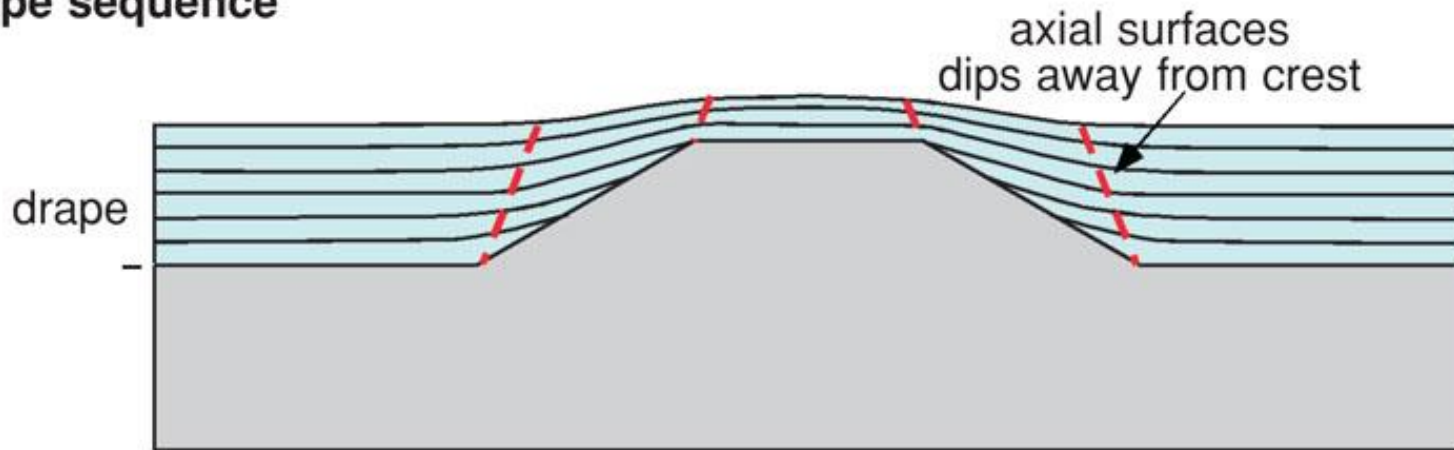
IX- La sédimentation associée

La notion de strates de croissance (« growth strata »)
(on parle aussi de sédiments syn-tectonique)

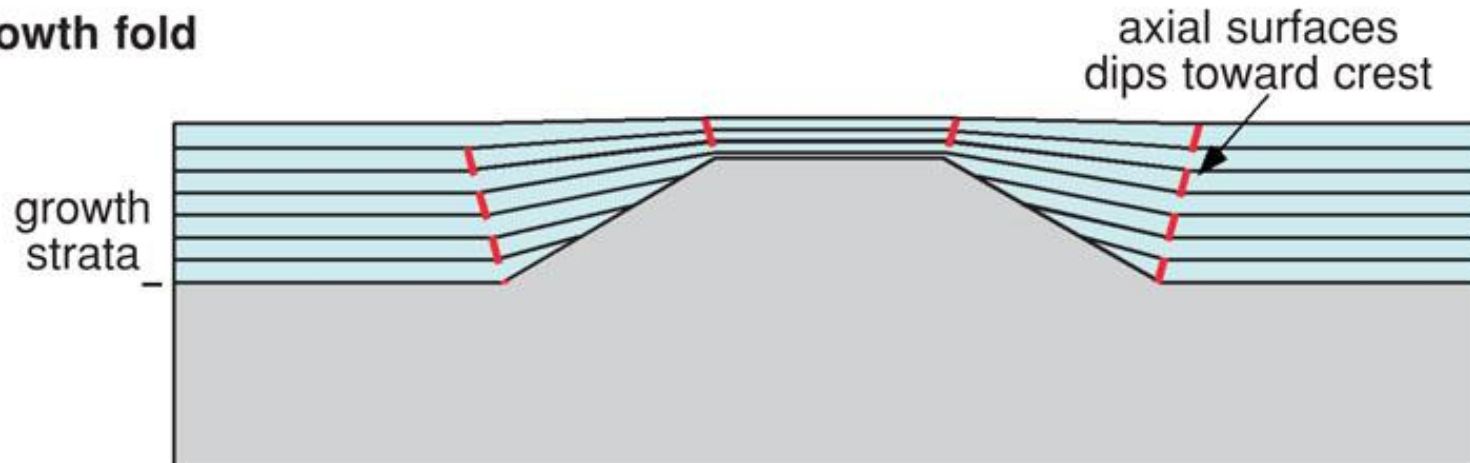
Kinematic models

<https://wiki.aapg.org/>

Drape sequence

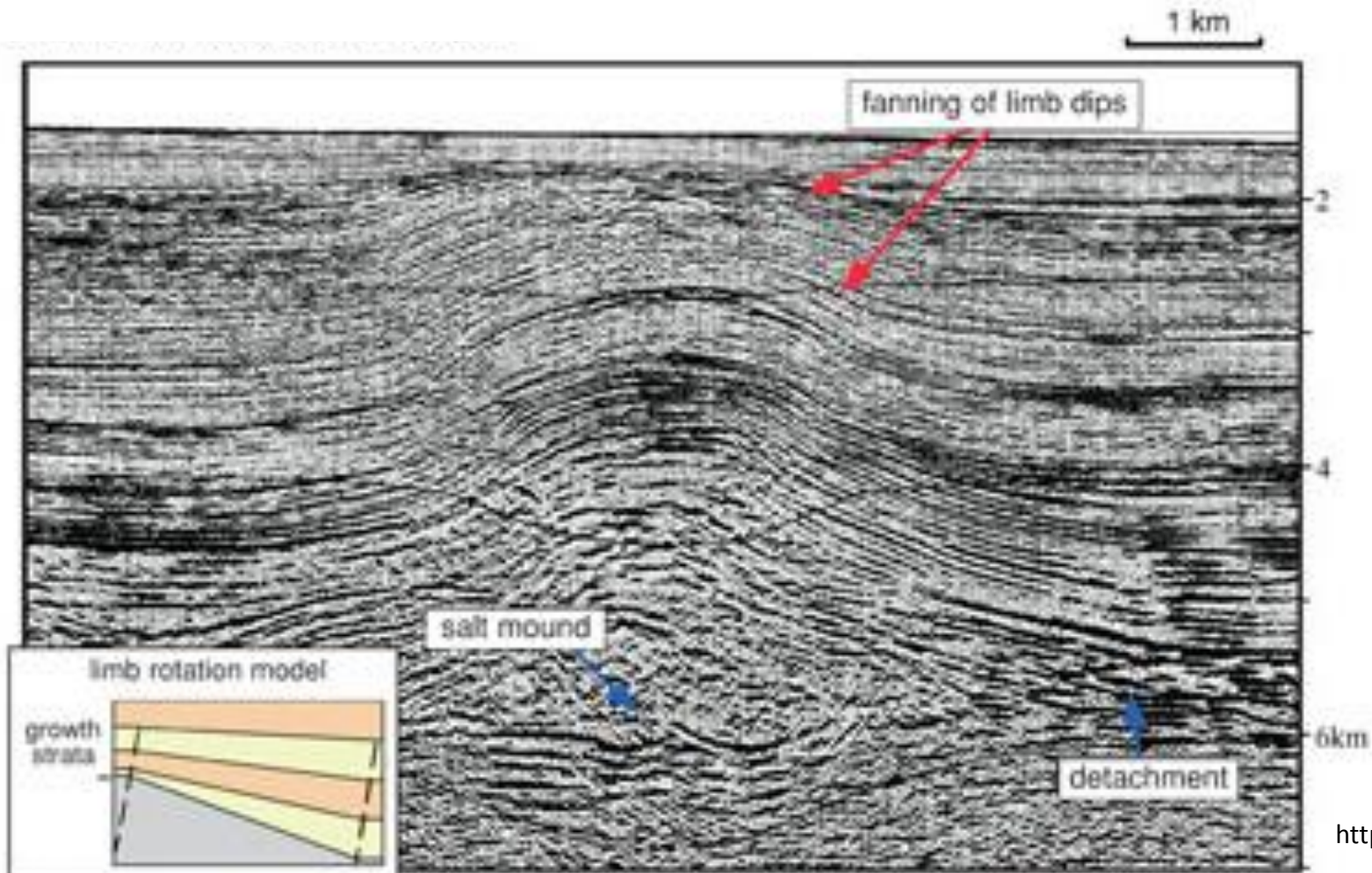


Growth fold



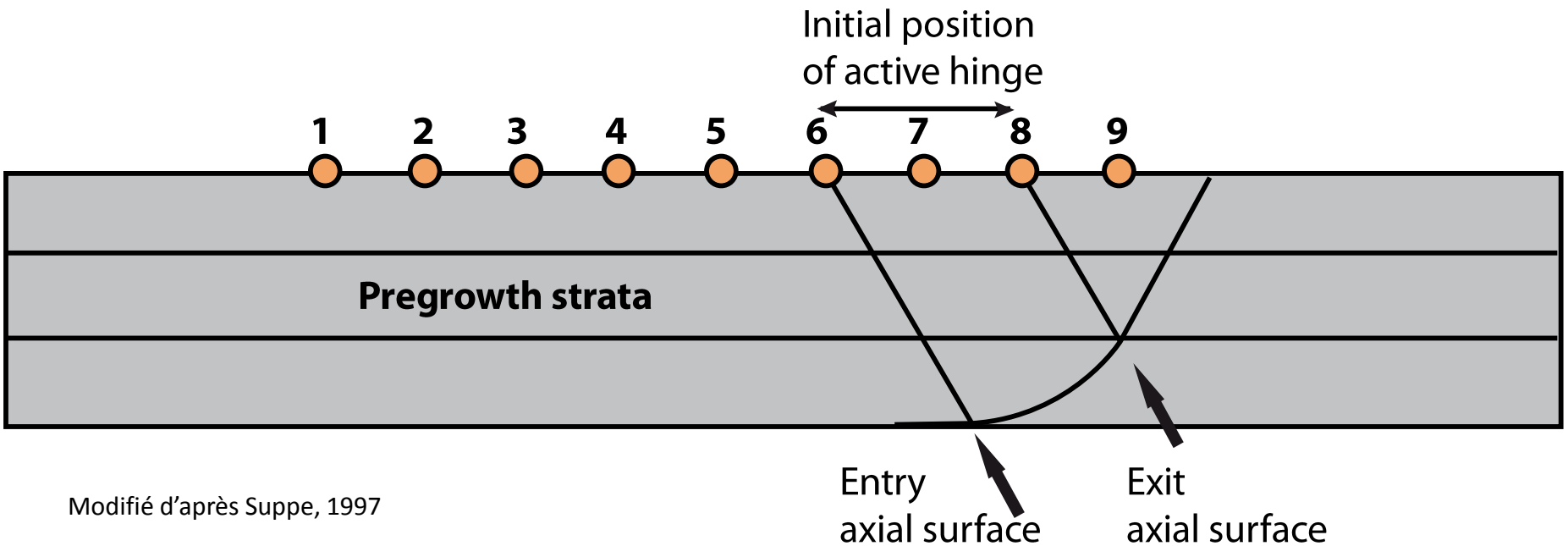
IX- La sédimentation associée

La notion de strates de croissance (« growth strata »)
(on parle aussi de sédiments syn-tectonique)



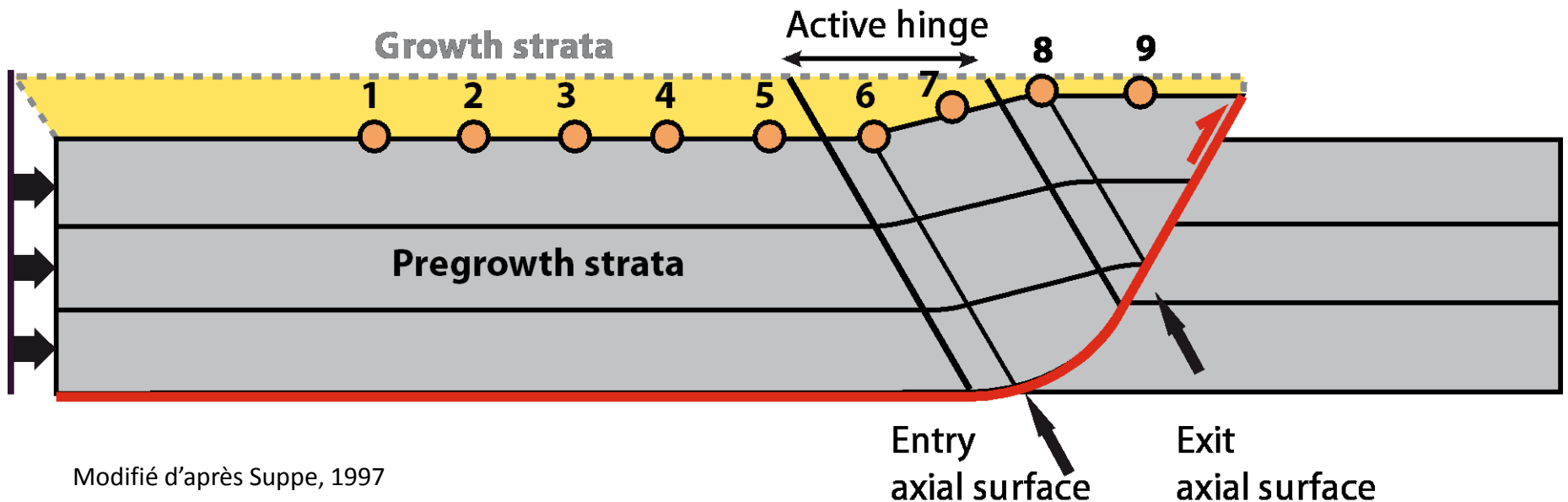
IX- La sédimentation associée

La notion de strates de croissance (« growth strata »)
(on parle aussi de sédiments syn-tectonique)



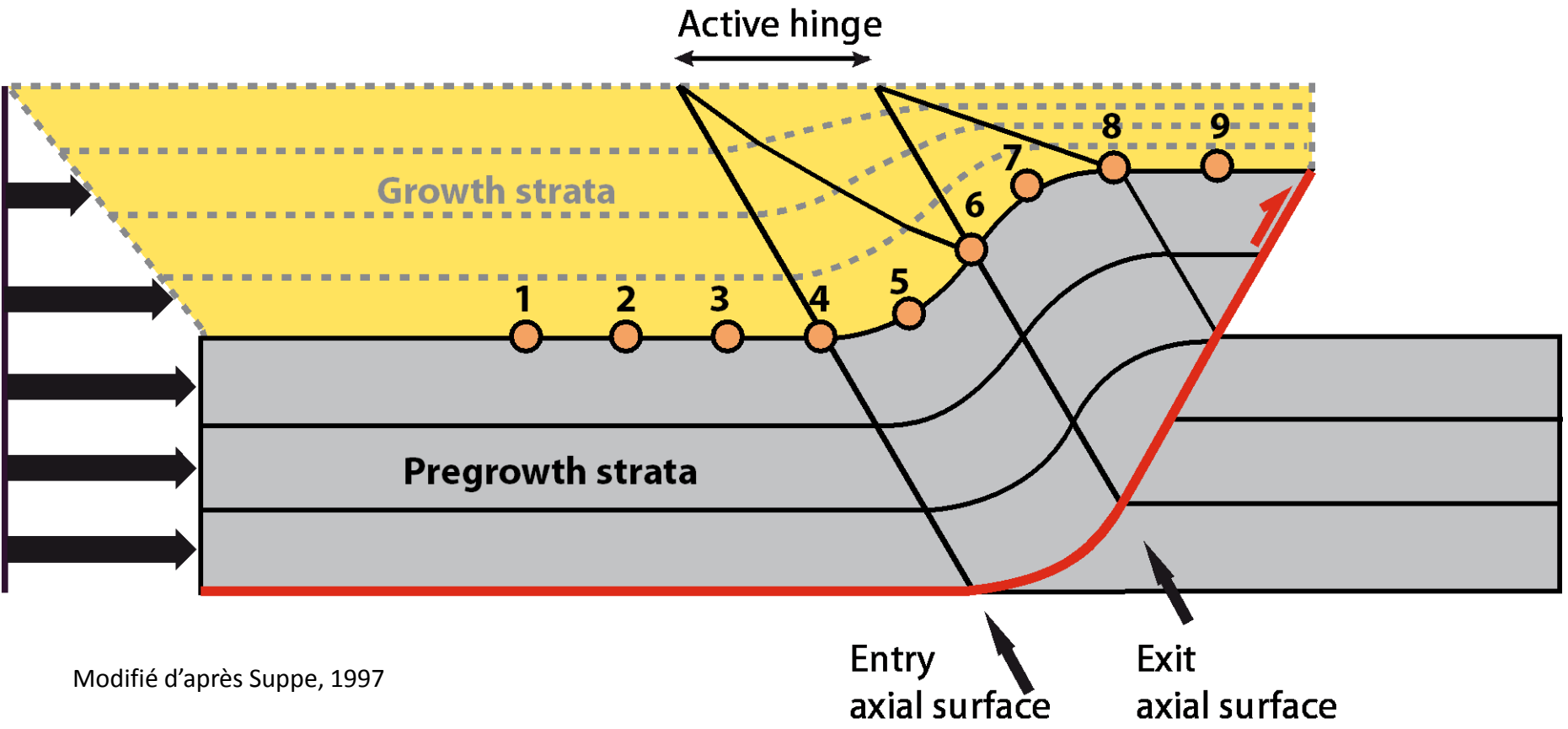
IX- La sédimentation associée

La notion de strates de croissance (« growth strata »)
(on parle aussi de sédiments syn-tectonique)



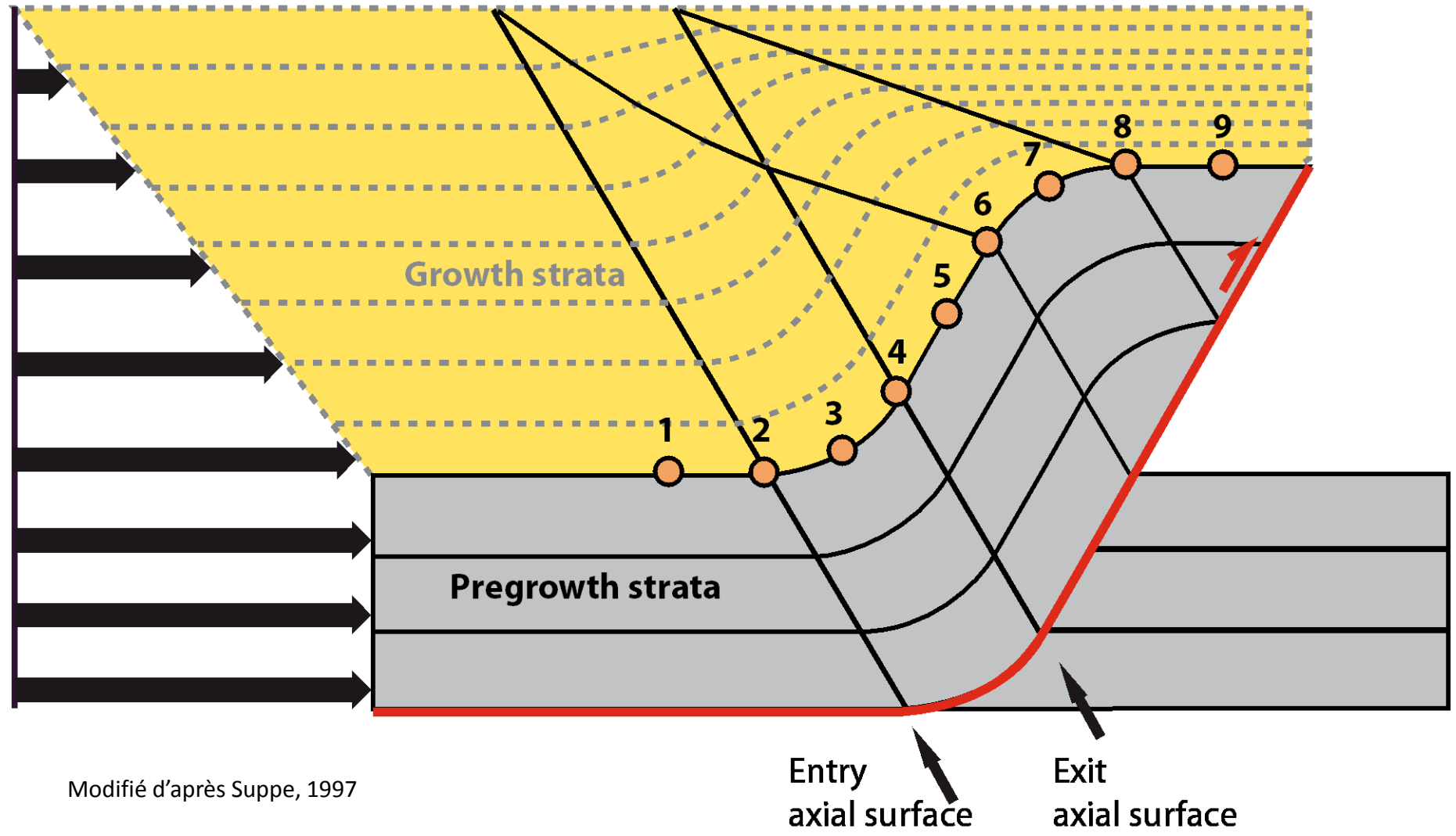
IX- La sédimentation associée

La notion de strates de croissance (« growth strata »)
(on parle aussi de sédiments syn-tectonique)



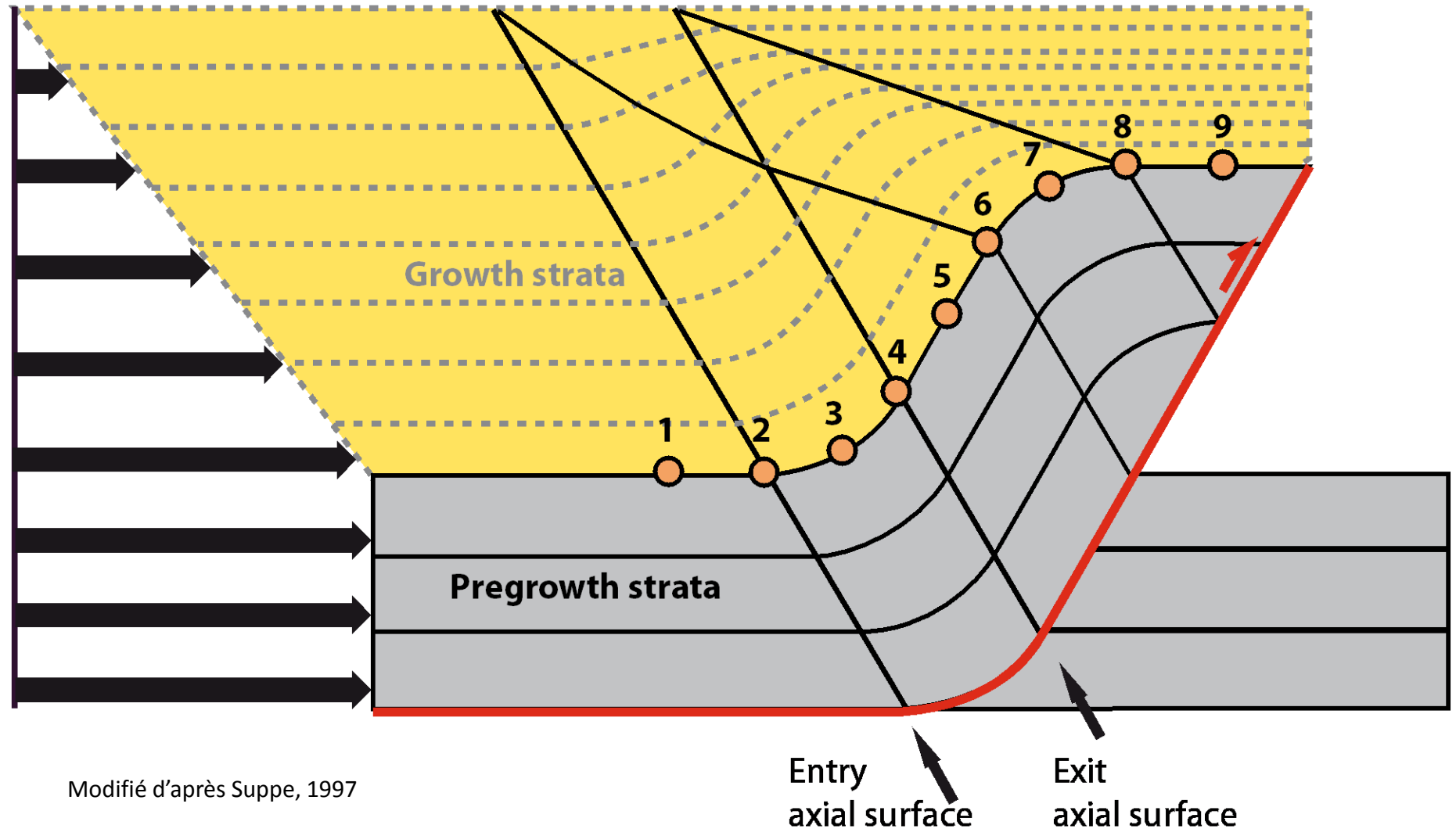
IX- La sédimentation associée

La notion de strates de croissance (« growth strata »)
(on parle aussi de sédiments syn-tectonique)



IX- La sédimentation associée

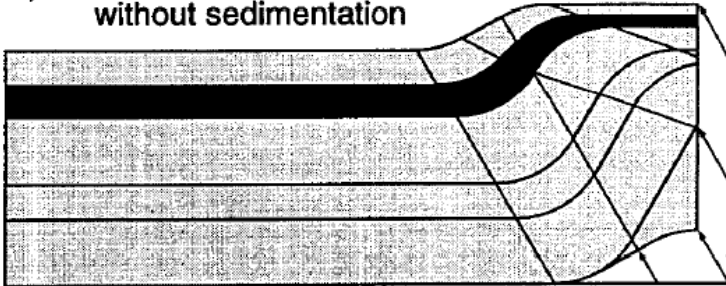
La notion de strates de croissance (« growth strata »)
(on parle aussi de sédiments syn-tectonique)



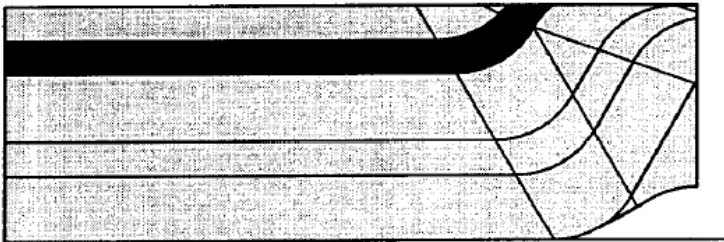
IX- La sédimentation associée

La notion de strates de croissance (« growth strata »)
(on parle aussi de sédiments syn-tectonique)

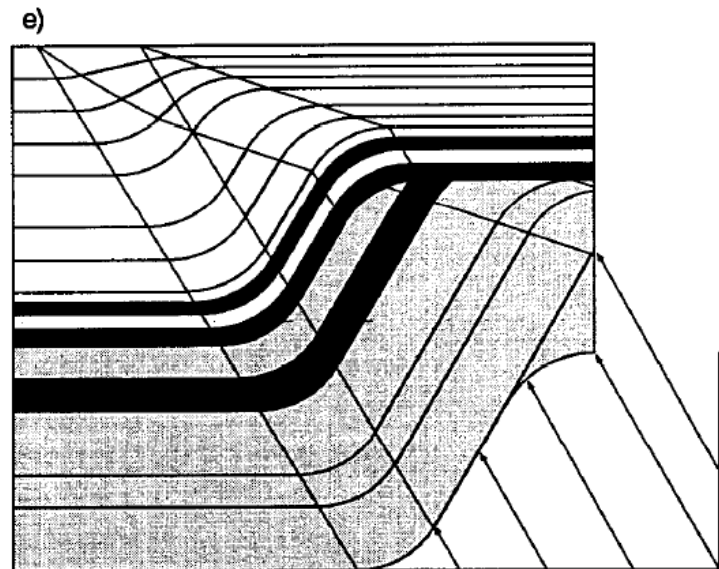
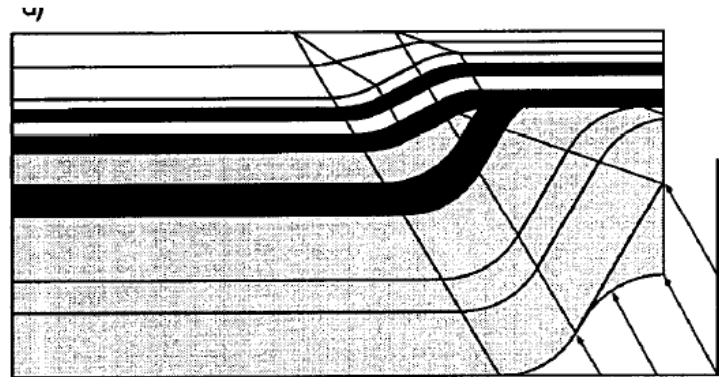
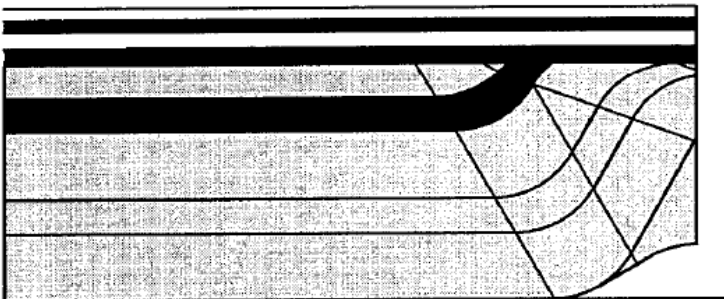
a) deformation
without sedimentation



b) erosion



c) sedimentation without deformation



IX- La sédimentation associée

Exemple des plis de Sant Llorenç (Pyrénées, Espagne)



Williams et al. (1998)

IX- La sédimentation associée

La notion de bassin d'avant pays (foreland basin)
(on parle aussi de bassin flexural)



Compression/convergence
(voir plus loin)



Epaississement crustal



Charge sur la plaque
subduite



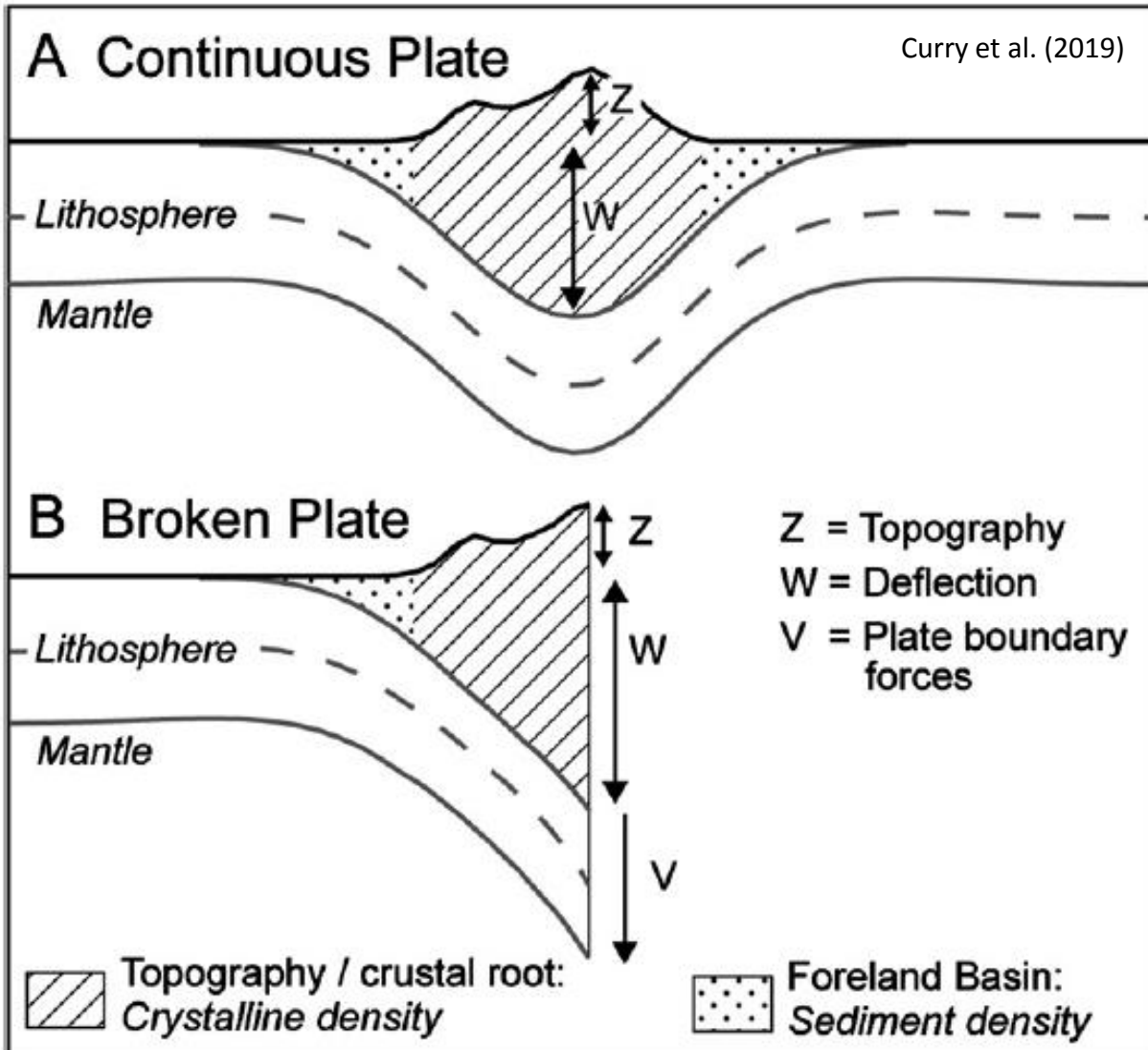
FLEXURE



Bassin/sédimentation

IX- La sédimentation associée

La notion de bassin d'avant pays (foreland basin)
(on parle aussi de bassin flexural)



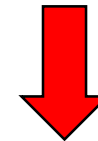
Compression/convergence
(voir plus loin)



Epaississement crustal



Charge sur la plaque
subduite



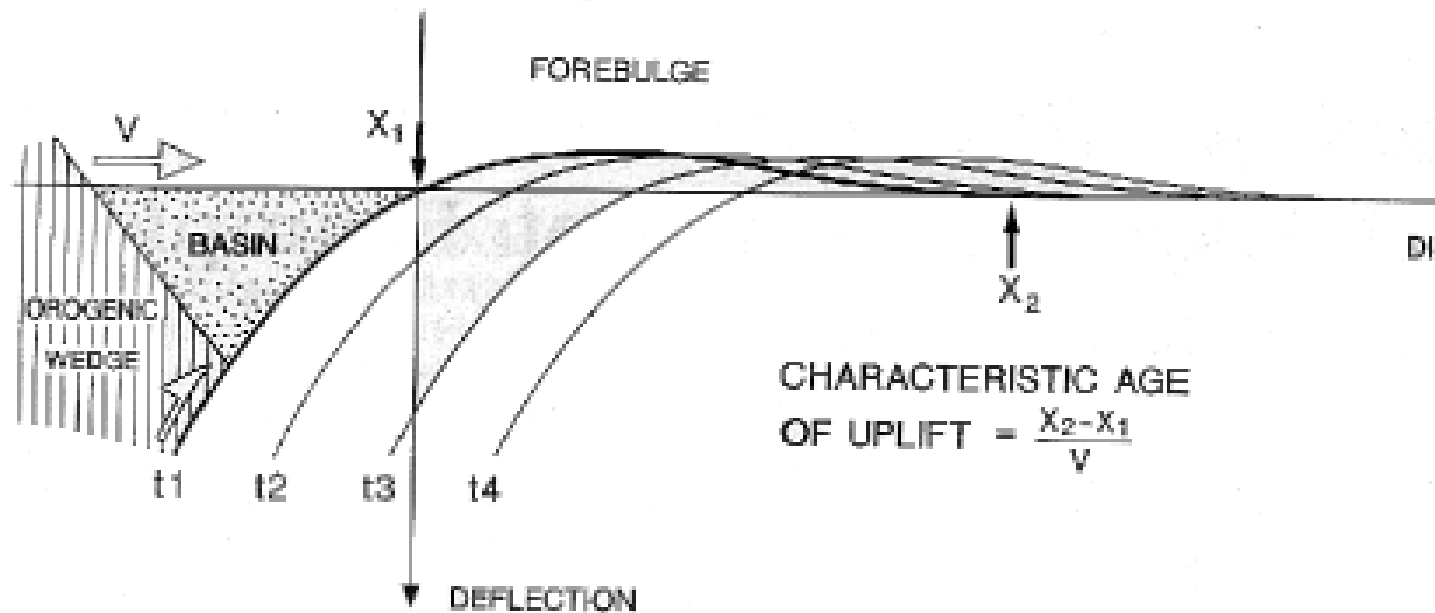
FLEXURE



Bassin/sédimentation

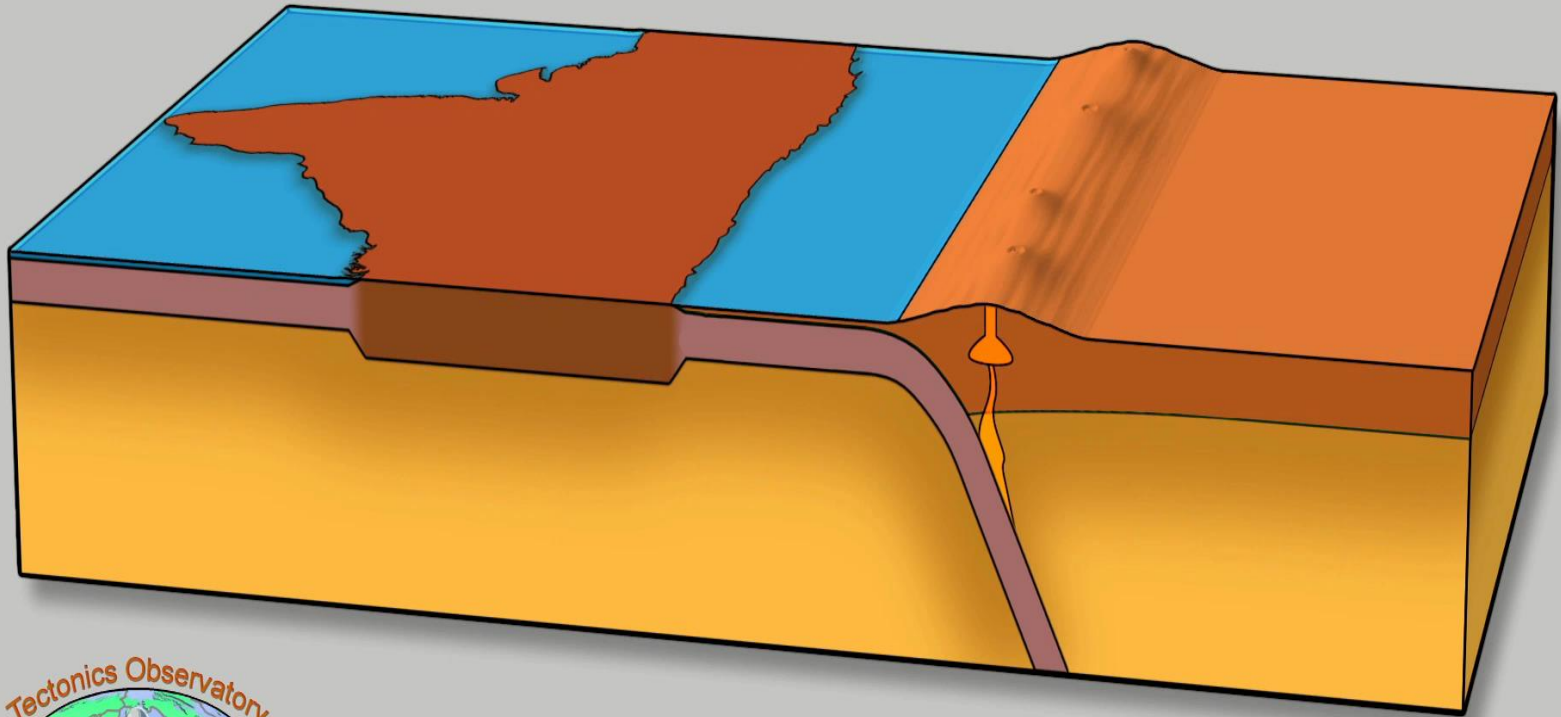
IX- La sédimentation associée

La notion de bassin d'avant pays (foreland basin)



IX- La sédimentation associée

Exemple: la plaine du Gange/bassin du Bengal



88 MILLION YEARS AGO

IX- La sédimentation associée

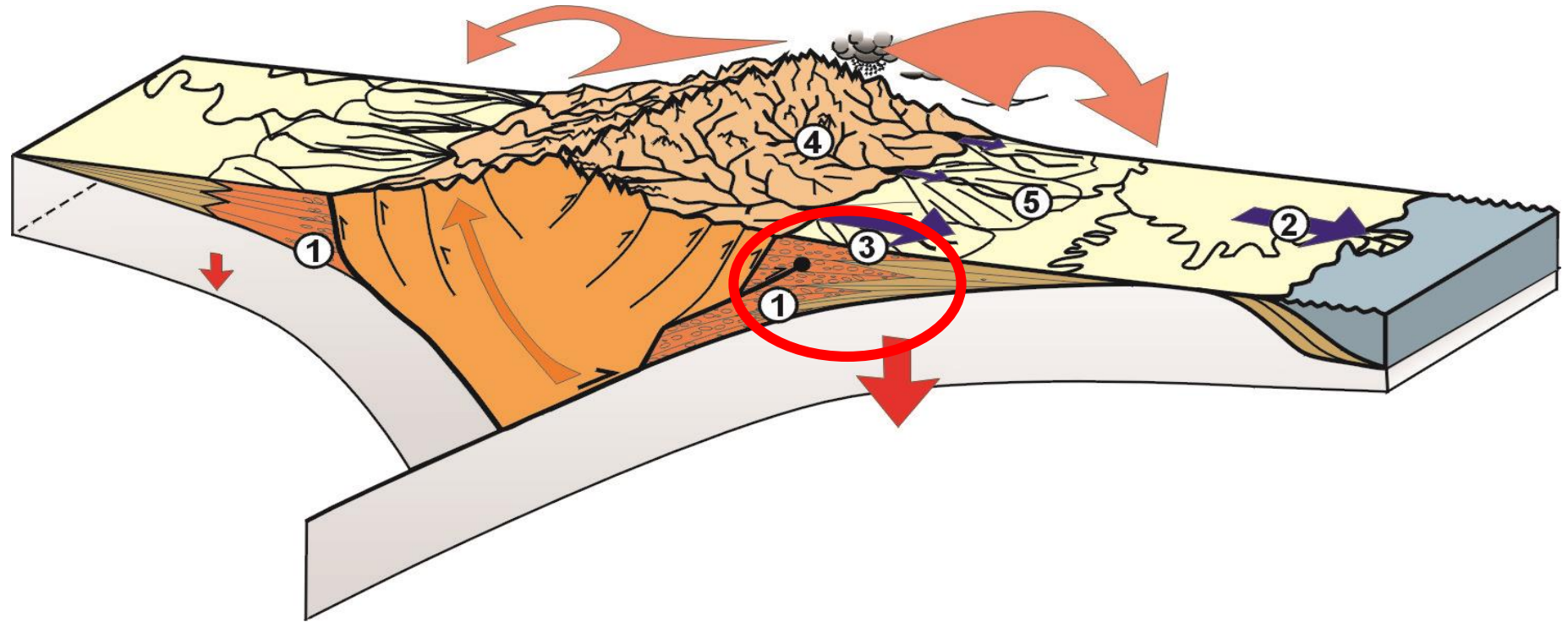
Exemple: la plaine du Gange/bassin du Bengal



IX- La sédimentation associée

La notion de molasse

Molasse = ensemble de roche sédimentaires, essentiellement détritique (ou marin peu profond) qui s'accumulent dans les bassins d'avant pays au front des chaînes de montagne lors de leur formation



IX- La sédimentation associée

La notion de molasse

Molasse = ensemble de roche sédimentaires, essentiellement détritique (ou marin peu profond) qui s'accumulent dans les bassins d'avant pays au front des chaînes de montagne lors de leur formation

Ex: Molasse de Carcassonne déposées au front des Pyrénées lors de l'Eocène.
Stage carto Corbières
(Photo personnelle)



Cours VIII: Systèmes compressifs

I- Rappels

II- Les grands types de failles inverses

III- Les décollements

IV- Rampes, imbrications et duplex

V- Socle et couverture

VI- Les nappes

VII- Les plis sur failles

VIII- Quantification de la compression

IX- La sédimentation associée

X-Origine et distribution des failles inverses

X - Origine et distribution

- a. Distribution des zones de convergence
- b. Les grands types de zones de convergence:
 - Orogénèse de subduction
 - Orogénèse de collision
 - Orogénèse de collision intracontinentale
 - Les zones de relai
- c. La notion de prisme d'accrétion et critique
- d. Anatomie et exemples de chaînes de collision

X - Origine et distribution

a. Distribution des zones de convergence

b. Les grands types de zones de convergence:

Orogénèse de subduction

Orogénèse de collision

Orogénèse de collision intracontinentale

Les zones de relai

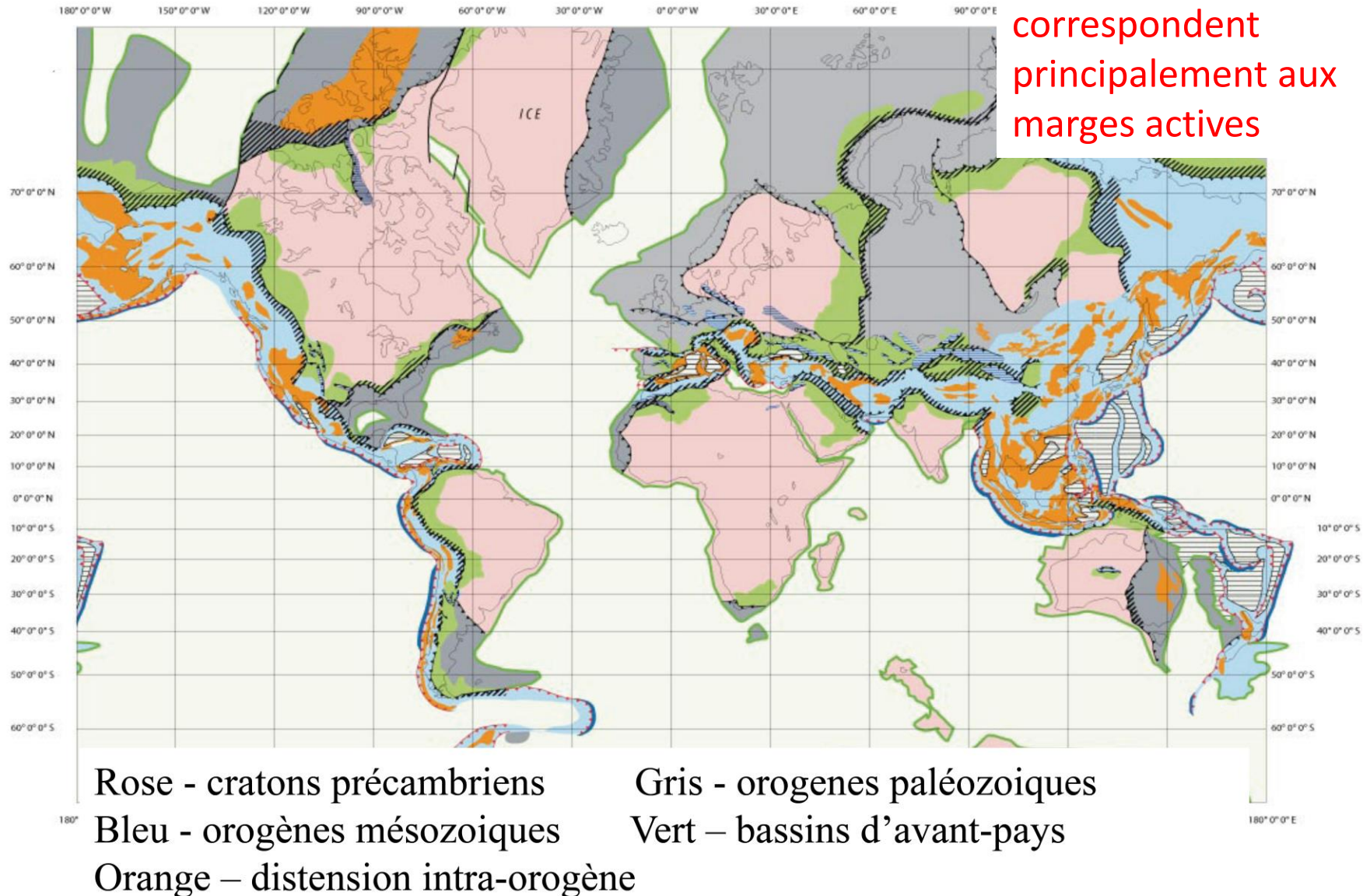
c. La notion de prisme d'accrétion et critique

d. Anatomie et exemples de chaînes de collision

X - Origine et distribution

Distribution des zones de convergence

NB: les zones de convergence aujourd'hui correspondent principalement aux marges actives



X - Origine et distribution

a. Distribution des zones de convergence

b. Les grands types de zones de convergence:

Orogénèse de subduction

Orogénèse de collision

Orogénèse de collision intracontinentale

Les zones de relai

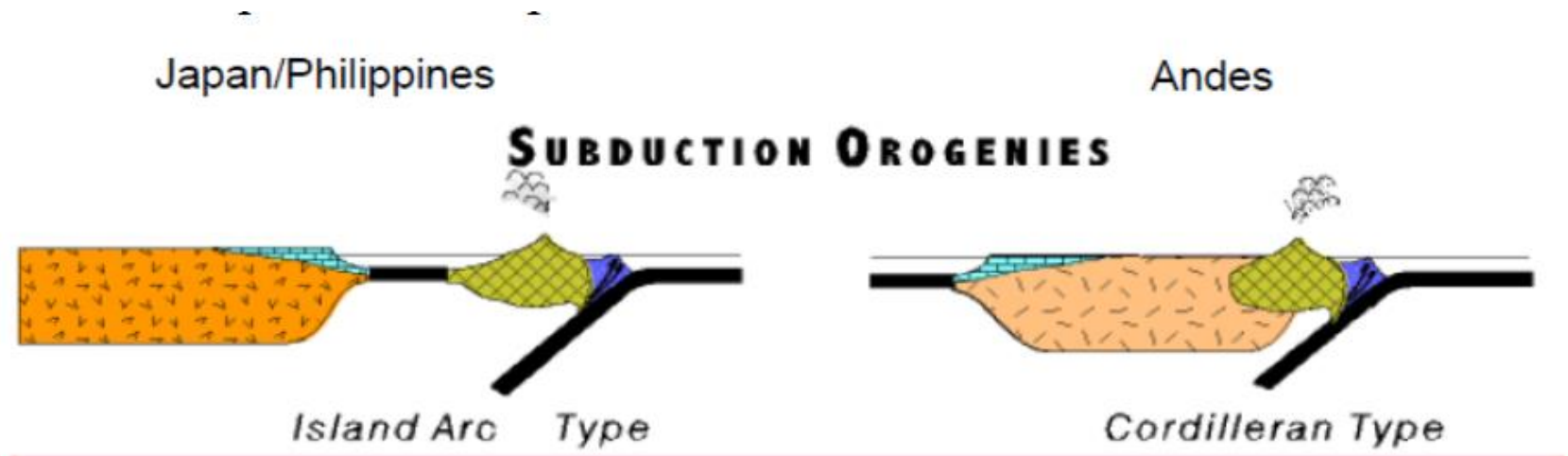
c. La notion de prisme d'accrétion et critique

d. Anatomie et exemples de chaînes de collision

X - Origine et distribution

Les grands types de zones de convergence

1. Orogénèses de subduction



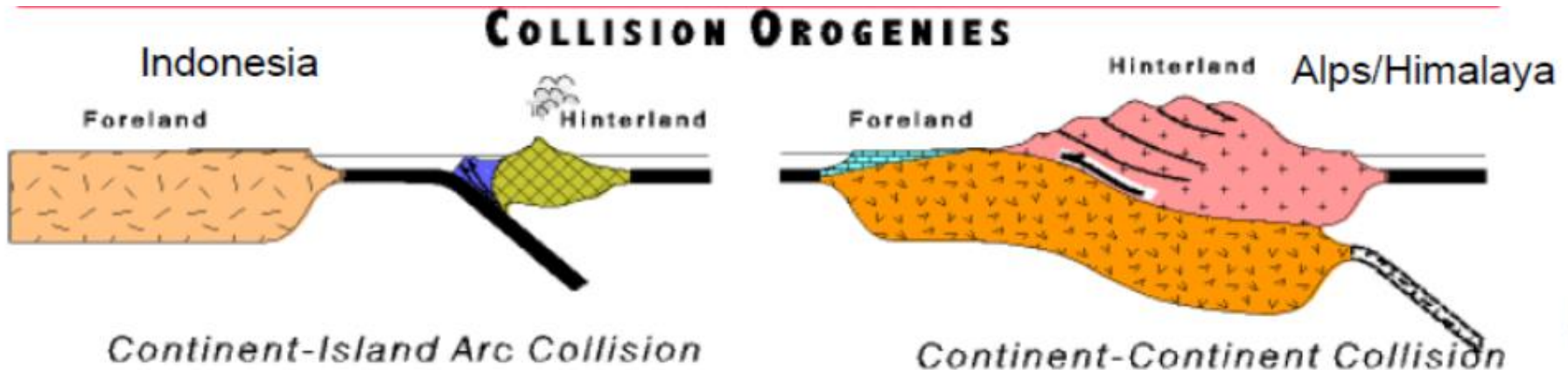
Océan/Arc/Océan

Continent/Arc/Océan

X - Origine et distribution

Les grands types de zones de convergence

2. Orogénèses de collision



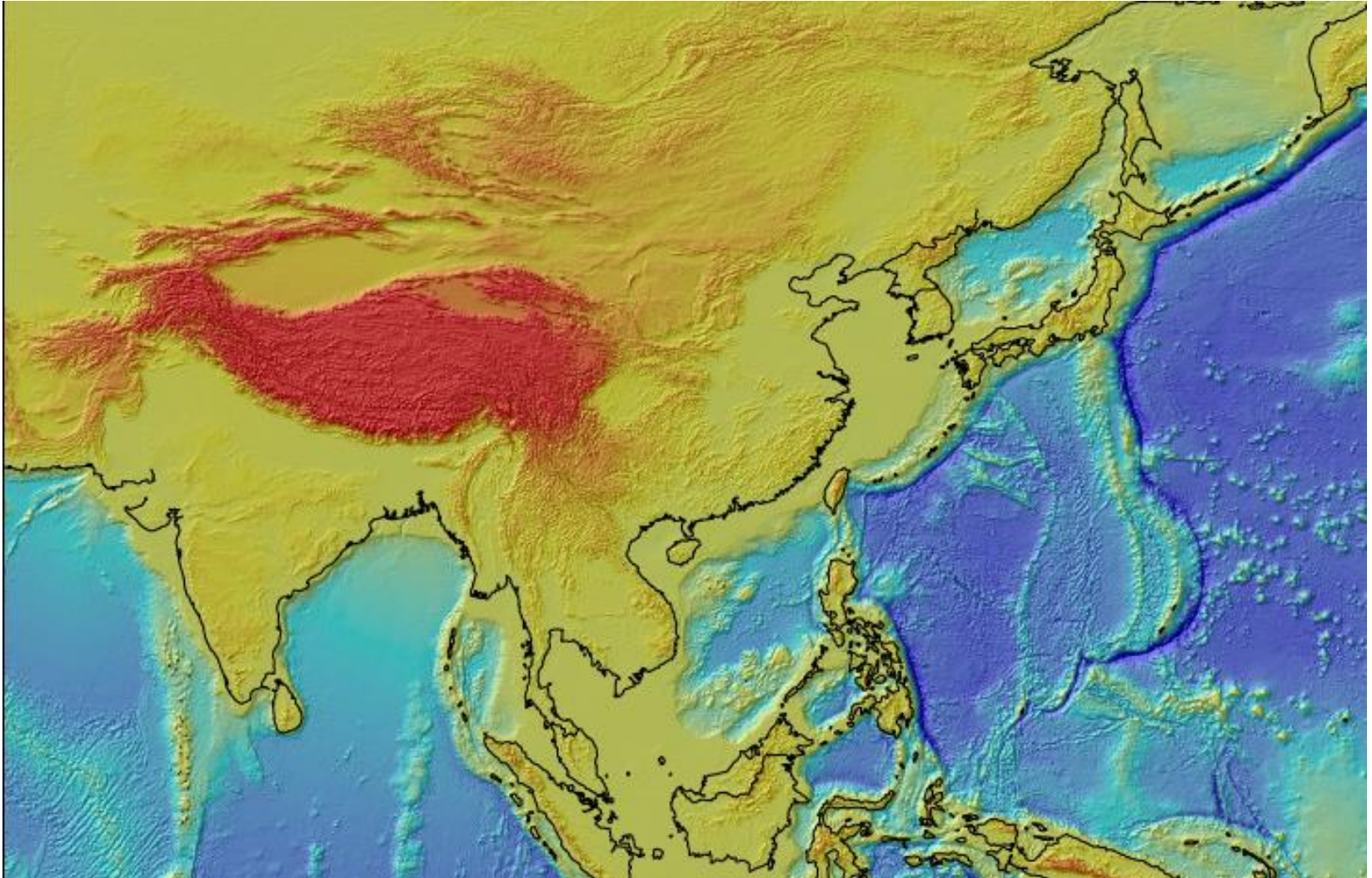
Continent/Arc

Continent/Continent

X - Origine et distribution

Les grands types de zones de convergence

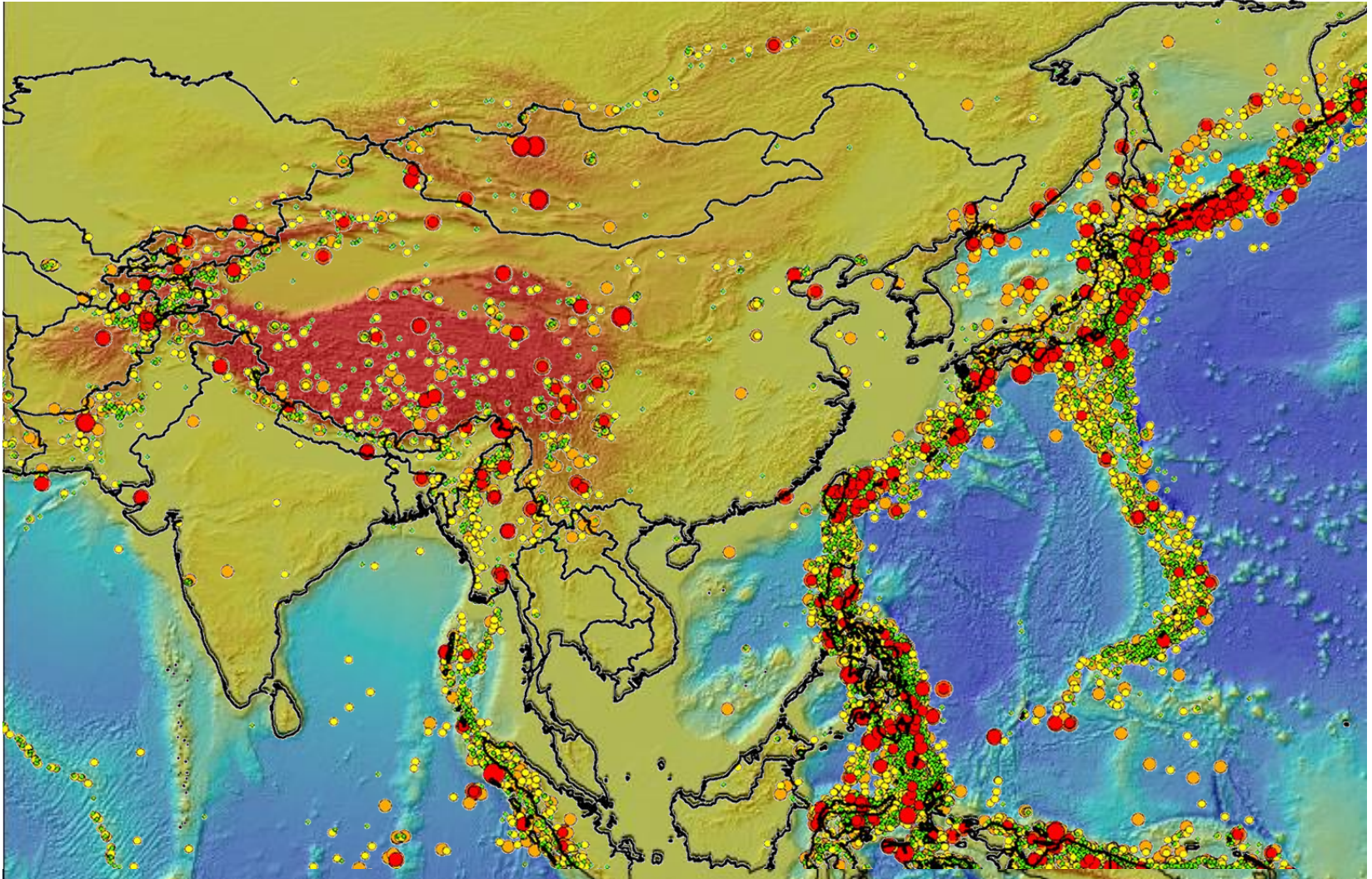
3. Orogénèses intracontinentale



X - Origine et distribution

Les grands types de zones de convergence

3. Orogénèses intracontinentale



X - Origine et distribution

Les grands types de zones de convergence

3. Orogénèses intracontinentale

Collision Inde-Asie



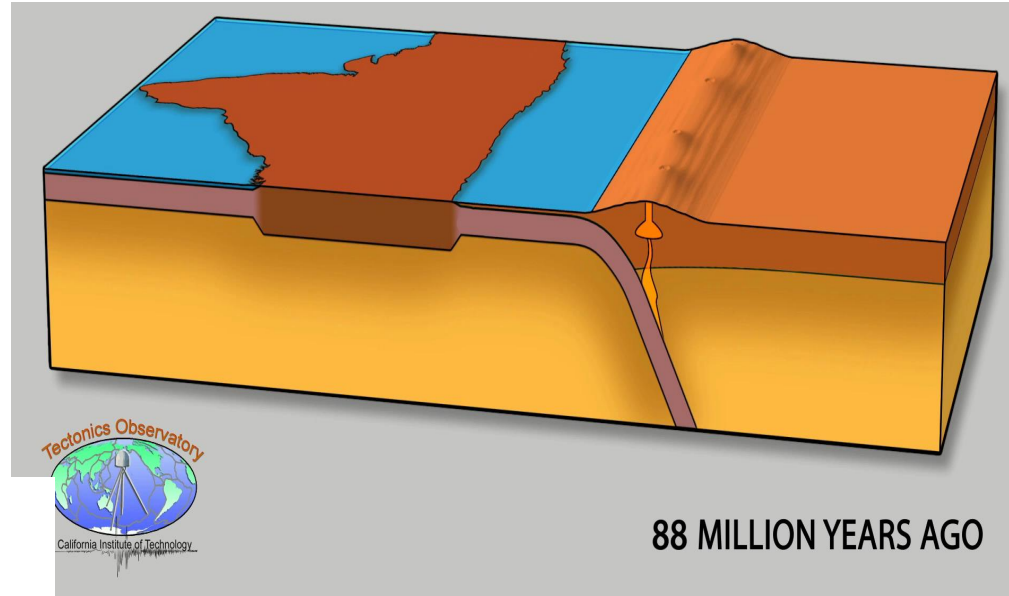
Propagation de la déformation vers l'intérieur du continent



Activation de nouvelles structures et réactivation d'anciennes structures



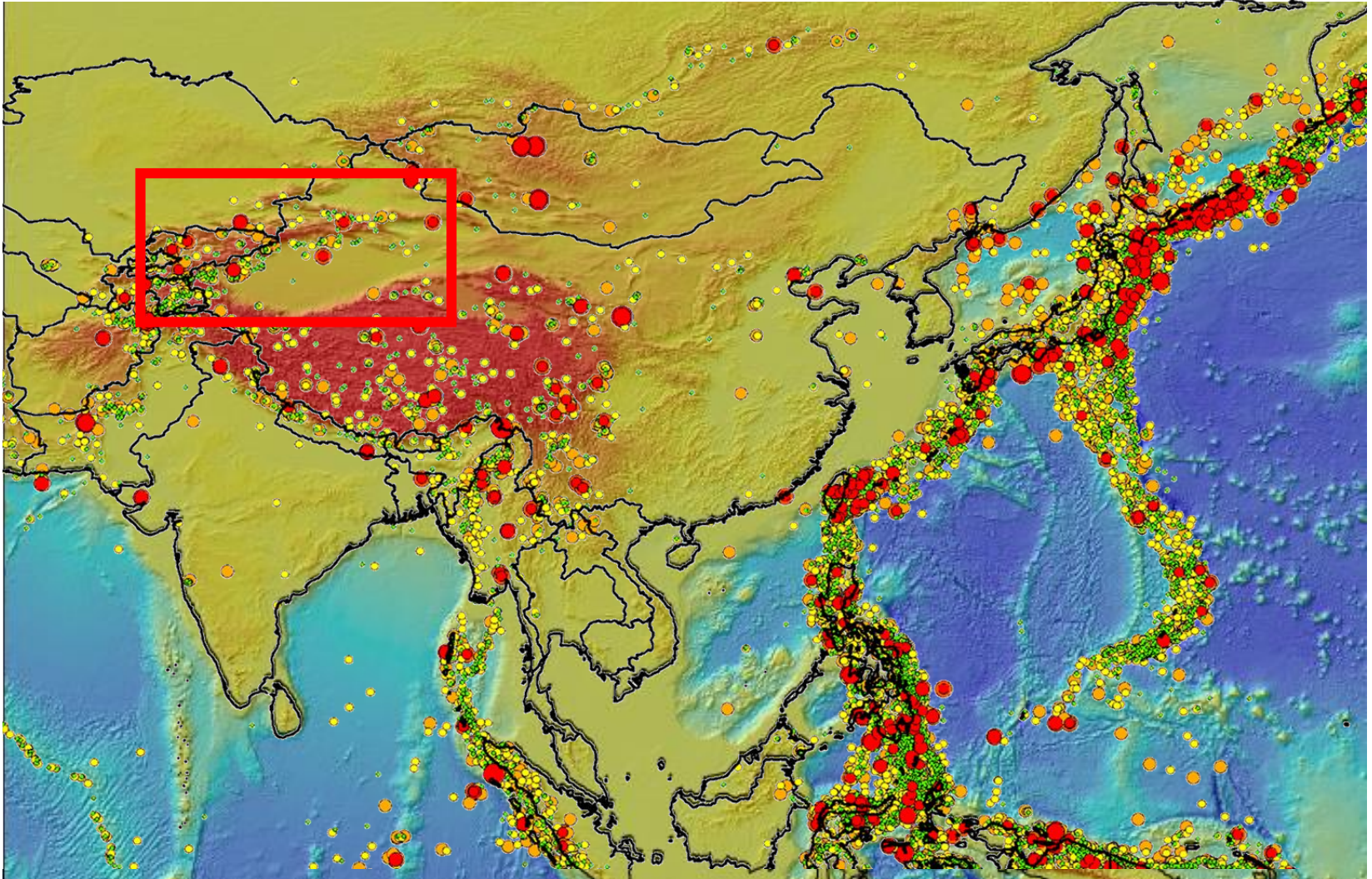
Orogénèse intracontinentale (+ plusieurs milliers de km de toute limite de plaque majeure)



X - Origine et distribution

Les grands types de zones de convergence

3. Orogénèses intracontinentale

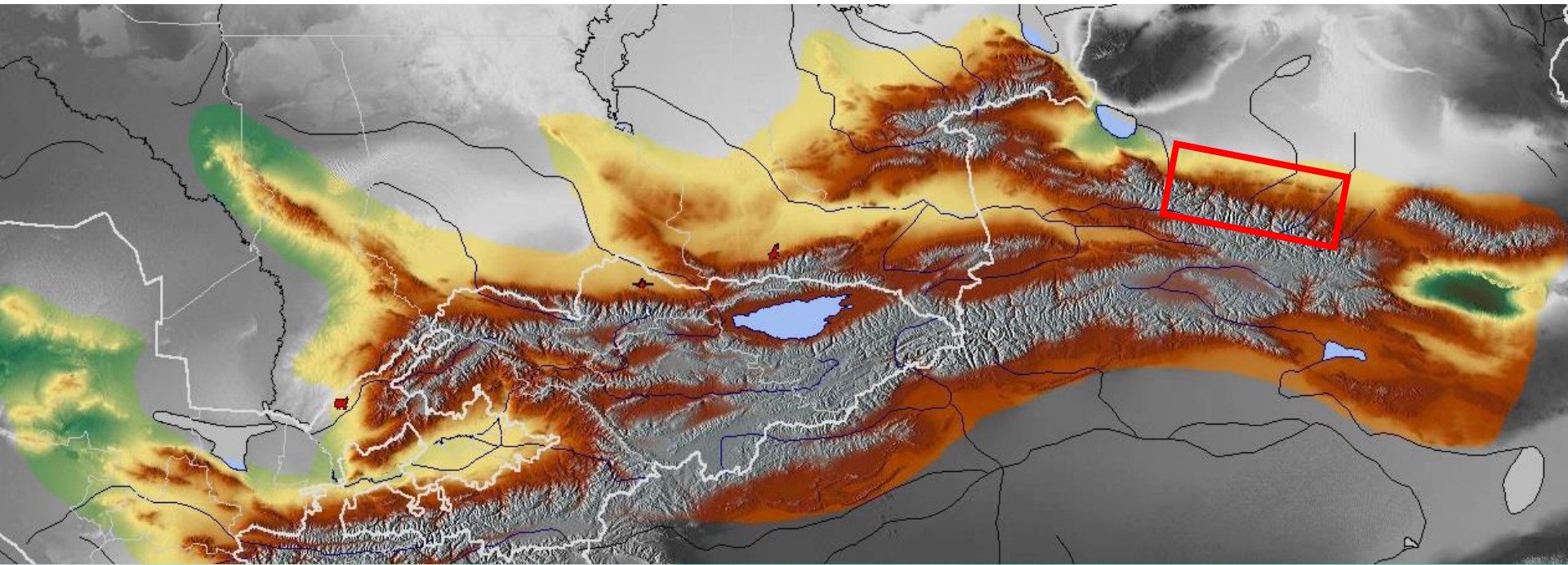


X - Origine et distribution

Les grands types de zones de convergence

Exemple du Tianshan
(Monts Céleste)

3. Orogénèses intracontinentale

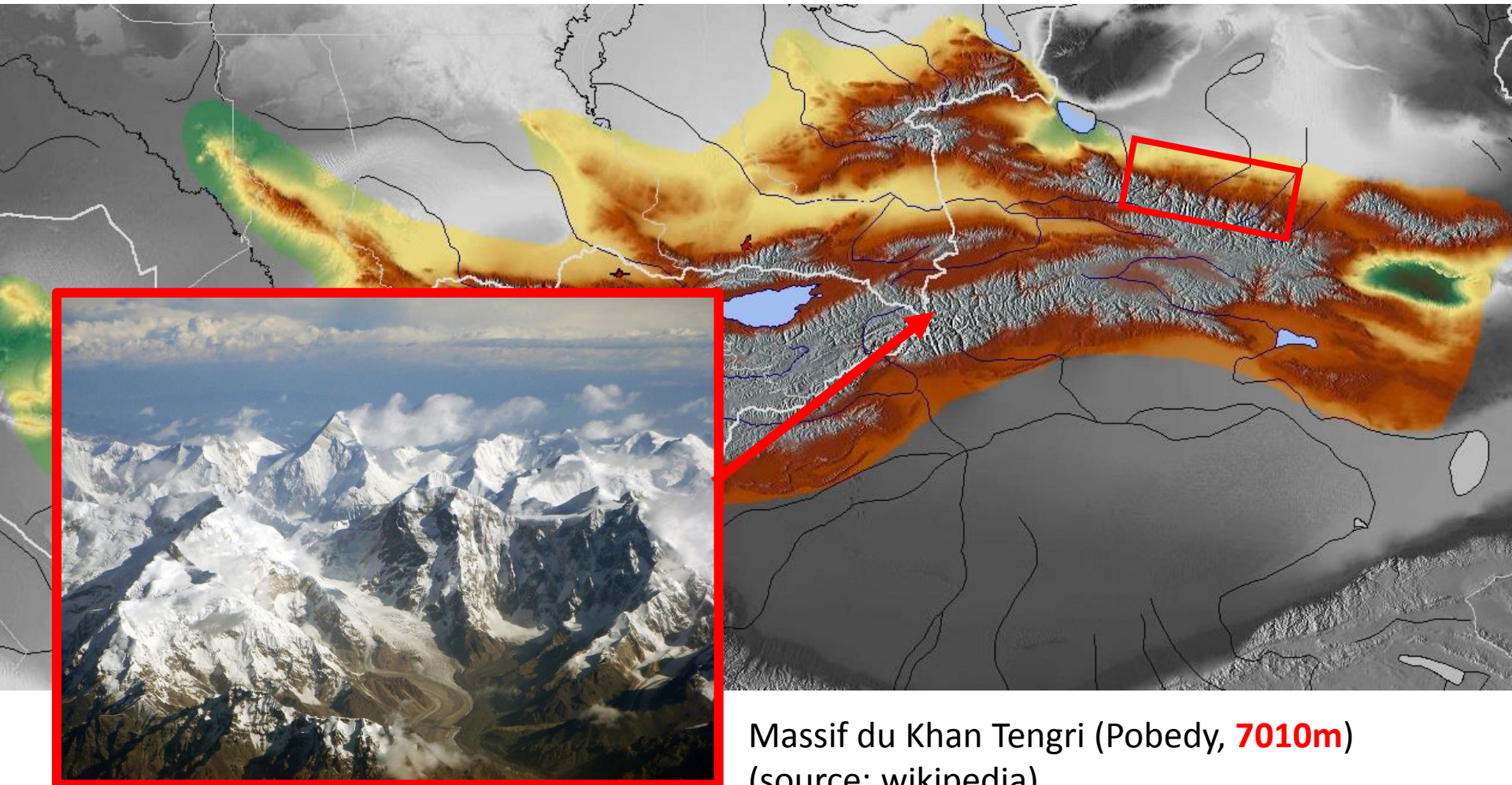


X - Origine et distribution

Les grands types de zones de convergence

Exemple du Tianshan
(Monts Céleste)

3. Orogénèses intracontinentale



Massif du Khan Tengri (Pobedy, **7010m**)
(source: wikipedia)

X - Origine et distribution

Les grands types de zones de convergence

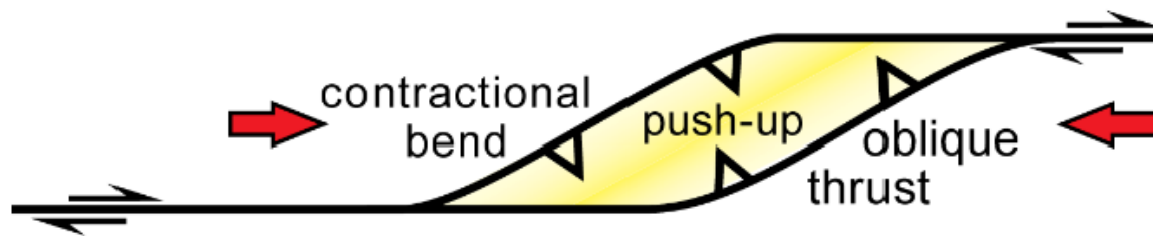
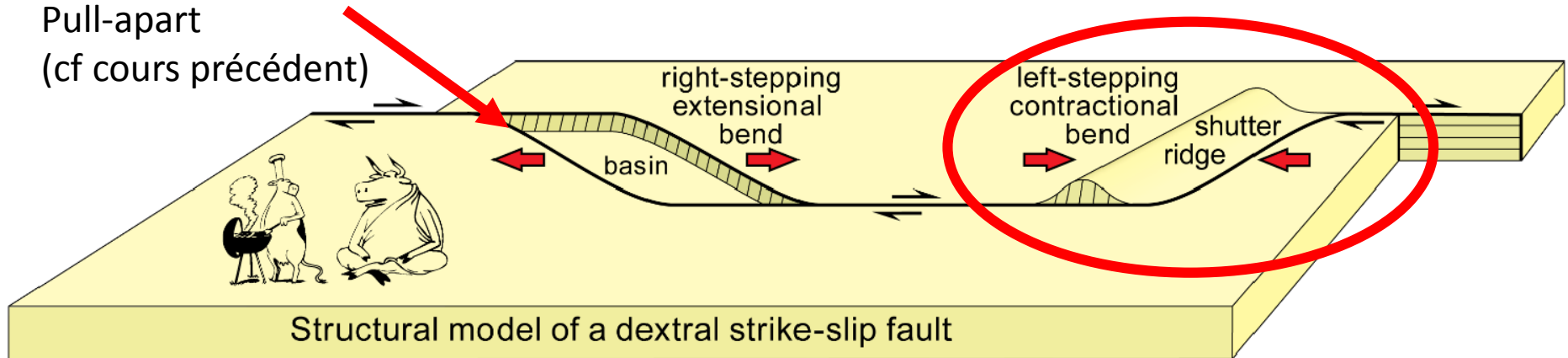
4. Les zones de relais: push up

NB: Bassin

Faïlle normale

Pull-apart

(cf cours précédent)

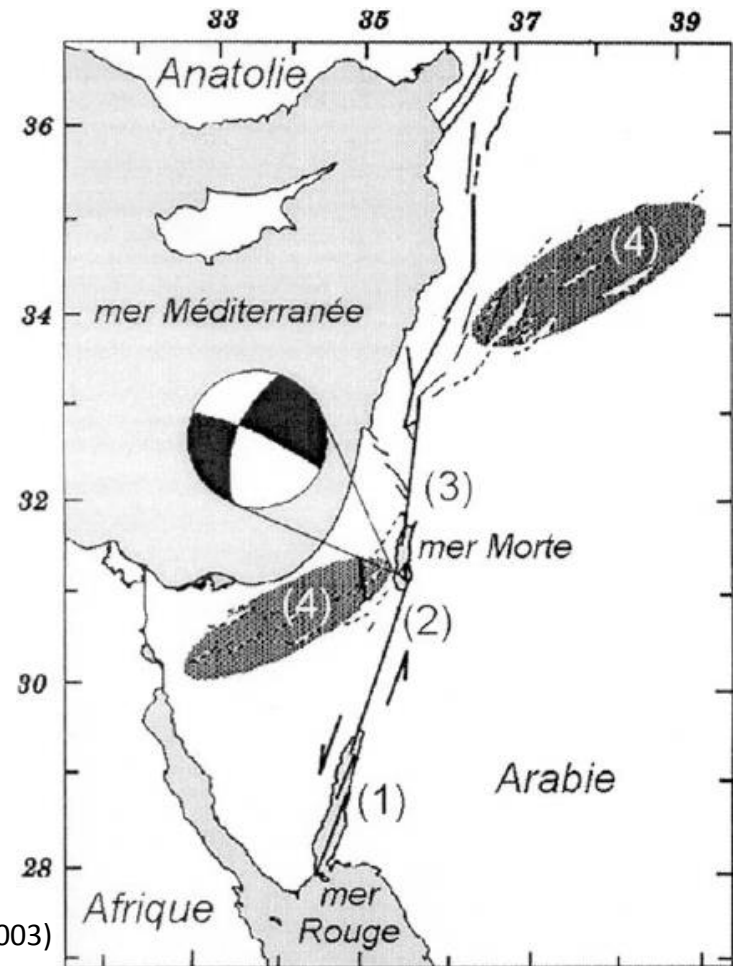


X - Origine et distribution

Les grands types de zones de convergence

4. Les zones de relais: push up

Exemple de la faille du Levant (faille senestre)



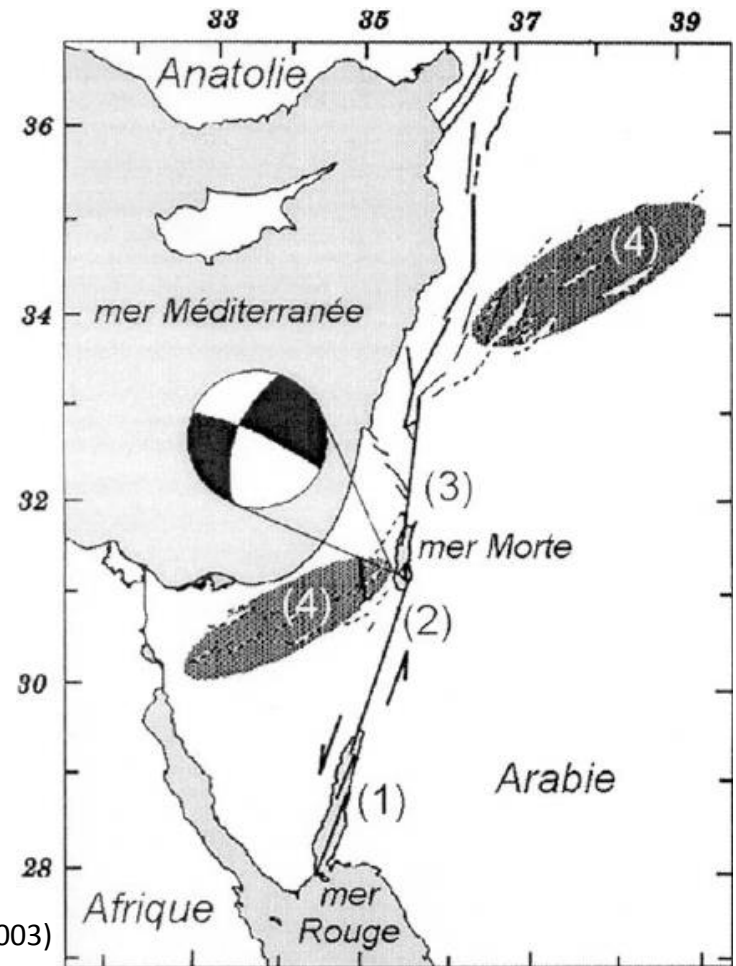
Closson et al. (2003)

X - Origine et distribution

Les grands types de zones de convergence

4. Les zones de relais: push up

Exemple de la faille du Levant (faille senestre)



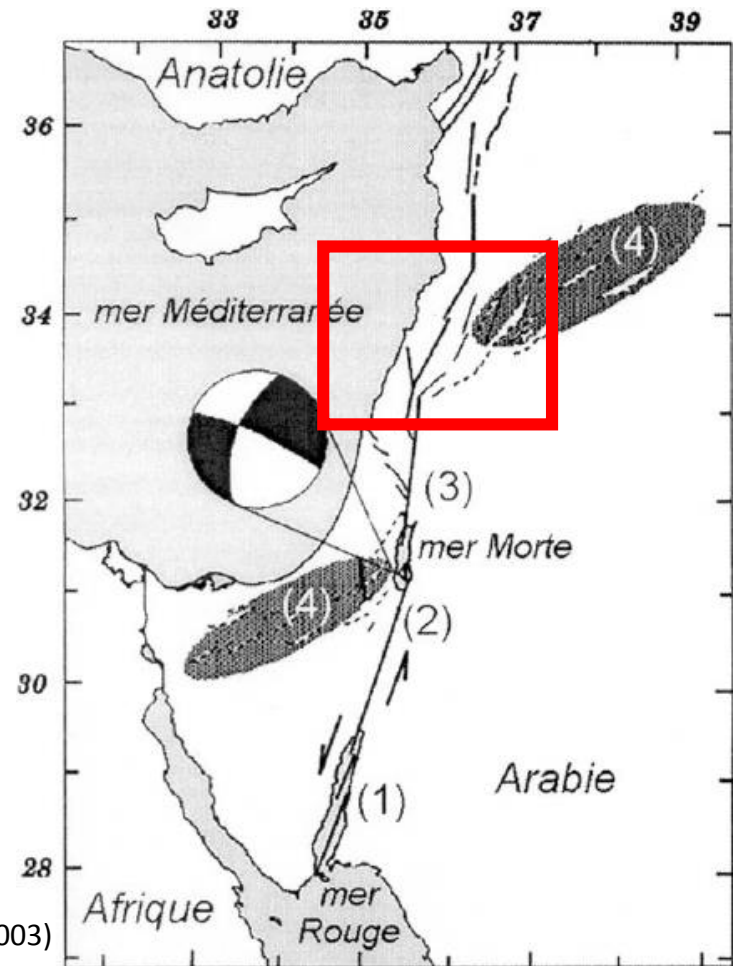
Closson et al. (2003)

X - Origine et distribution

Les grands types de zones de convergence

4. Les zones de relais: push up

Exemple de la faille du Levant (faille senestre)



Closson et al. (2003)

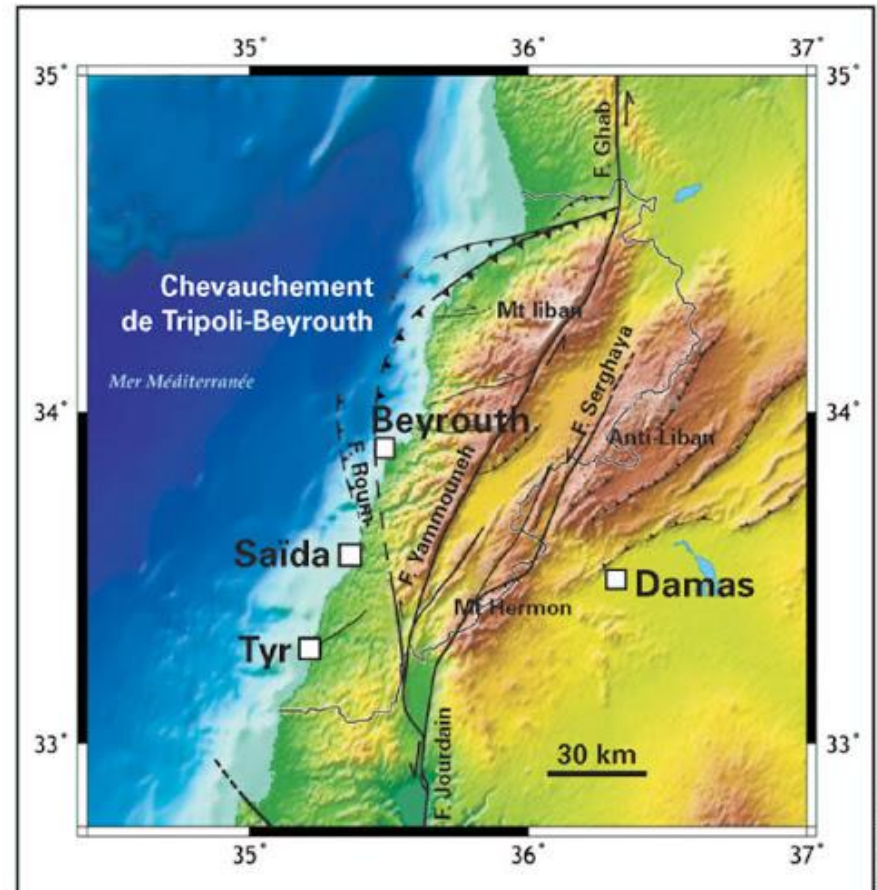
X - Origine et distribution

Les grands types de zones de convergence

4. Les zones de relais: push up

Exemple de la faille du Levant (faille senestre)

Source: IPGP

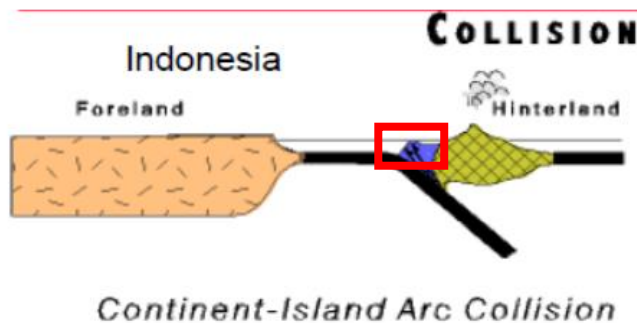


X - Origine et distribution

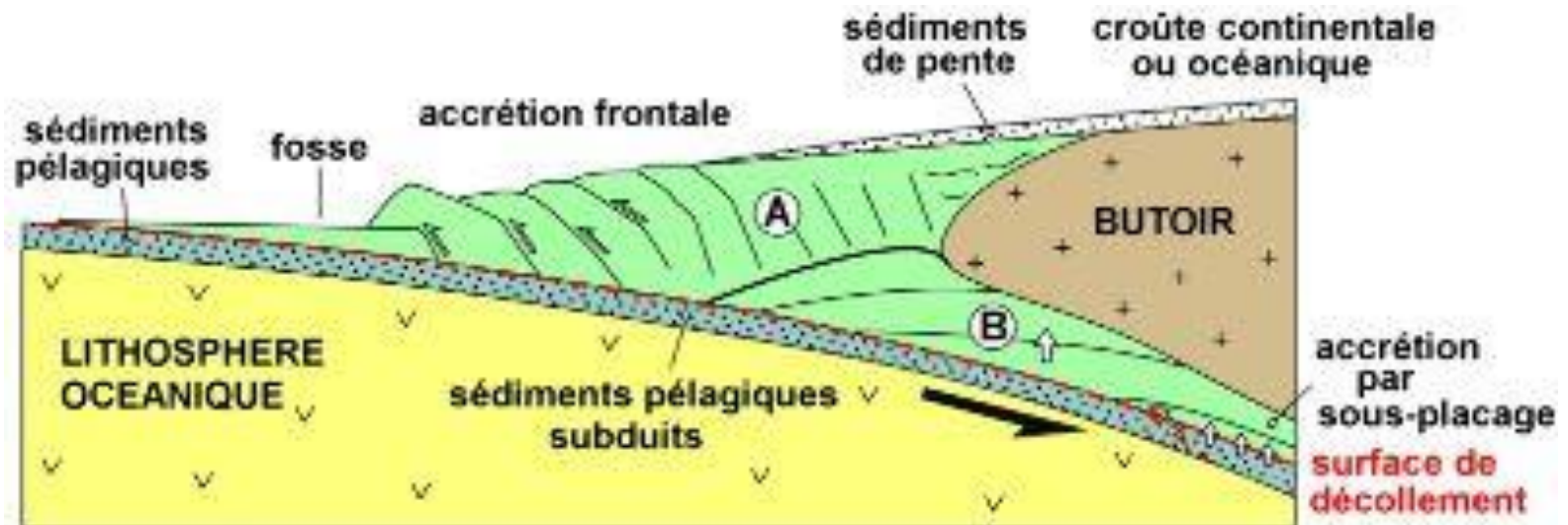
- a. Distribution des zones de convergence
- b. Les grands types de zones de convergence:
 - Orogénèse de subduction
 - Orogénèse de collision
 - Orogénèse de collision intracontinentale
 - Les zones de relai
- c. La notion de prisme d'accrétion et critique**
- d. Anatomie et exemples de chaînes de collision

X - Origine et distribution

La notion de prisme d'accrétion (océanique et orogénique)

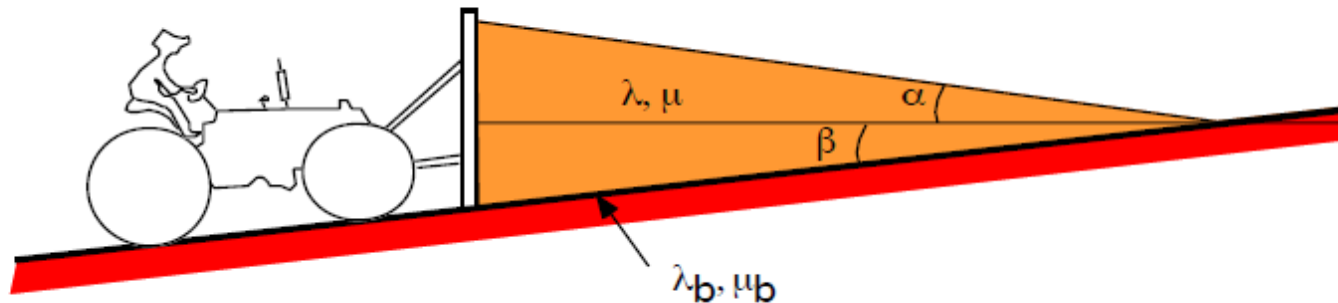


Il s'agit d'une structure tectonique générée par l'imbrication d'écailles sédimentaires. Cet écaillage est lié à l'existence d'un butoir rigide qui racle sur les sédiments pélagiques plus meubles de la croûte océanique en cours de subduction. Ce butoir localisé au-dessus de la croûte océanique subduite correspond soit à de la marge, soit à de la croûte océanique, soit à un ancien prisme. (planet-terre.ens-lyon.fr)



X - Origine et distribution

Le prisme critique



$$\alpha + \beta = \mu_b \left(\frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \right)$$

Davis et al. 1983

Dahlen 1990

α = Topographic slope of wedge

β = Dip of basal detachment

μ_b = coefficient of friction of basal detachment

μ = coefficient of friction of wedge ($\tan \phi = \mu$)

ϕ = angle of internal friction of wedge

ϕ_b = angle of internal friction of basal detachment

X - Origine et distribution

Le prisme critique

H.M. Cadell, 1888 British Geological Survey



Bonnet et al. (2006)



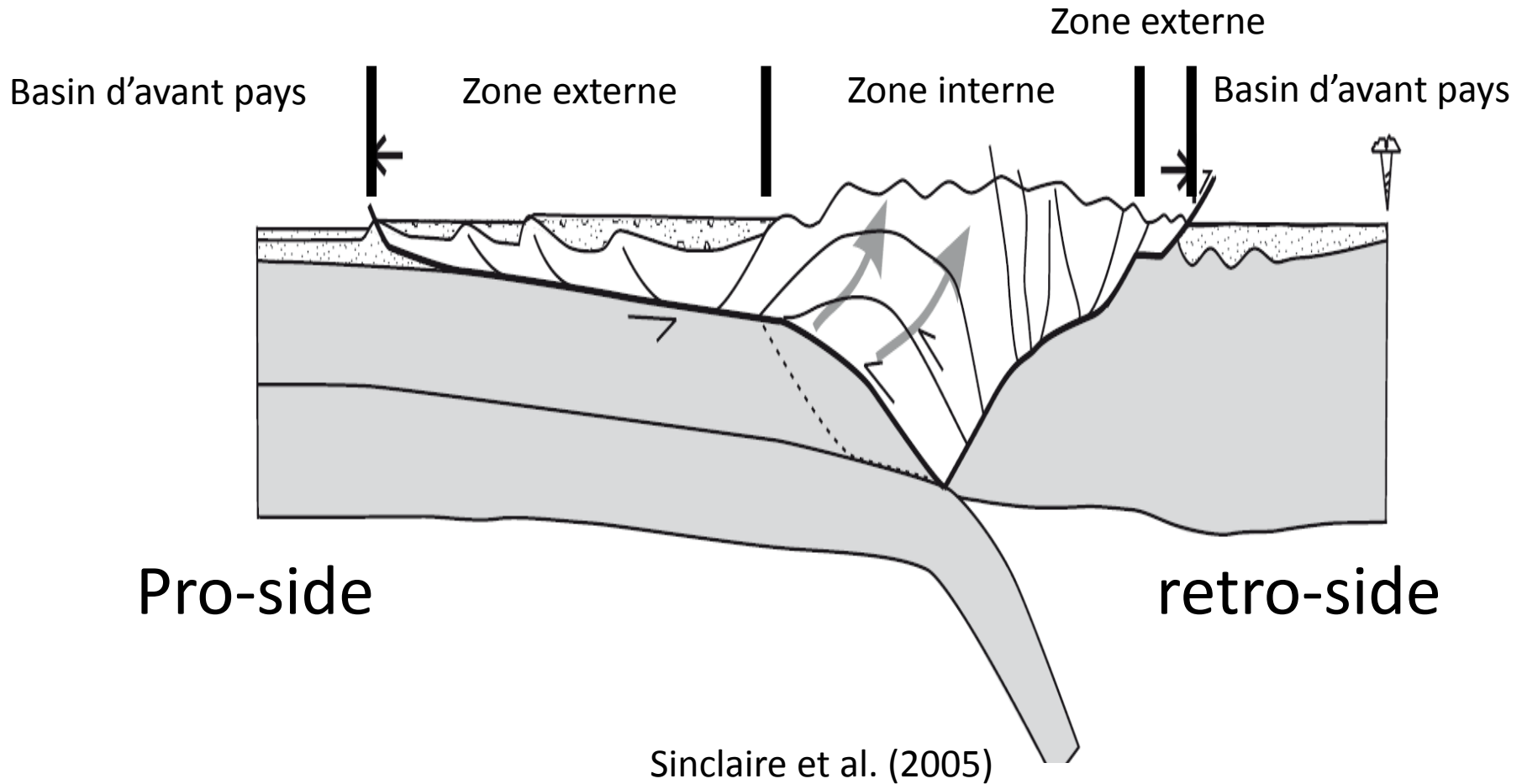
Bonnet, C., Malavieille, J. and Mosar, J. (2006)

X - Origine et distribution

- a. Distribution des zones de convergence
- b. Les grands types de zones de convergence:
 - Orogénèse de subduction
 - Orogénèse de collision
 - Orogénèse de collision intracontinentale
 - Les zones de relai
- c. La notion de prisme d'accrétion et critique
- d. Anatomie et exemples de chaînes de collision**

X - Origine et distribution

Anatomie d'une orogénèse de collision



X - Origine et distribution

Zone externe vs. interne

Zone externe

- Déformation localisée
- Socle pas affecté
- Tectonique de couverture
- Sédimentation associée
- Présence de nappe possible



3

Zone interne

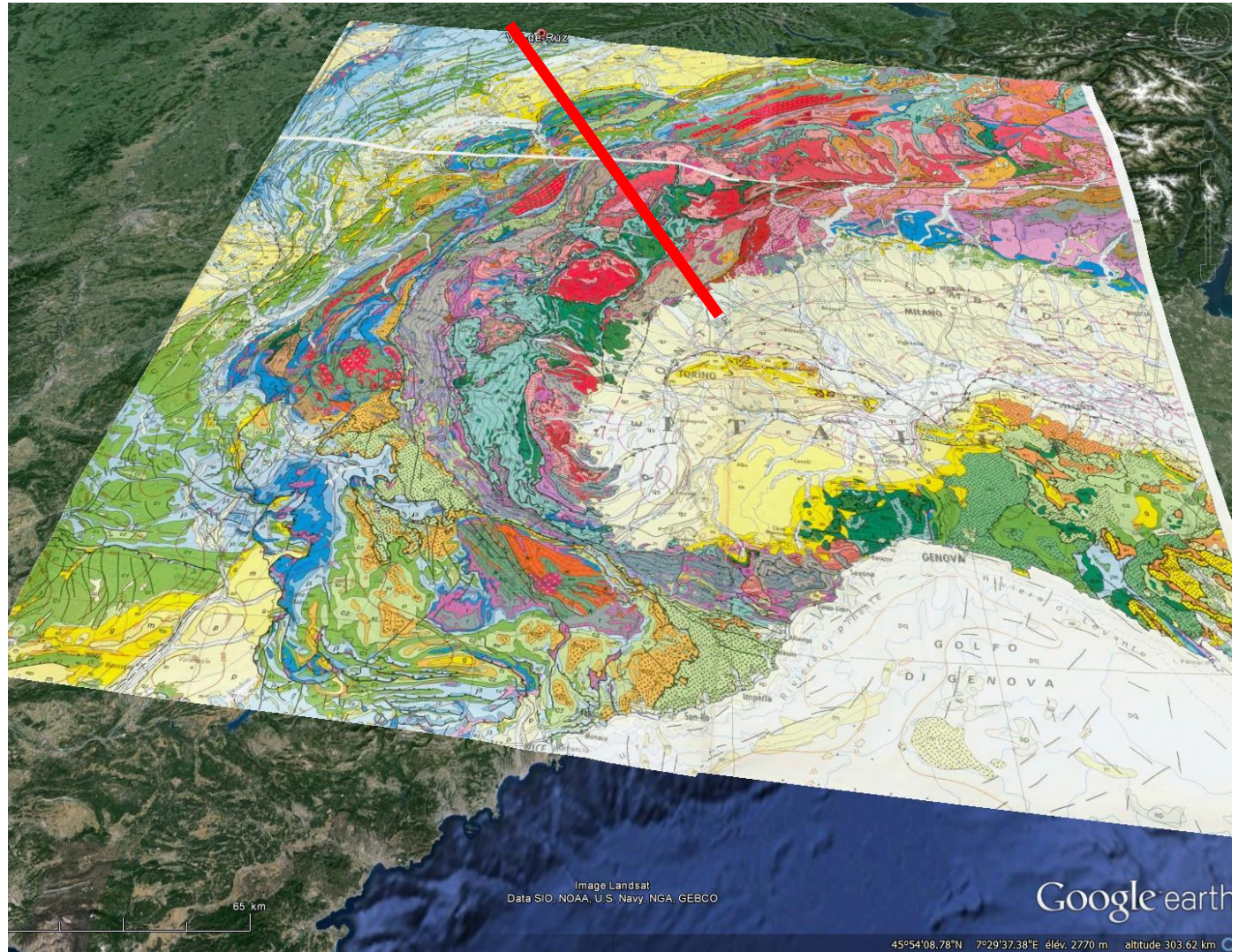
- Déformation intense et distribuée
- Tectonique de socle
- Peu ou pas de sédimentation associée
- Présence de grande nappe métamorphique



(voir cours D. Jousselin)

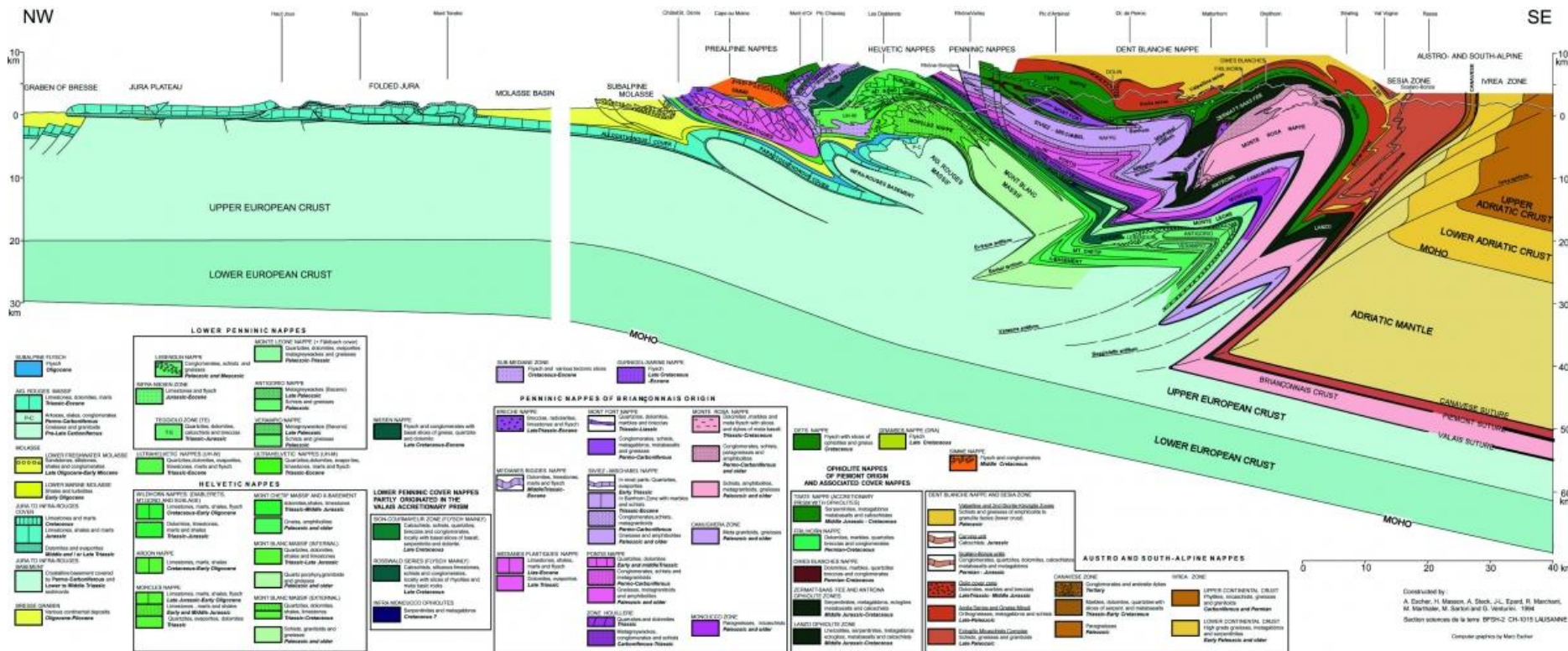
X - Origine et distribution

Quelques exemples d'orogénèses de collision: les Alpes



X - Origine et distribution

Quelques exemples d'orogénèses de collision: les Alpes



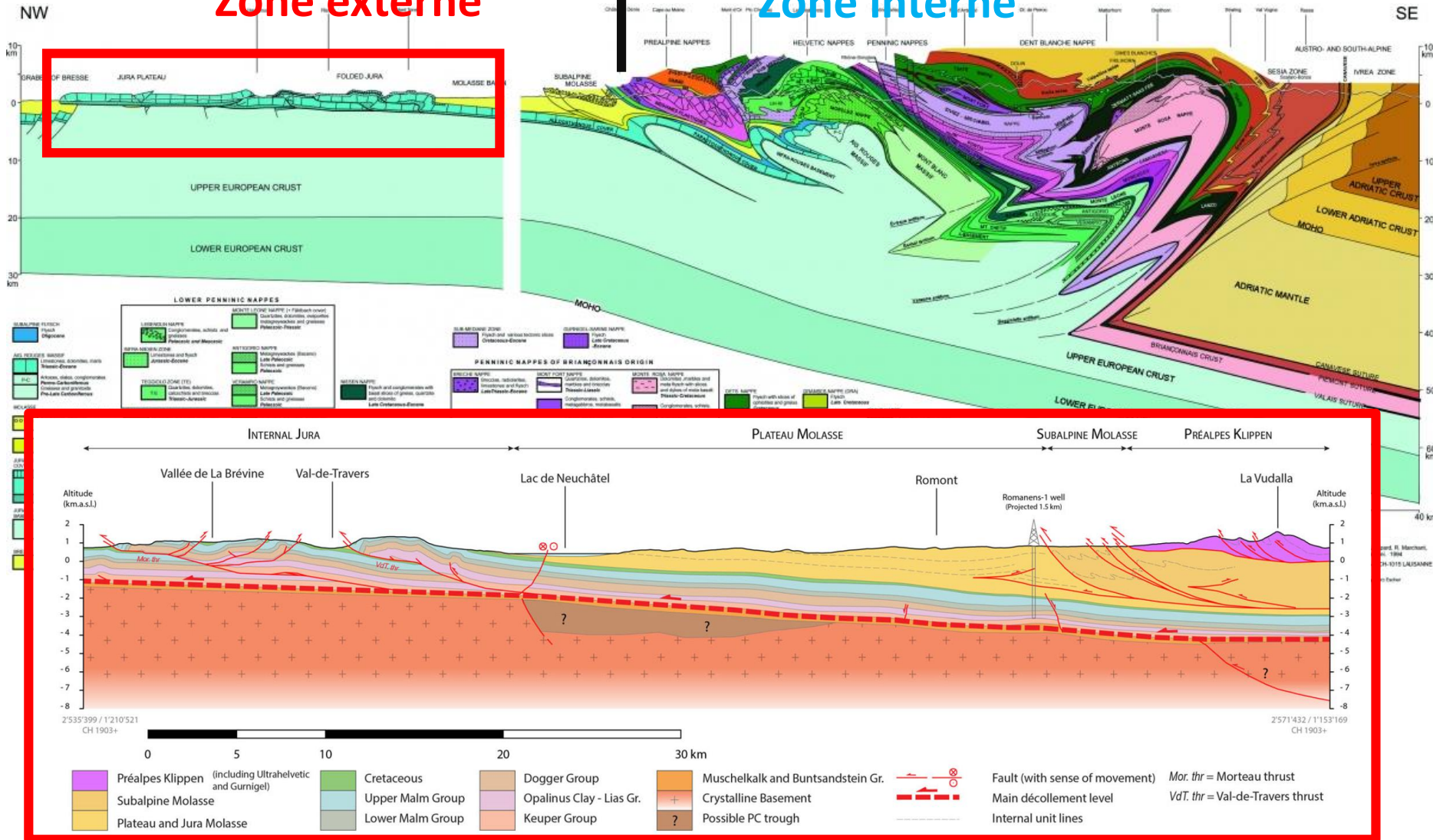
Contributed by:
A. Escher, H. Mader, A. Steck, J.L. Epp, R. Mader,
M. Martini, M. Schar, and G. Vannay, 1994
Secteurs schématisés de la zone EPSON-2 CH-1015 LAUSANNE
Computer graphics by Marc Fischer

X - Origine et distribution

Quelques exemples d'orogénèses de collision: les Alpes

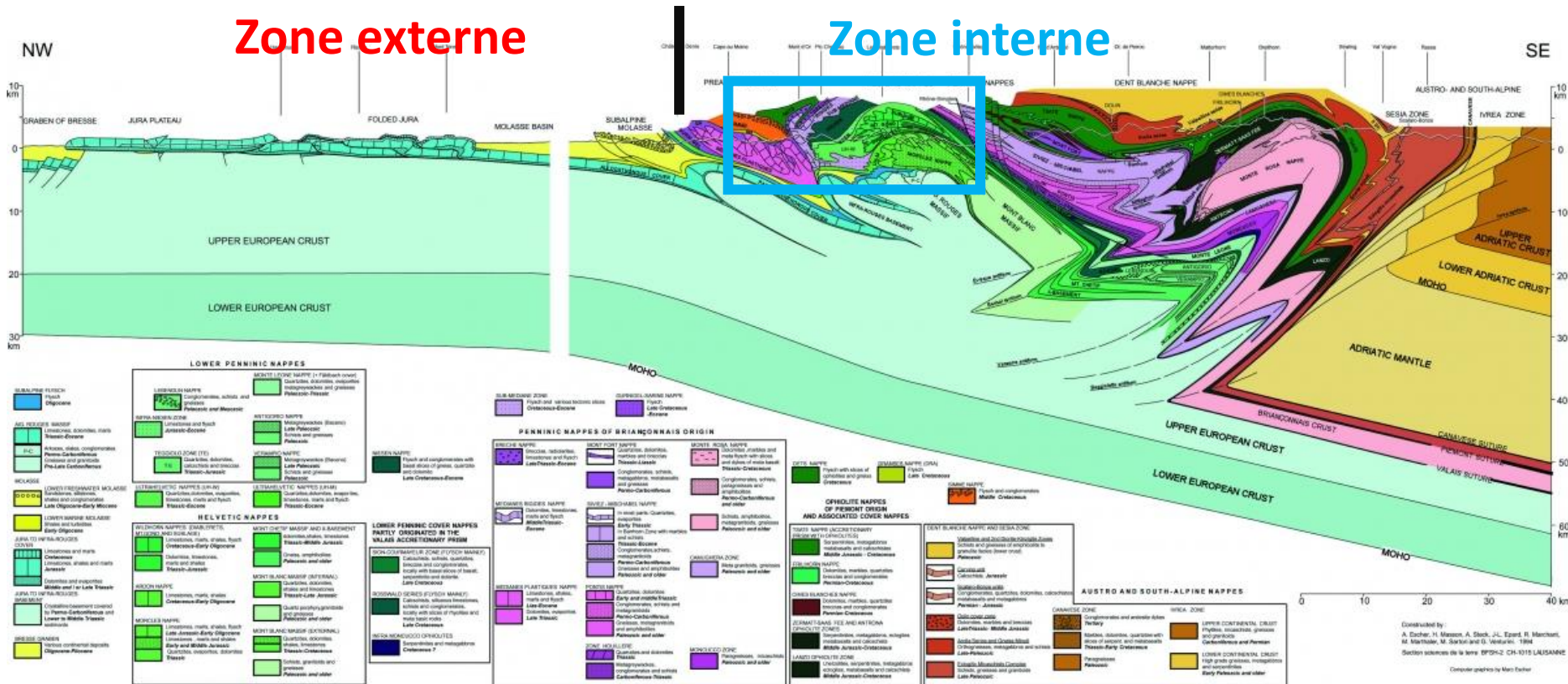
Zone externe

Zone interne



X - Origine et distribution

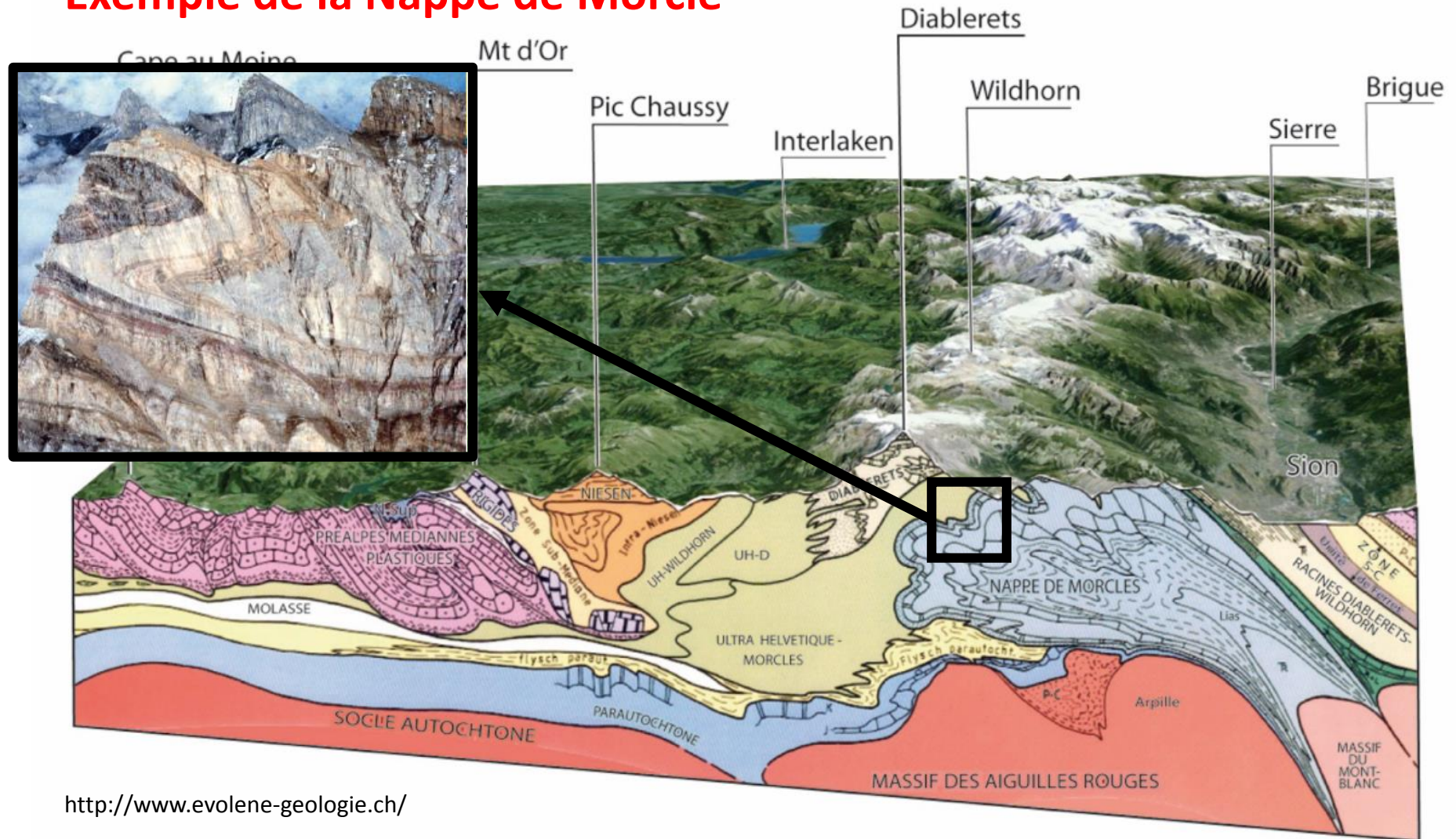
Quelques exemples d'orogénèses de collision: les Alpes



X - Origine et distribution

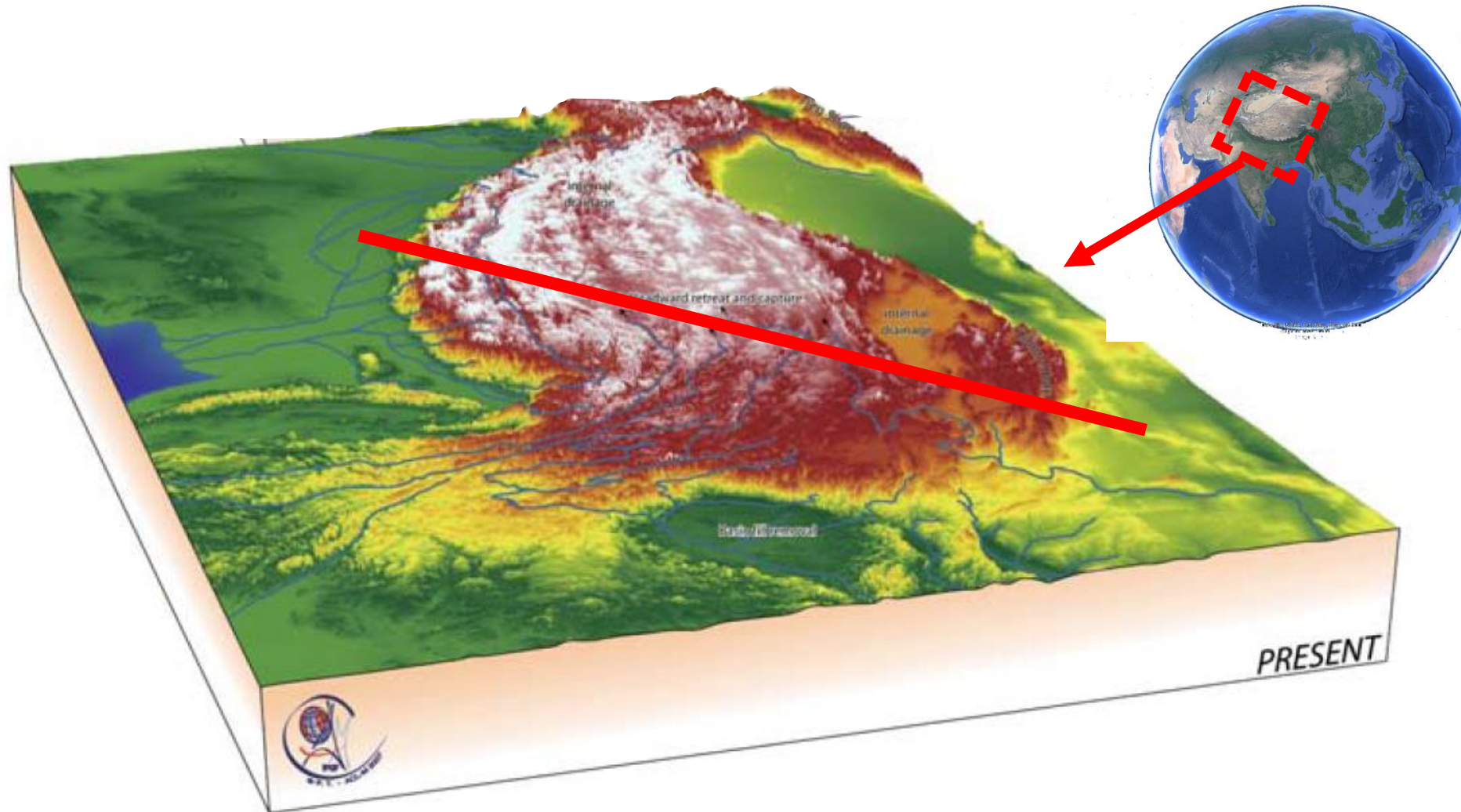
Quelques exemples d'orogénèses de collision: les Alpes

Exemple de la Nappe de Morcle



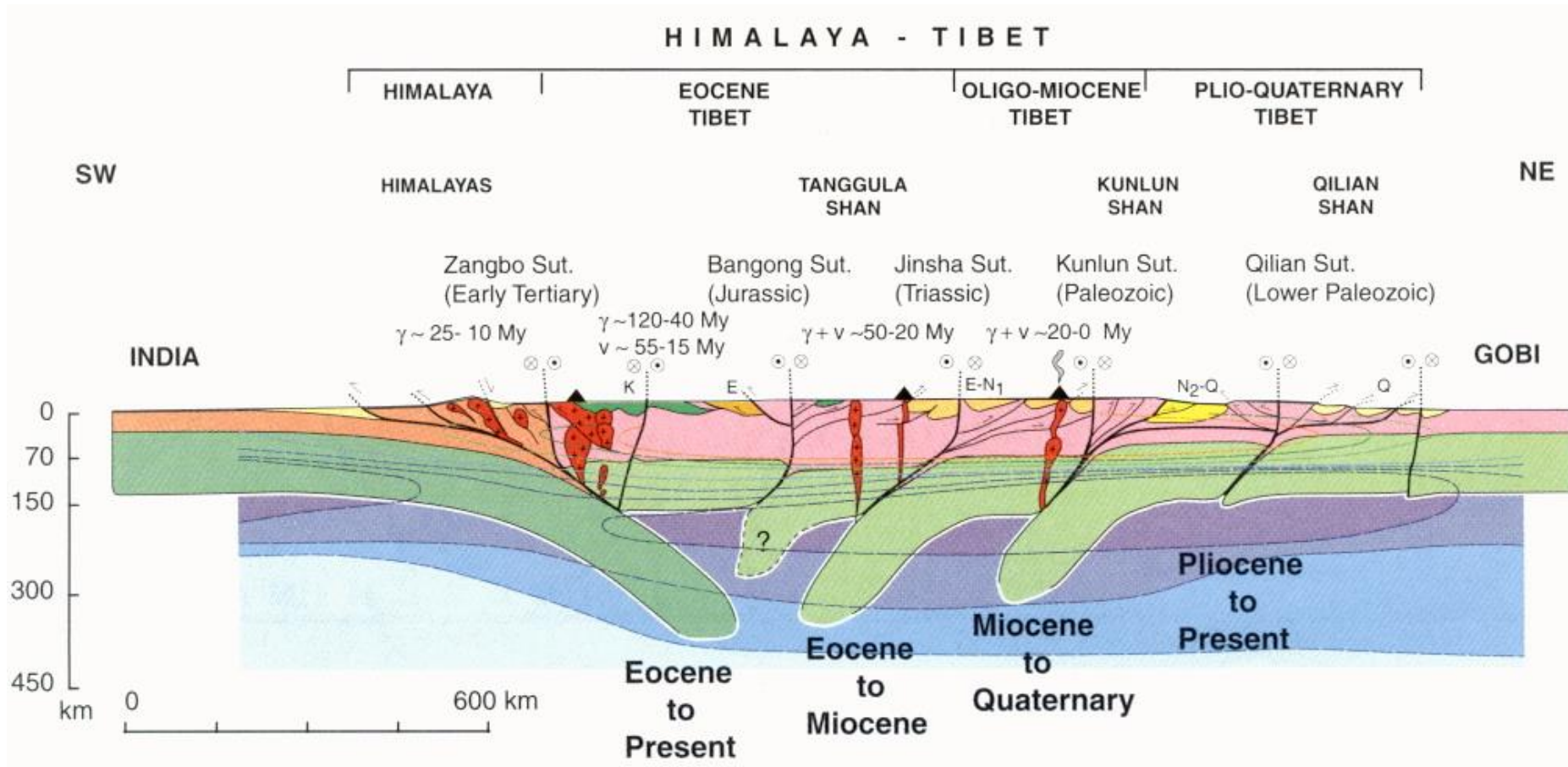
X - Origine et distribution

Quelques exemples d'orogénèses de collision: l'Himalaya/Tibet



X - Origine et distribution

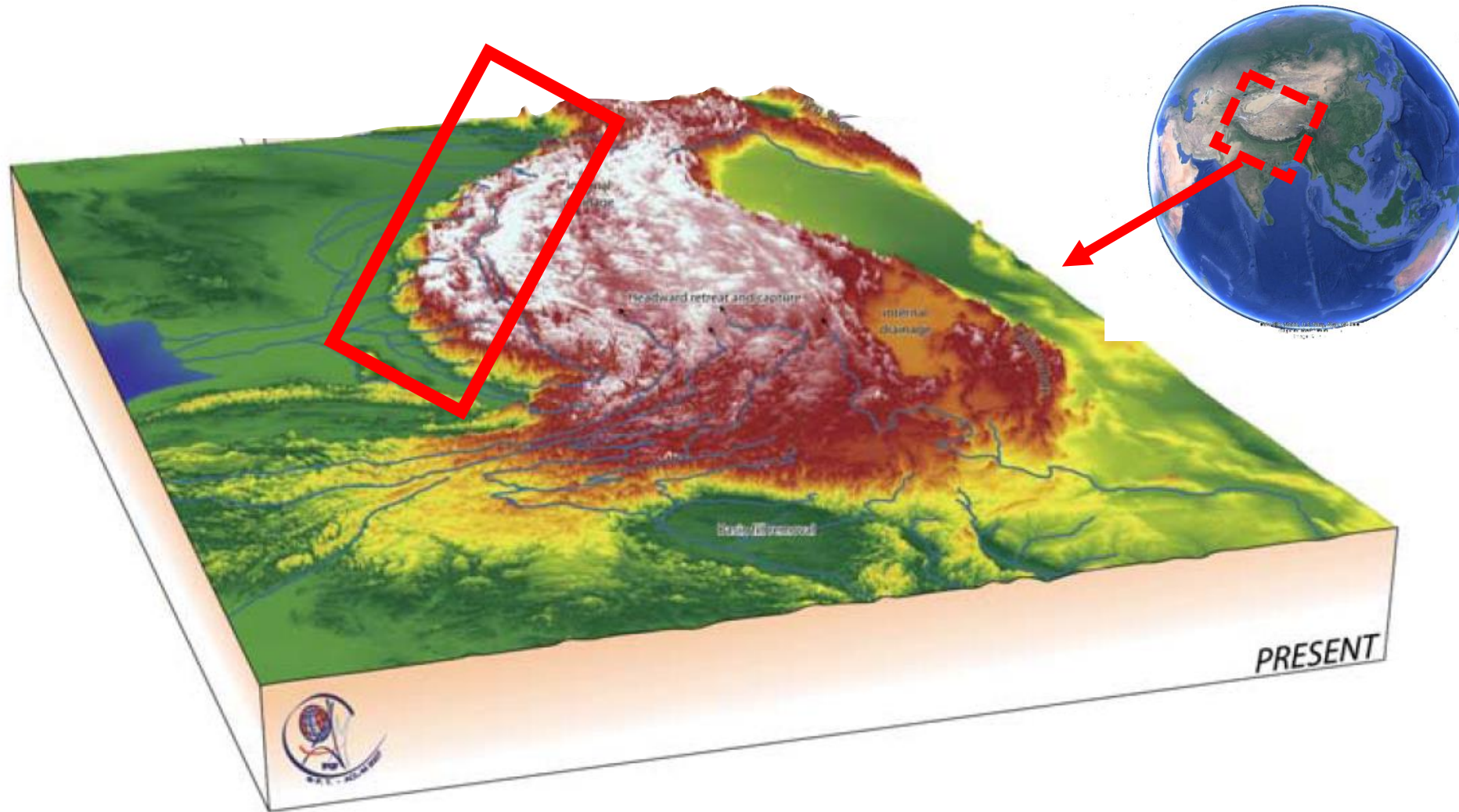
Quelques exemples d'orogénèses de collision: l'Himalaya/Tibet



Tapponnier et al. (2001)

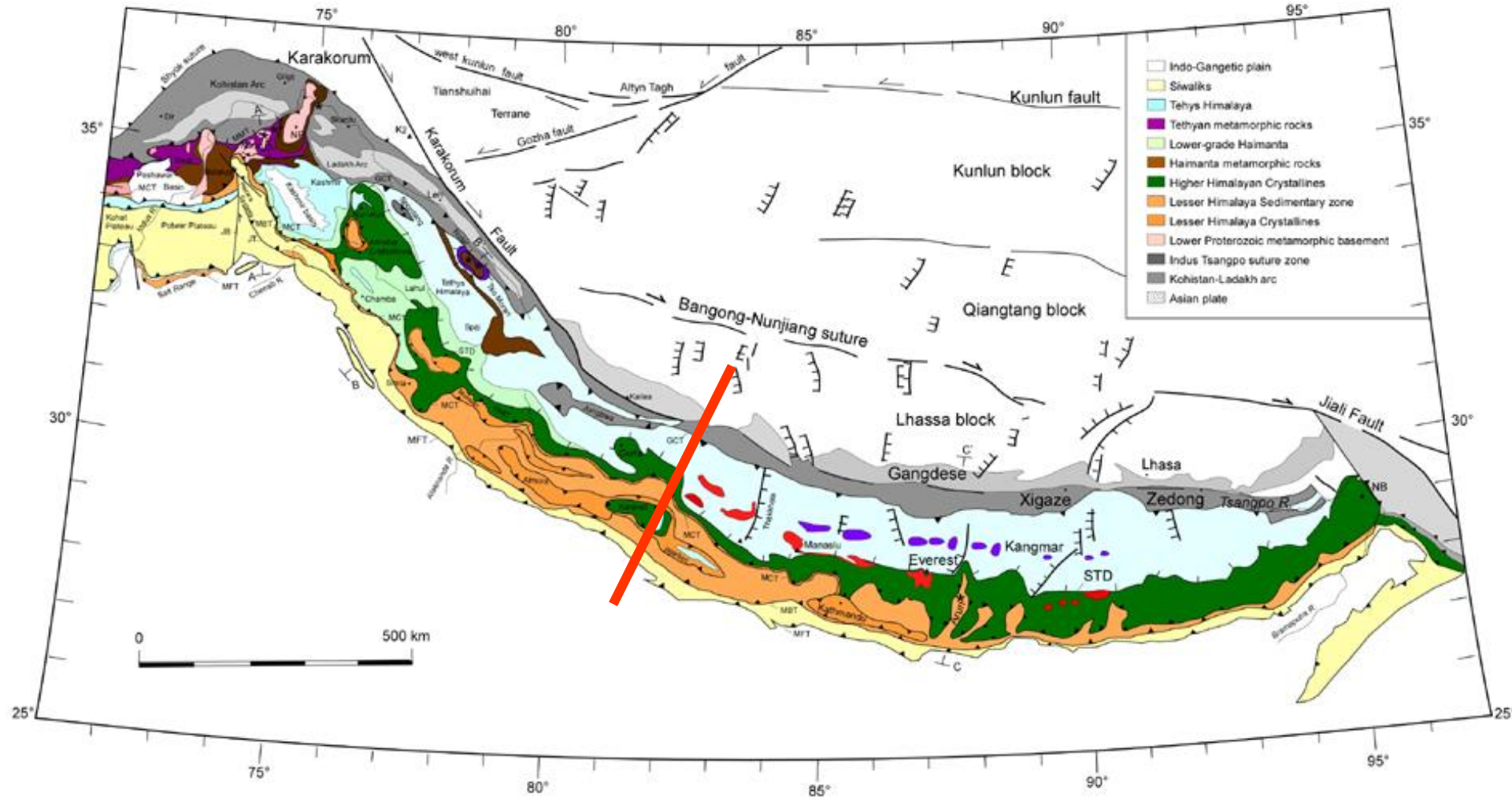
X - Origine et distribution

Quelques exemples d'orogénèses de collision: l'Himalaya/Tibet



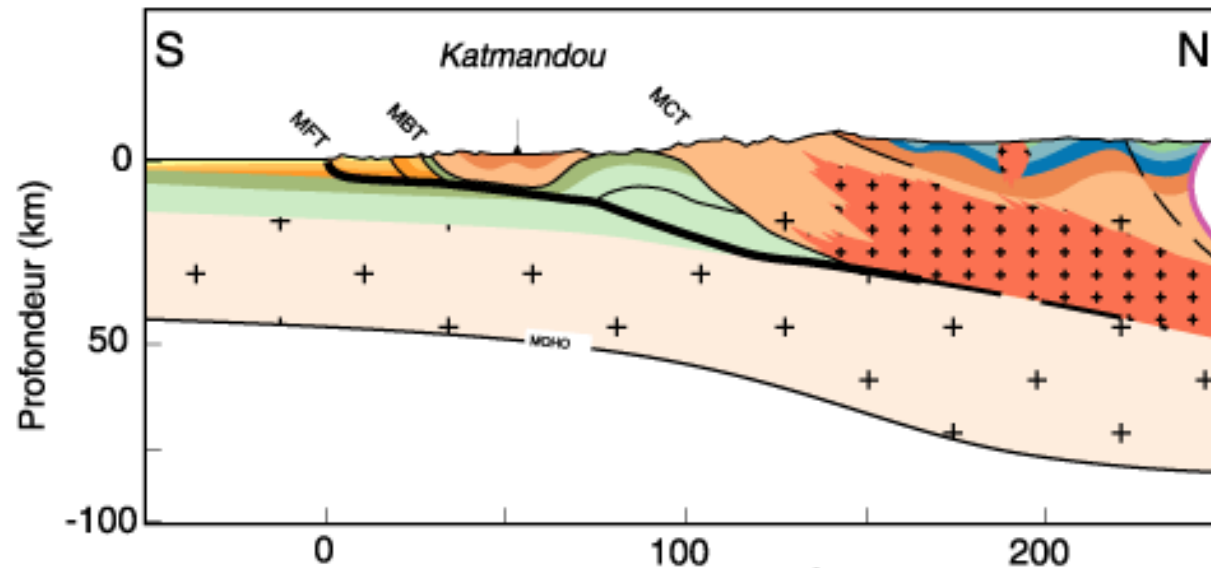
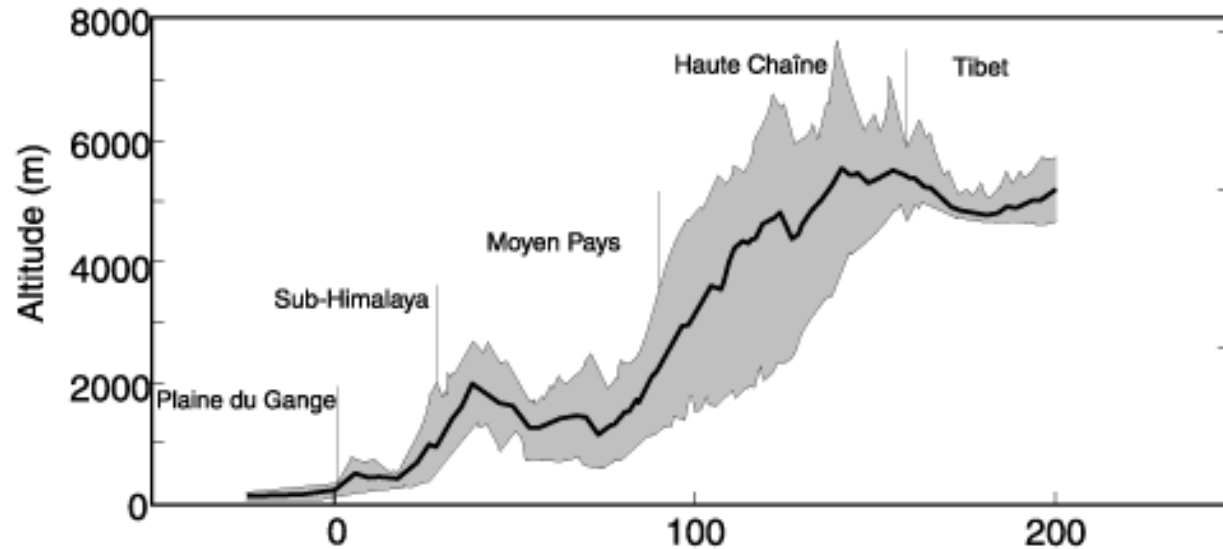
X - Origine et distribution

Quelques exemples d'orogénèses de collision: l'Himalaya/Tibet



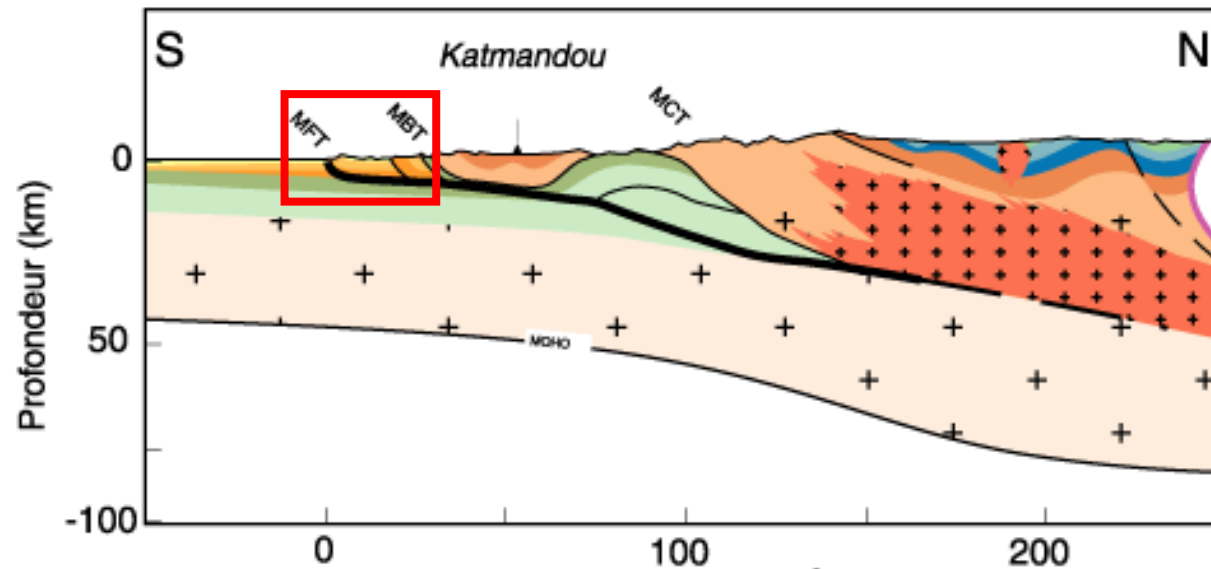
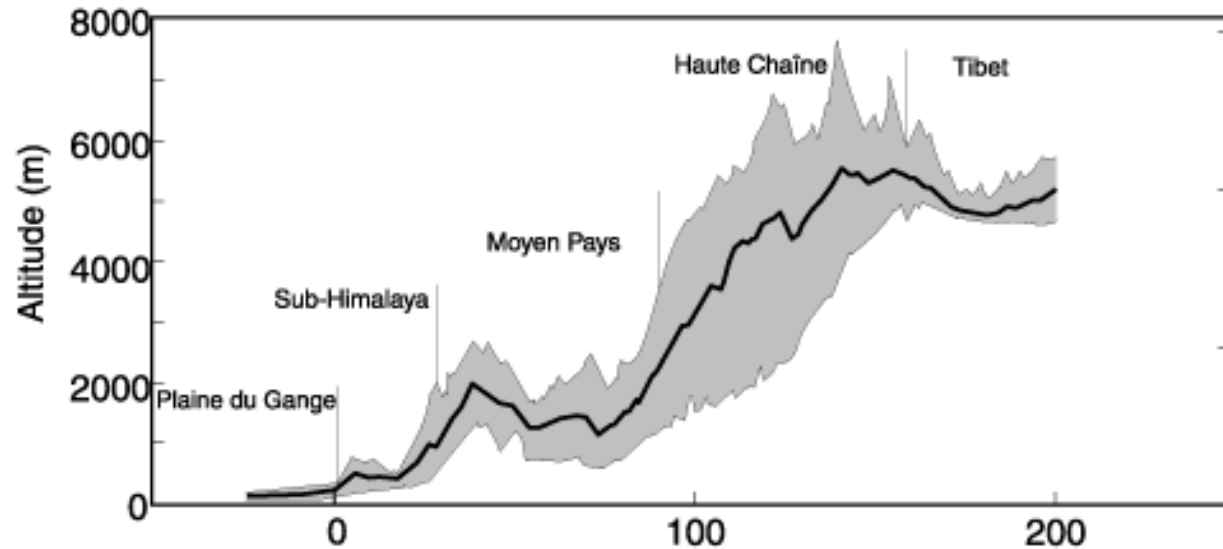
X - Origine et distribution

Quelques exemples d'orogénèses de collision: l'Himalaya/Tibet



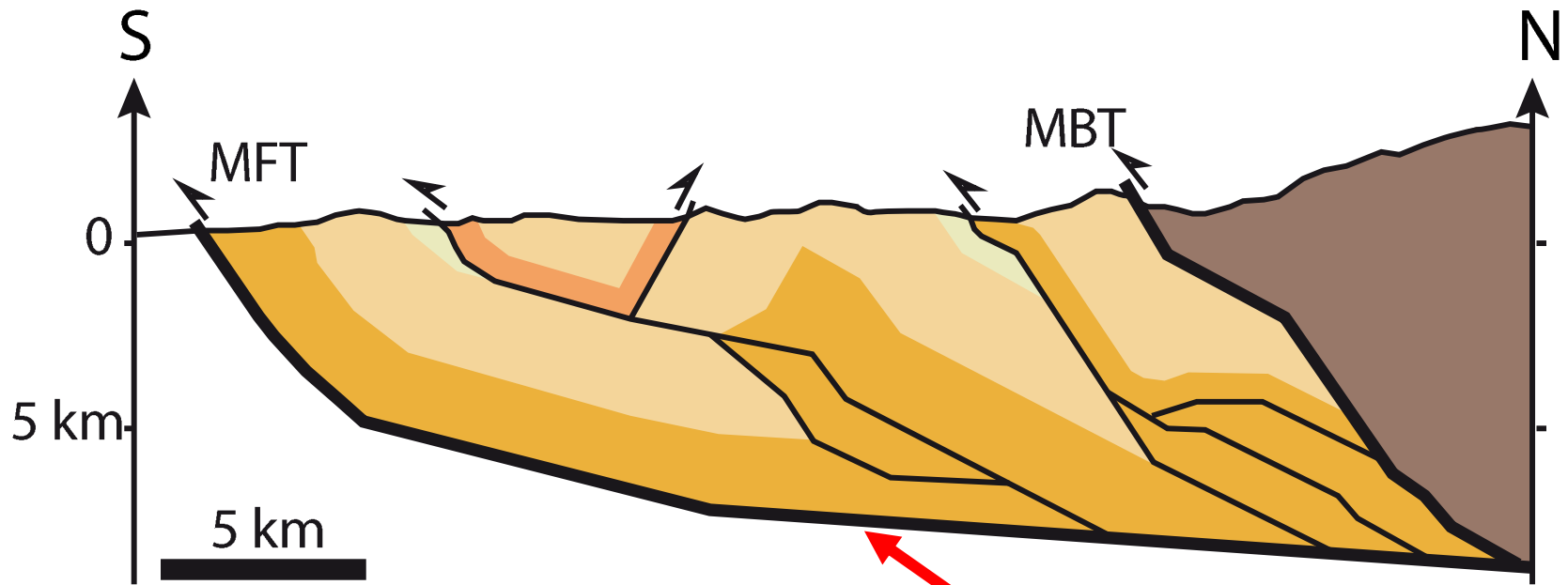
X - Origine et distribution

Quelques exemples d'orogénèses de collision: l'Himalaya/Tibet

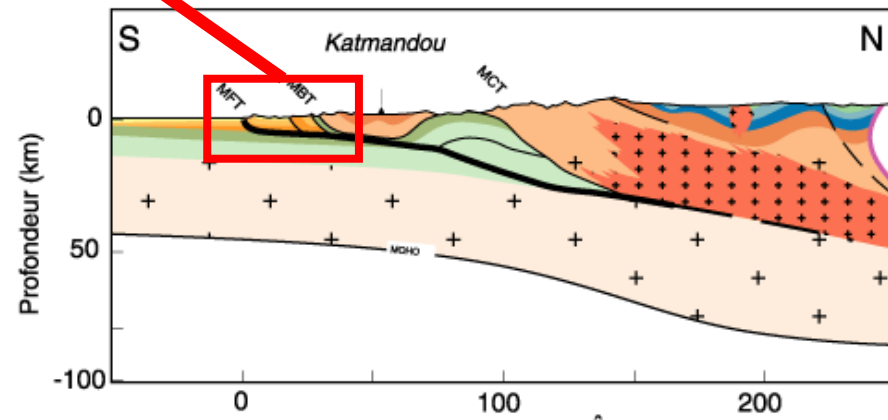


X - Origine et distribution

Quelques exemples d'orogénèses de collision: l'Himalaya/Tibet



Exemple de la coupe de la Surai
(d'après Mugnier et al.)



X - Origine et distribution

Quelques exemples d'orogénèses de collision: l'Himalaya/Tibet

Les séries Siwaliks

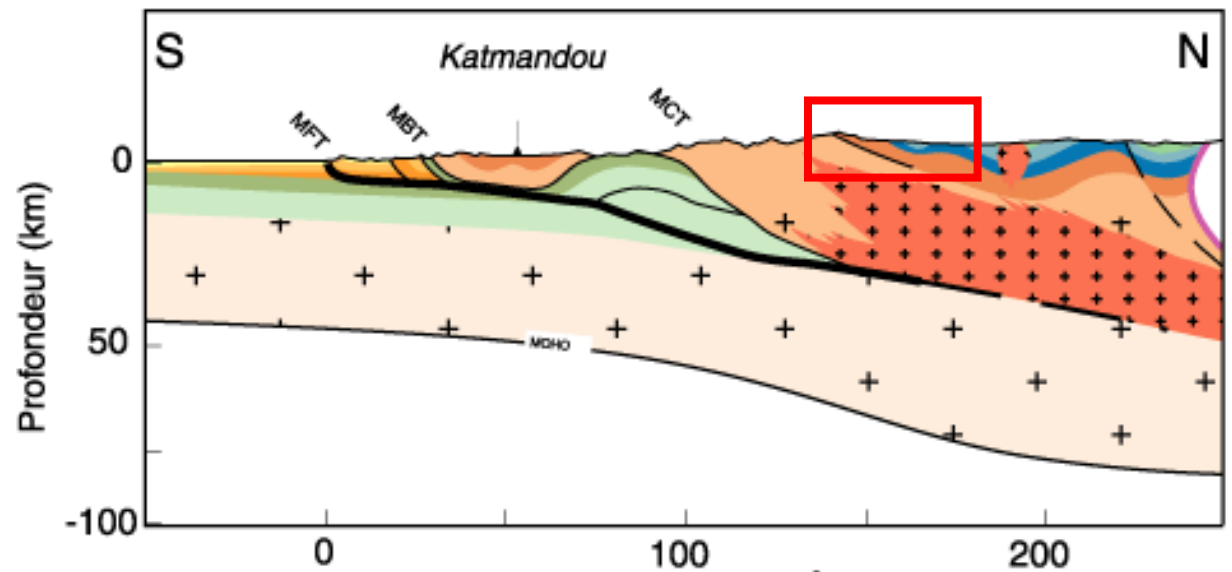
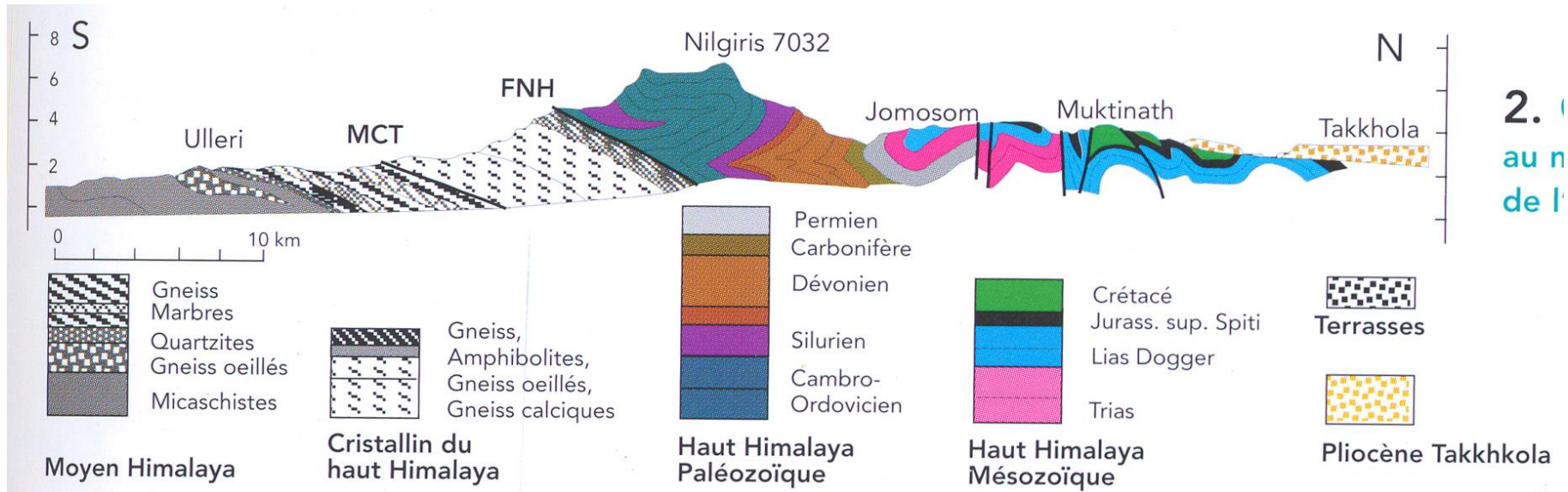
Molasses déposées au front de l'Himalaya dans le bassin flexural de la plaine du Gange
Ces séries sont ensuite incorporés dans la chaîne via les plis/failles frontaux
(cf coupe précédente)



photo: L. Barrier, IPGP

X - Origine et distribution

Quelques exemples d'orogénèses de collision: l'Himalaya/Tibet



Synthèse...ce que vous devez savoir:

1. Les grands types de faille inverses (inverse, chevauchement, détachement, rampe, plat)
2. Les géométries associées aux failles inverses (duplex, nappe, plis sur failles...)
3. La notion de socle vs couverture et les tectoniques associées
4. Le rôle du Trias et du gypse en France
5. Comment quantifier la compression
6. La sédimentation associée (startes de croissances, molasse et bassin d'avant pays)
7. Les grands contextes compressifs où l'on peut trouver des failles inverses et les mécanismes/processus associées