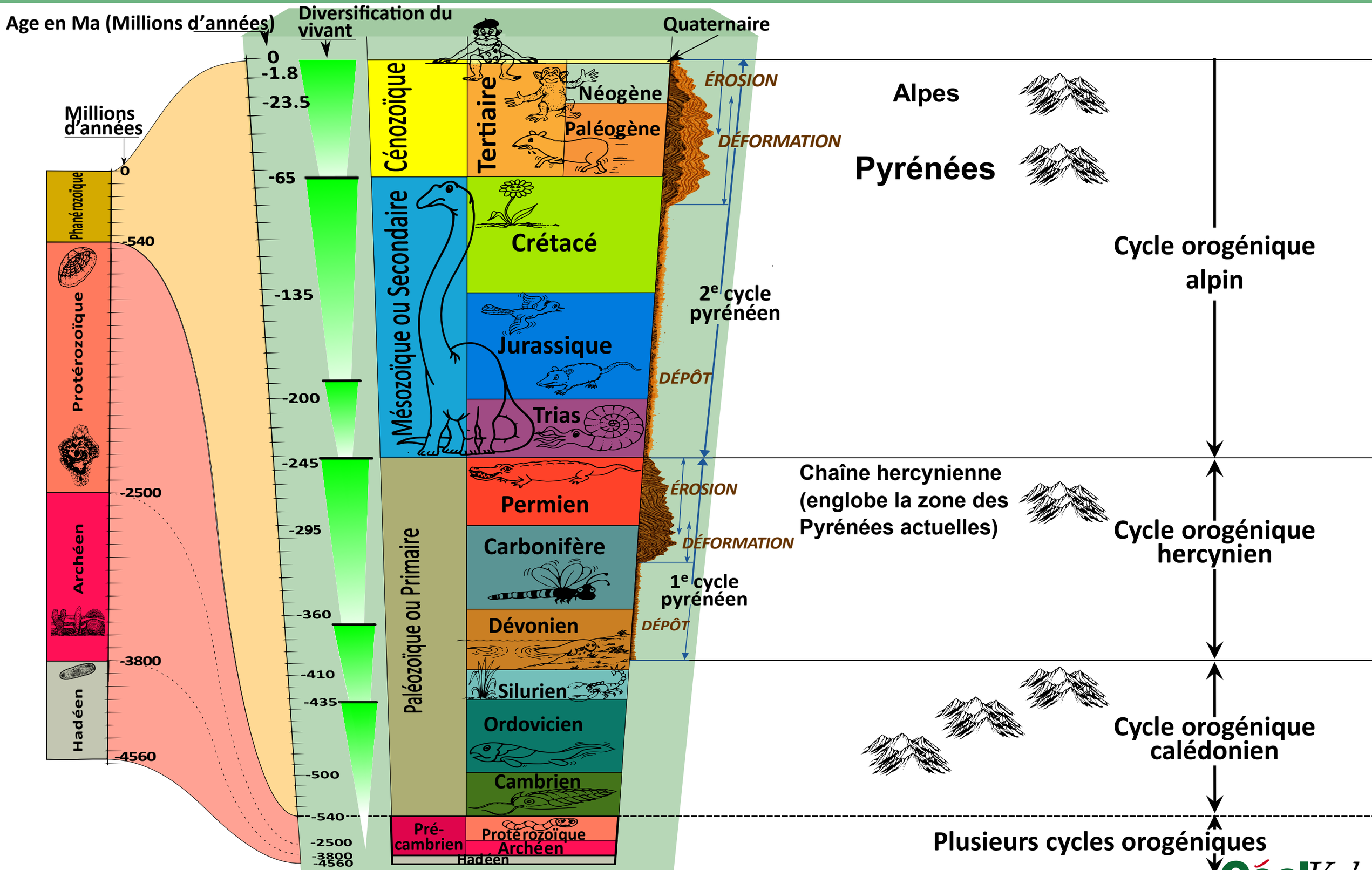
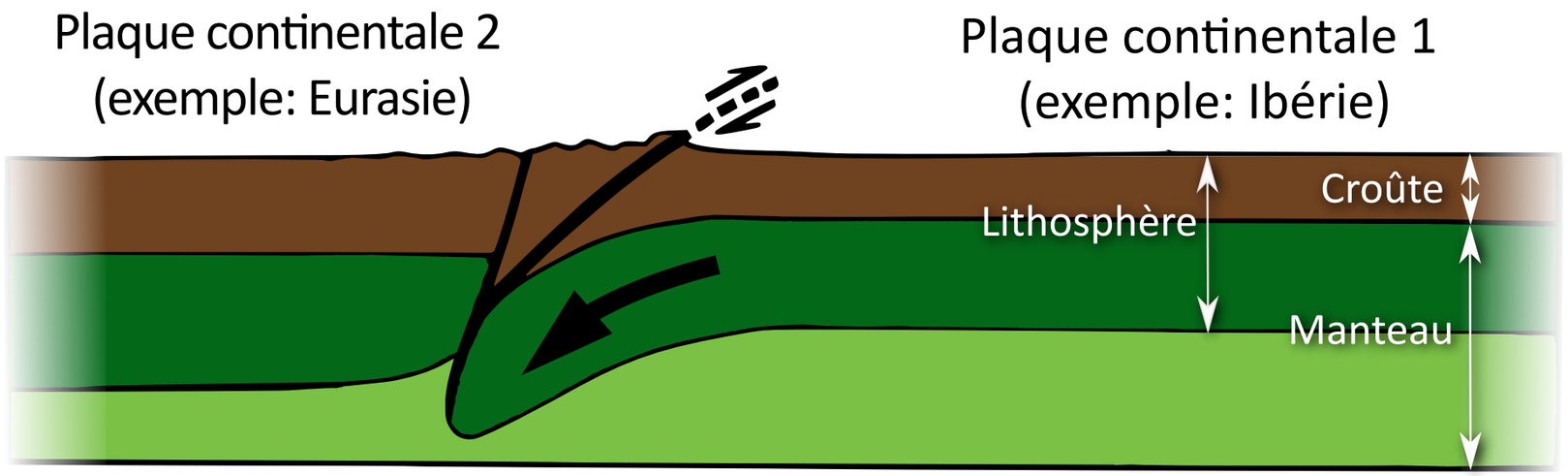
ÂGES GÉOLOGIQUES ET PYRÉNÉES

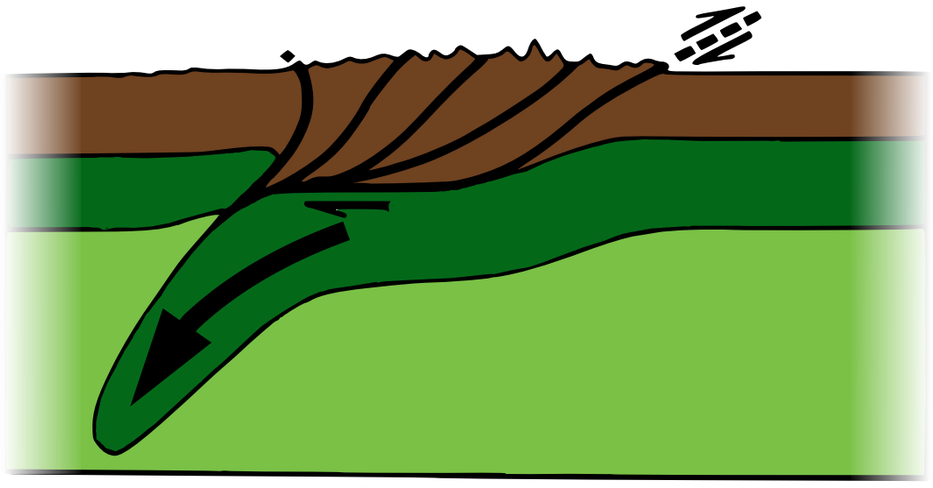


GéolVal

LA FORMATION D'UNE CHAÎNE DE MONTAGNE PAR COLLISION DE DEUX PLAQUES CONTINENTALES

Les Pyrénées actuelles sont le résultat de la superposition de deux chaînes de montagnes successives, la chaîne hercynienne (- 300 Ma) dont des reliquats affleurent dans la partie centrale des Pyrénées, et la chaîne Pyrénéenne «récente» (- 40 Ma).
Ces deux chaînes de montagnes, pourtant d'âges et d'extensions géographiques très différents, résultent d'un même phénomène géologique: la collision des deux plaques tectoniques continentales

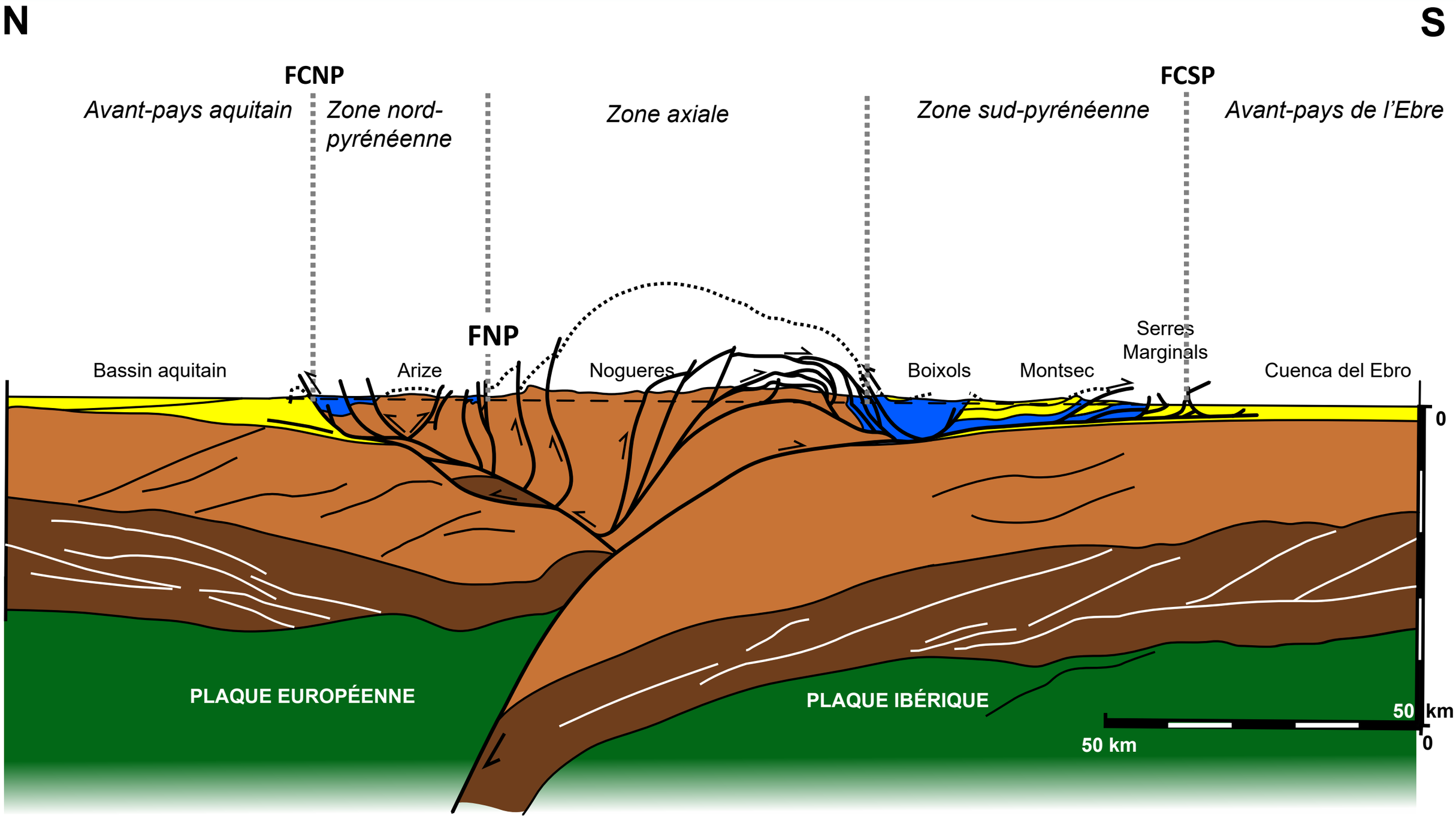




D'après (Mattauer, 1999, p. 125)

Compression. Subduction de la plaque 1 sous la plaque 2 et formation de chevauchements en surface

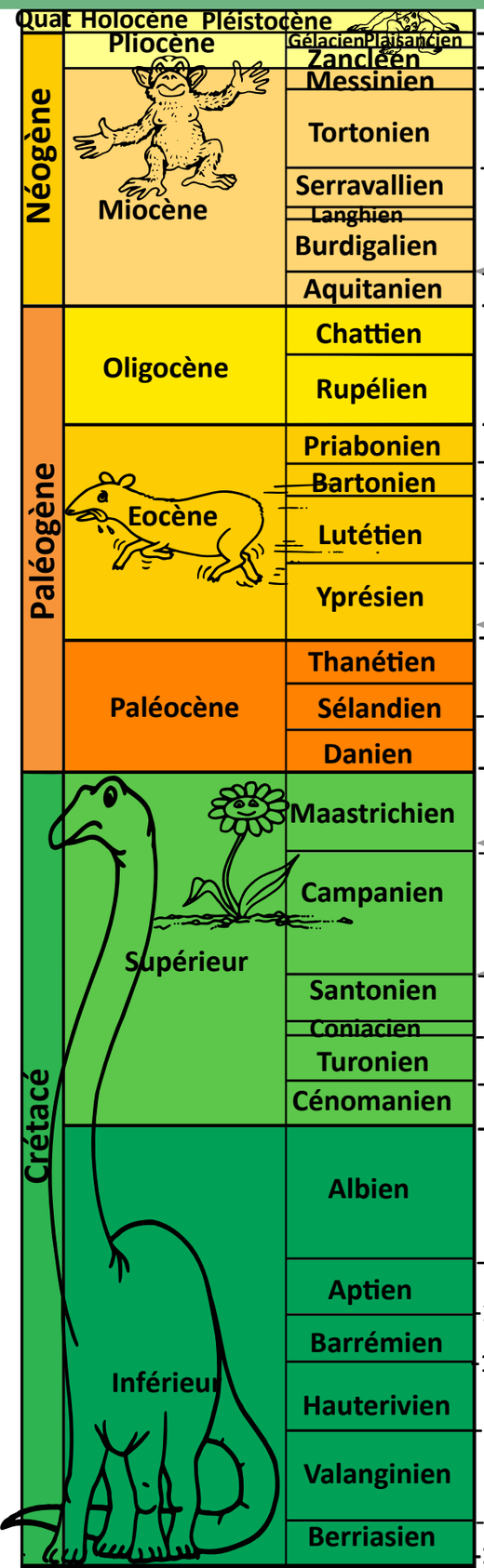
COUPE GÉOLOGIQUE A TRAVERS LES PYRÉNÉES CENTRALES (D'APRÈS PROFIL ECORS*)



Capote, R., Muñoz, J. A., et al.
2002 , Alpine tectonics : The geology of Spain : Geological Society, London, p. 343

***ECORS** Etude de la Croûte Continentale et Océanique par Réflexion Sismique
FCSP Front Chevauchant Sud Pyrénéen
FCNP Front Chevauchant Nord Pyrénéen
FNP Faille Nord Pyrénéenne des auteurs

LA FORMATION DES PYRÉNÉES RÉCENTES : CHRONOLOGIE



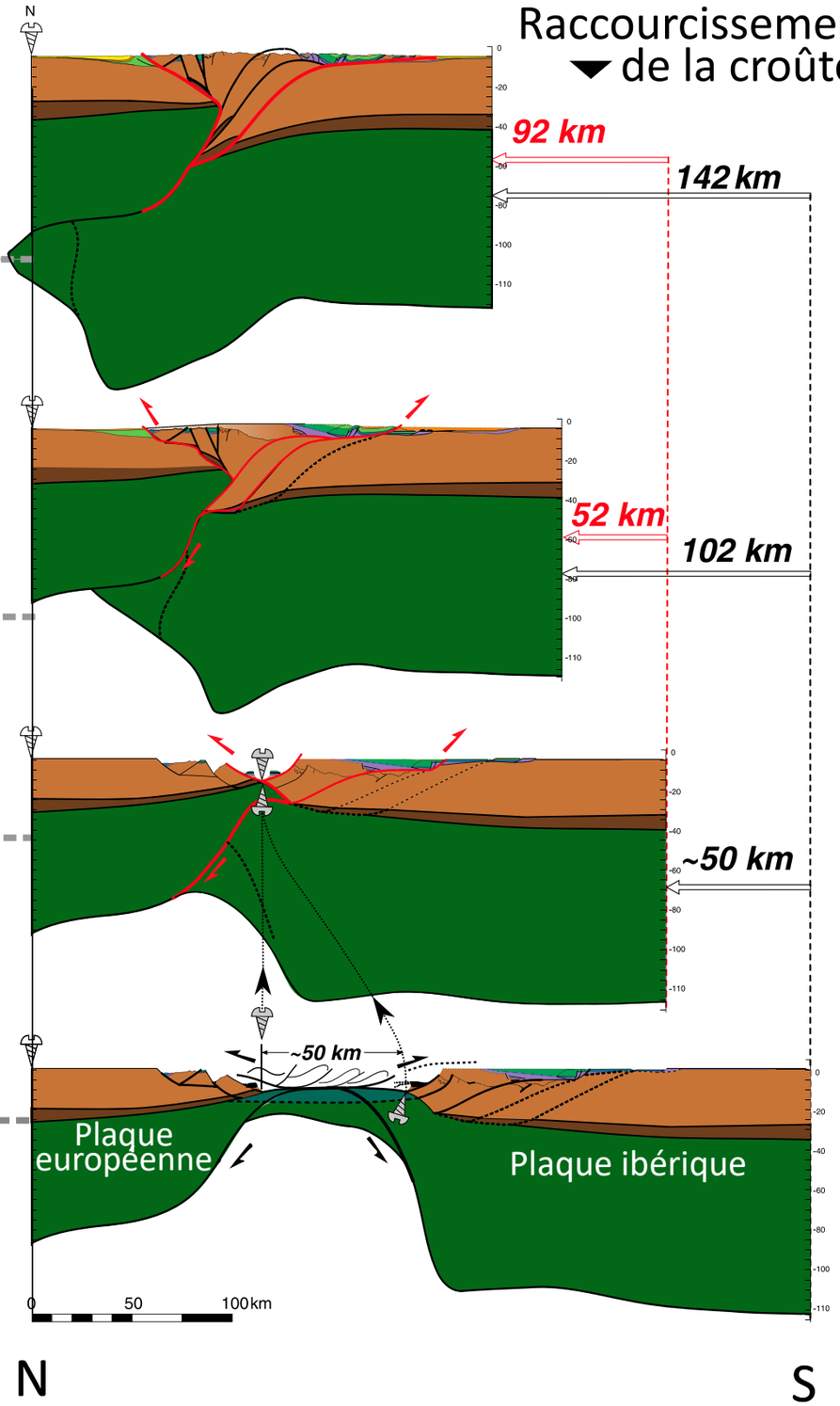
-20 M.a.

-52 Ma

-71 M.a.

-83 Ma

Orogénèse Pyrénéenne



Raccourcissement N-S de la croûte

L'érosion prend le pas sur le soulèvement

Les Pyrénées s'édifient

Collision: les Pyrénées surgissent

Les plaques se rapprochent

Oligocene
Upper Eocene
Paleocene to Mid Eocene
Tremp Fm. (KT boundary)
Upper Cretaceous
Lower Cretaceous
Jurassic
Triassic
Upper crust
Lower crust
Lithospheric mantle
Serpentinized mantle

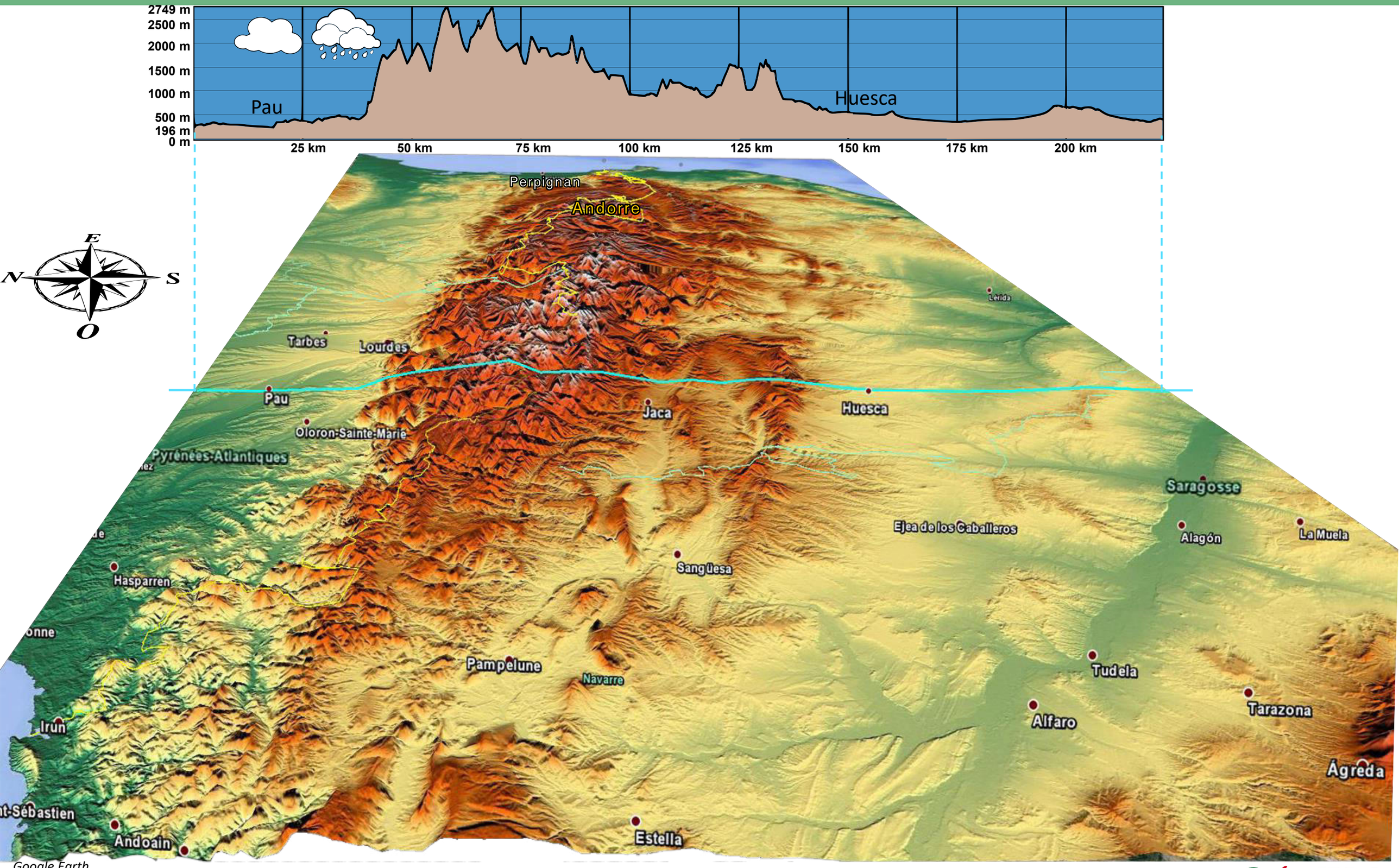
N S

Raccourcissement : 92 km en 51 Ma (moyenne de 1.8 mm/an)

Coupe le long du profil ECORS D'après Mouthereau et al. (2014)

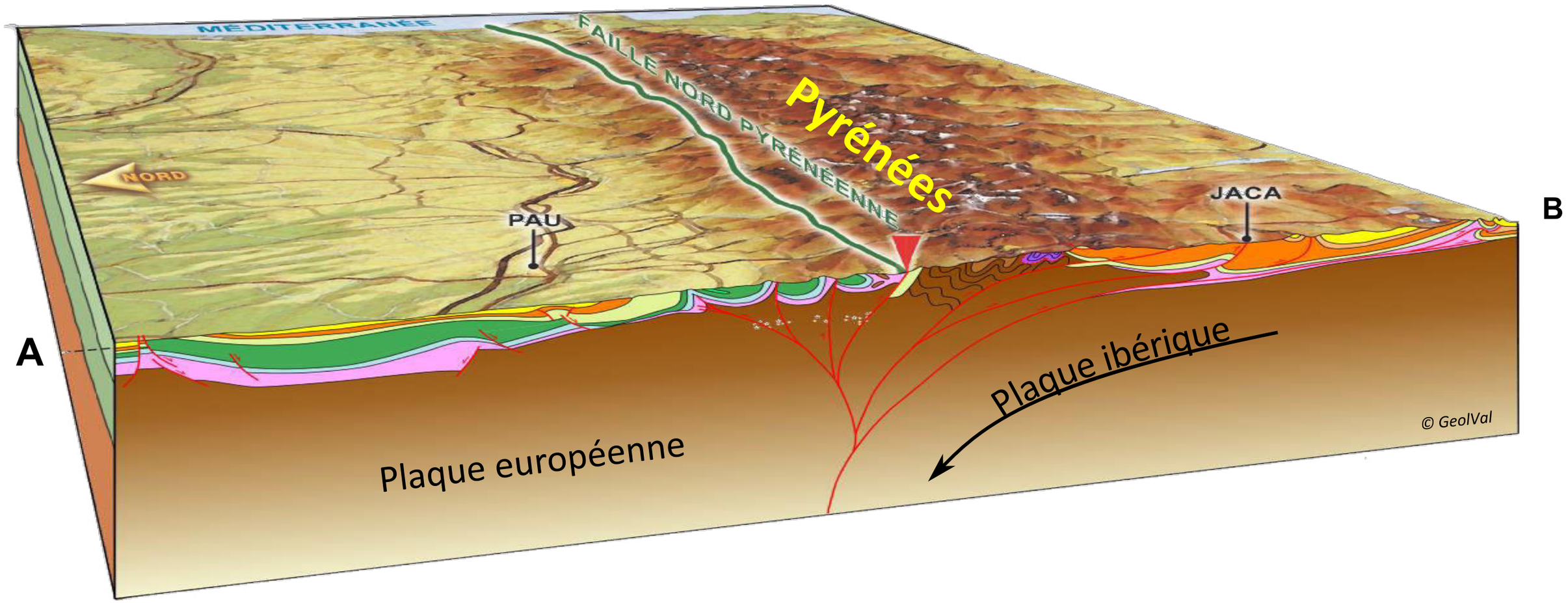
GéolVal

LE RELIEF DES PYRÉNÉES : UNE FORTE ASYMÉTRIE



Google Earth

LA COLLISION DES PLAQUES CONTINENTALES : LES PYRÉNÉES

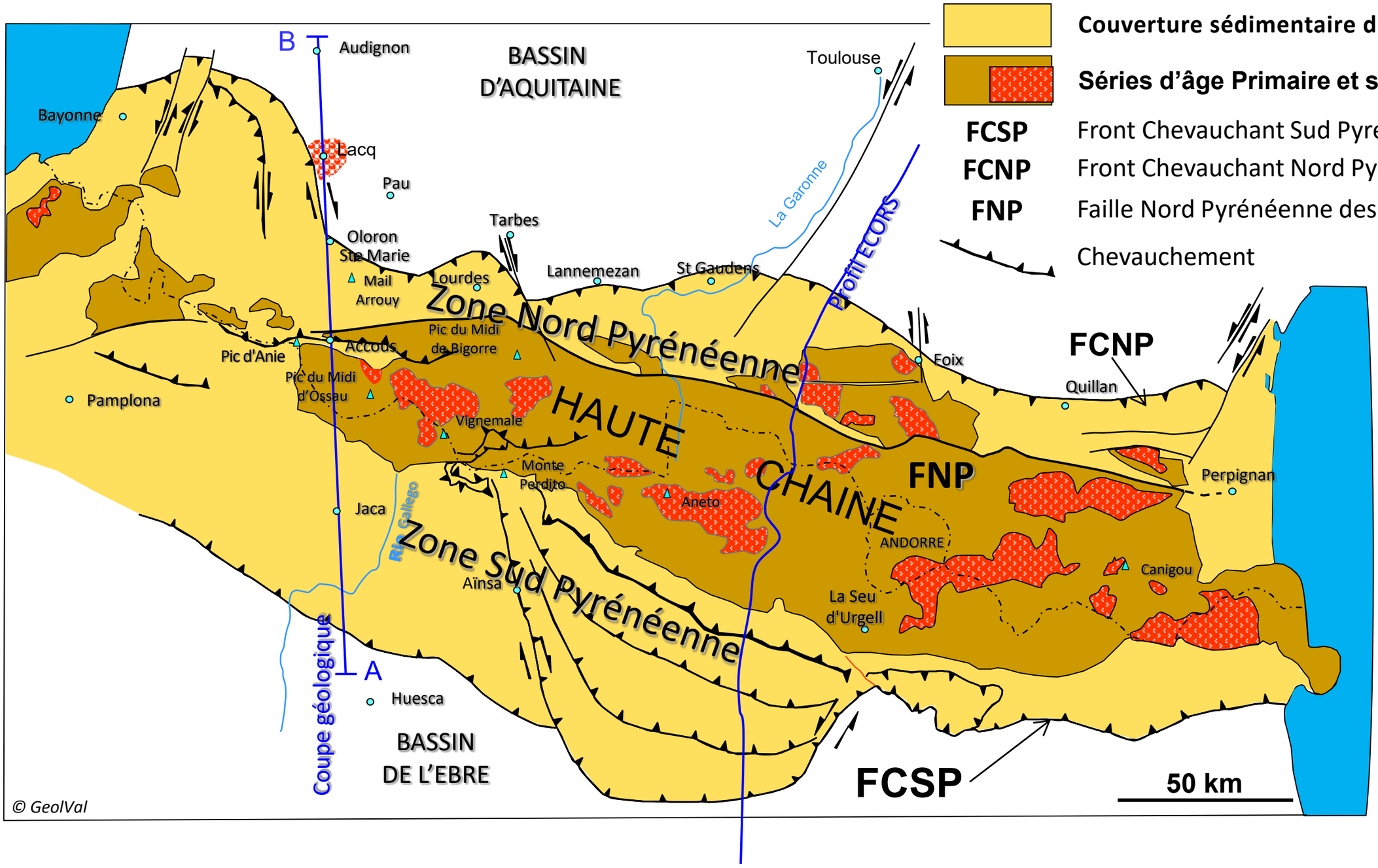


Les plis et les failles, visibles dans les paysages pyrénéens, résultent de la compression des sédiments déposés puis coincés, entre la plaque européenne et la plaque ibérique, poussée par la plaque africaine se déplaçant vers le Nord.

Cette déformation a débuté au cours du Crétacé supérieur (- 96 à - 65 Ma).

La déformation se poursuit aujourd'hui comme l'indiquent les nombreux tremblements de terre parfois ressentis par les habitants; paradoxalement, les tremblements de terre actuels seraient associés à des mouvement verticaux, sur failles normales et correspondraient à une phase de relaxation des contraintes tectoniques.

CARTE ET SCHÉMA STRUCTURAL DES PYRÉNÉES



Couverture sédimentaire d'âge secondaire/tertiaire

Séries d'âge Primaire et socle

FCSP Front Chevauchant Sud Pyrénéen

FCNP Front Chevauchant Nord Pyrénéen

FNP Faille Nord Pyrénéenne des auteurs

Chevauchement

LES CHAINES DE MONTAGNES RÉCENTES « ALPINES » DONT LES PYRÉNÉES

Plaque eurasienne

Carpates

Alpes

Alpes dinariques

Apennins

Pyrenées

Plaque ibérique

Rhodopes

Pinde

Chaîne pontique

Caucase

Plaque anatolienne

Taurus

Cordillières bétiques

Rif

Atlas

Elbourz

Monts Zagros

Plaque africaine

Plaque arabique

Hajar

Légende

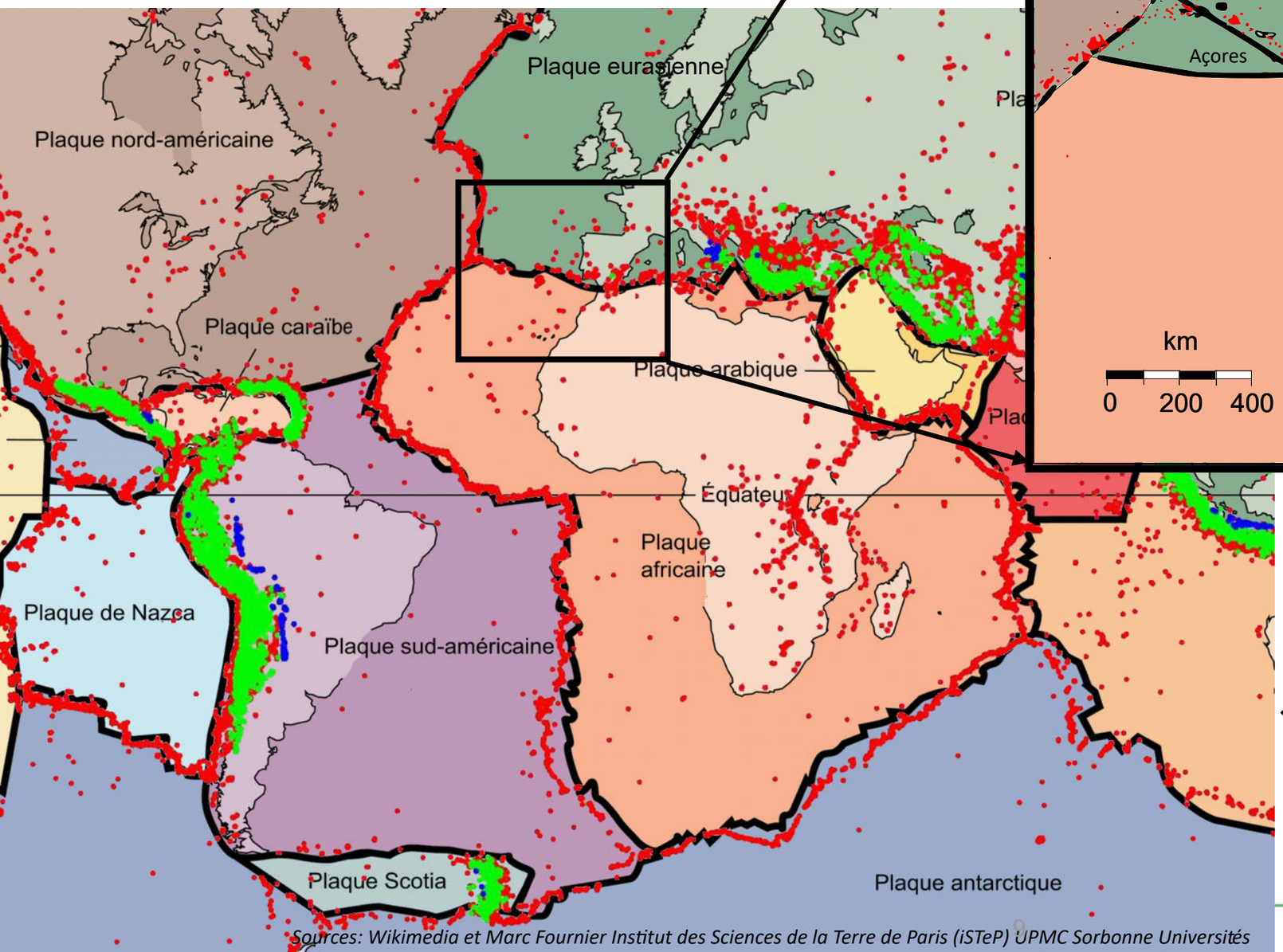
- Ceinture alpine
- Bassin d'extension du Néogène
- Croûte océanique du Néogène
- Croûte océanique ancienne (Tethys)
- Faille majeure
- Faille inverse
- Faille décrochante
- Faille normale
- Vitesse de plaque
- Mouvement de la croûte
- Ouverture du plancher océanique

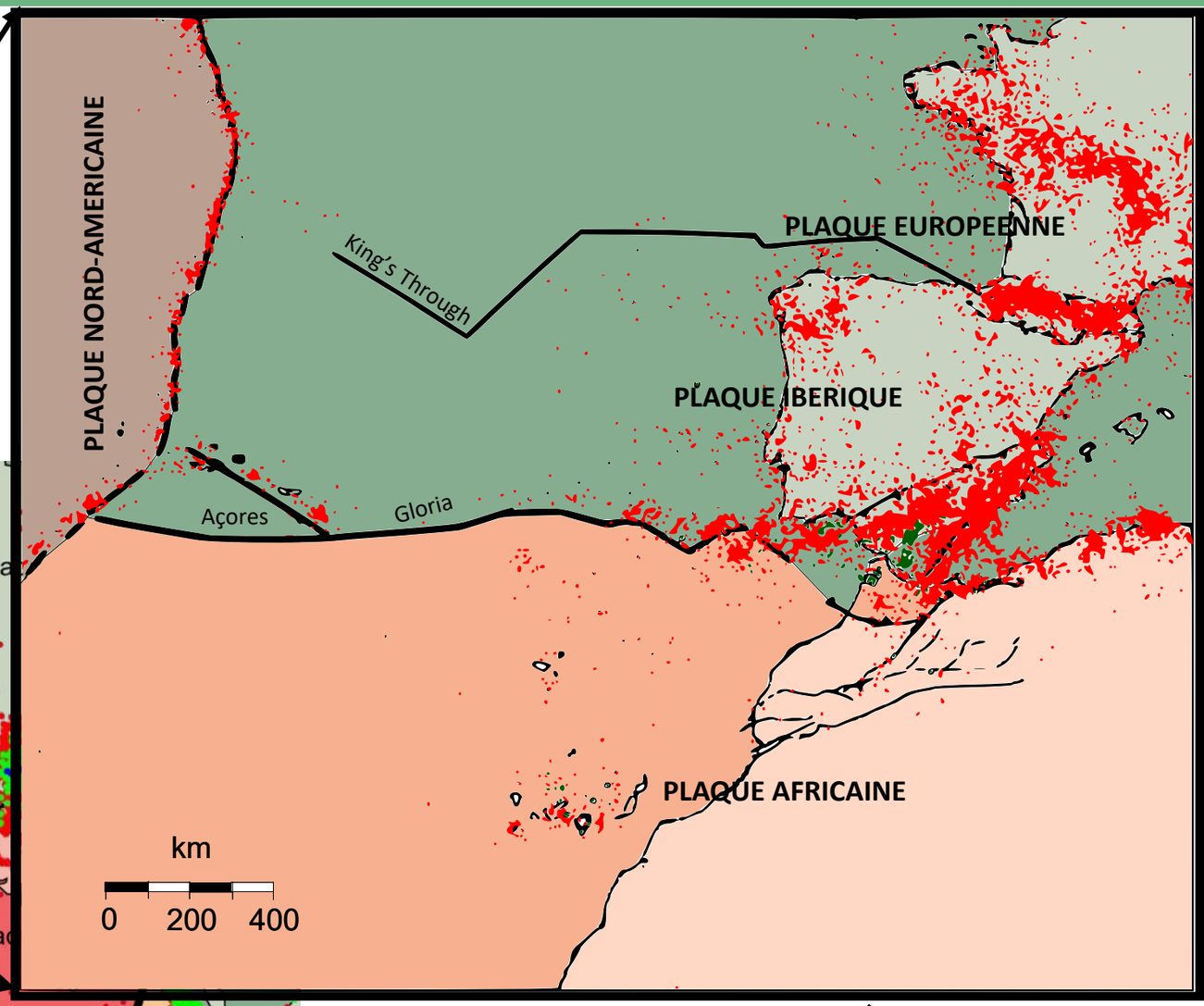
Par WoudloperDerivative work: PouX — File:Tectonic_map_Mediterranean_EN.svg, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=38941456

SISMICITÉ PYRÉNÉENNE DANS L' ENVIRONNEMENT RÉGIONAL DE PLAQUES

Sismicité instrumentale entre 1973 et 2007 dans la zone de frontières entre plaques Afrique-Ibérie - Europe d'après le catalogue de sismicité de l'USGS 2007.

Sismicité et limites de plaques





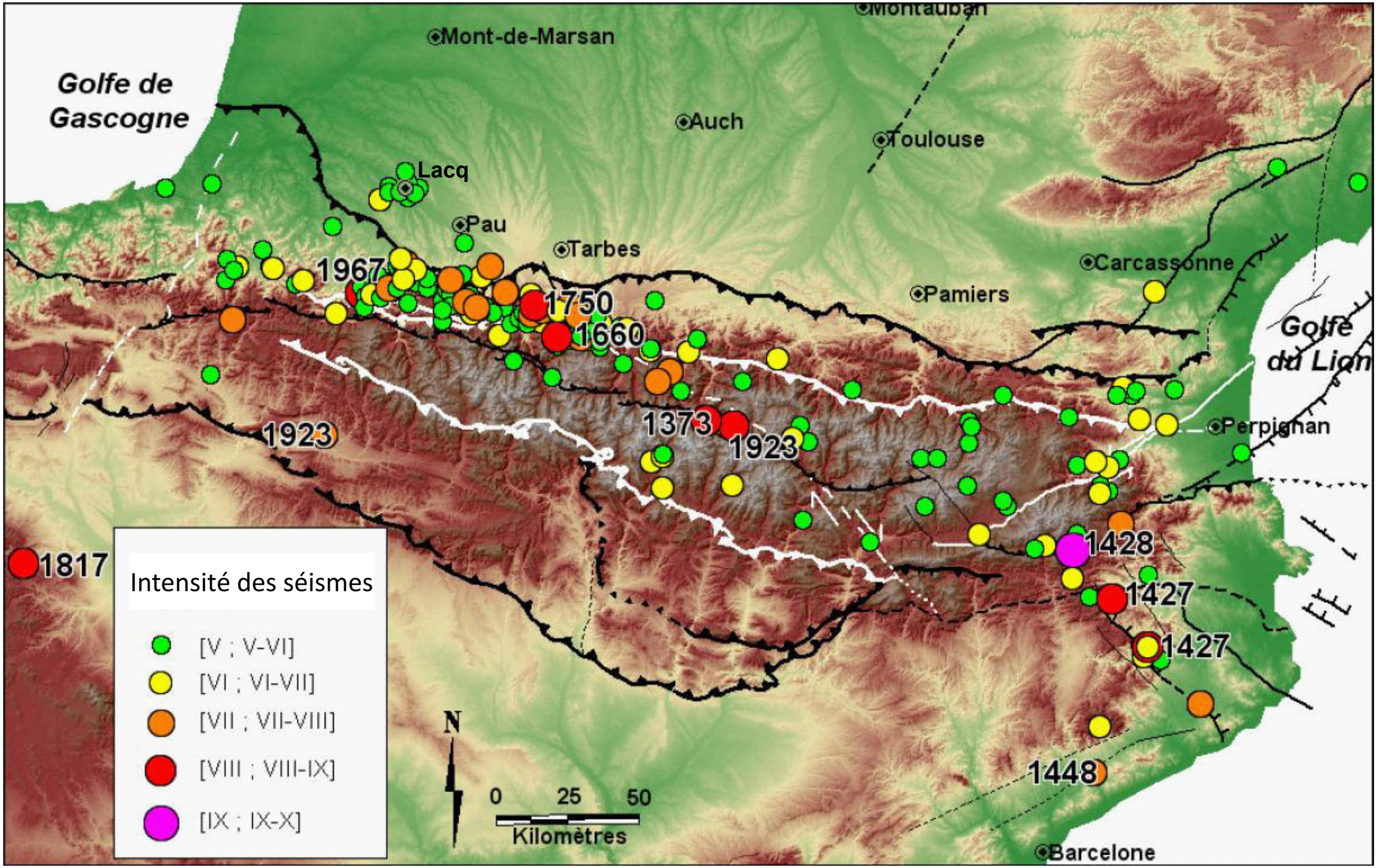
Profondeur
<40< <0 km

Profondeur
50< <0 km
300< <50 km
700< <300 km

Sources: Wikimedia et Marc Fournier Institut des Sciences de la Terre de Paris (iSTeP) UPMC Sorbonne Universités

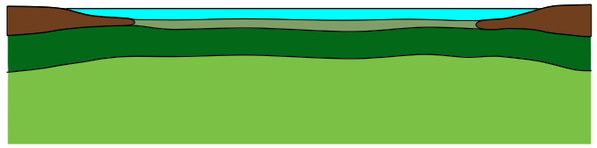
GéolVal

SISMICITÉ HISTORIQUE DANS LES PYRÉNÉES



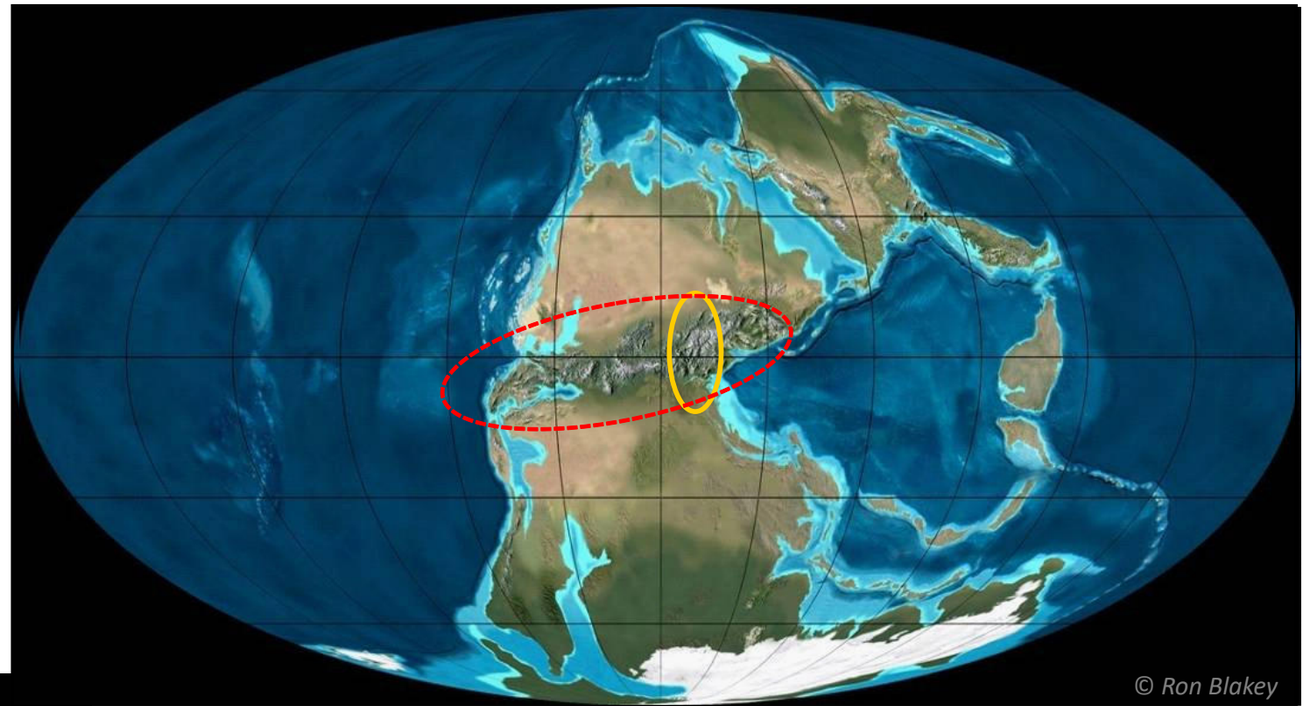
Source: BRGM, www.planseisme.fr

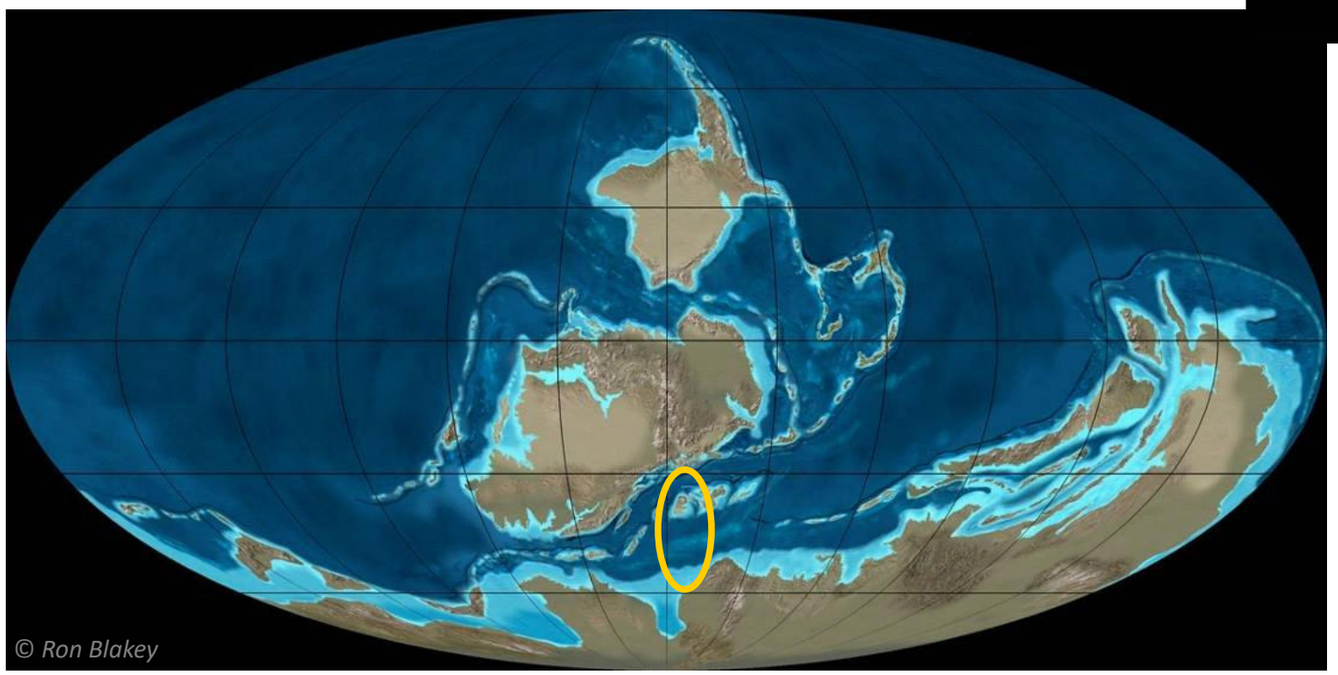
LE MONDE AU PRIMAIRE ET LA CHAÎNE HERCYNIENNE



- 410/ - 360 Ma PRIMAIRE – Dévonien

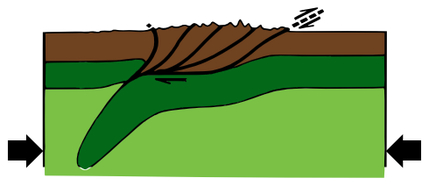
- des récifs dans une mer tropicale de l'hémisphère sud



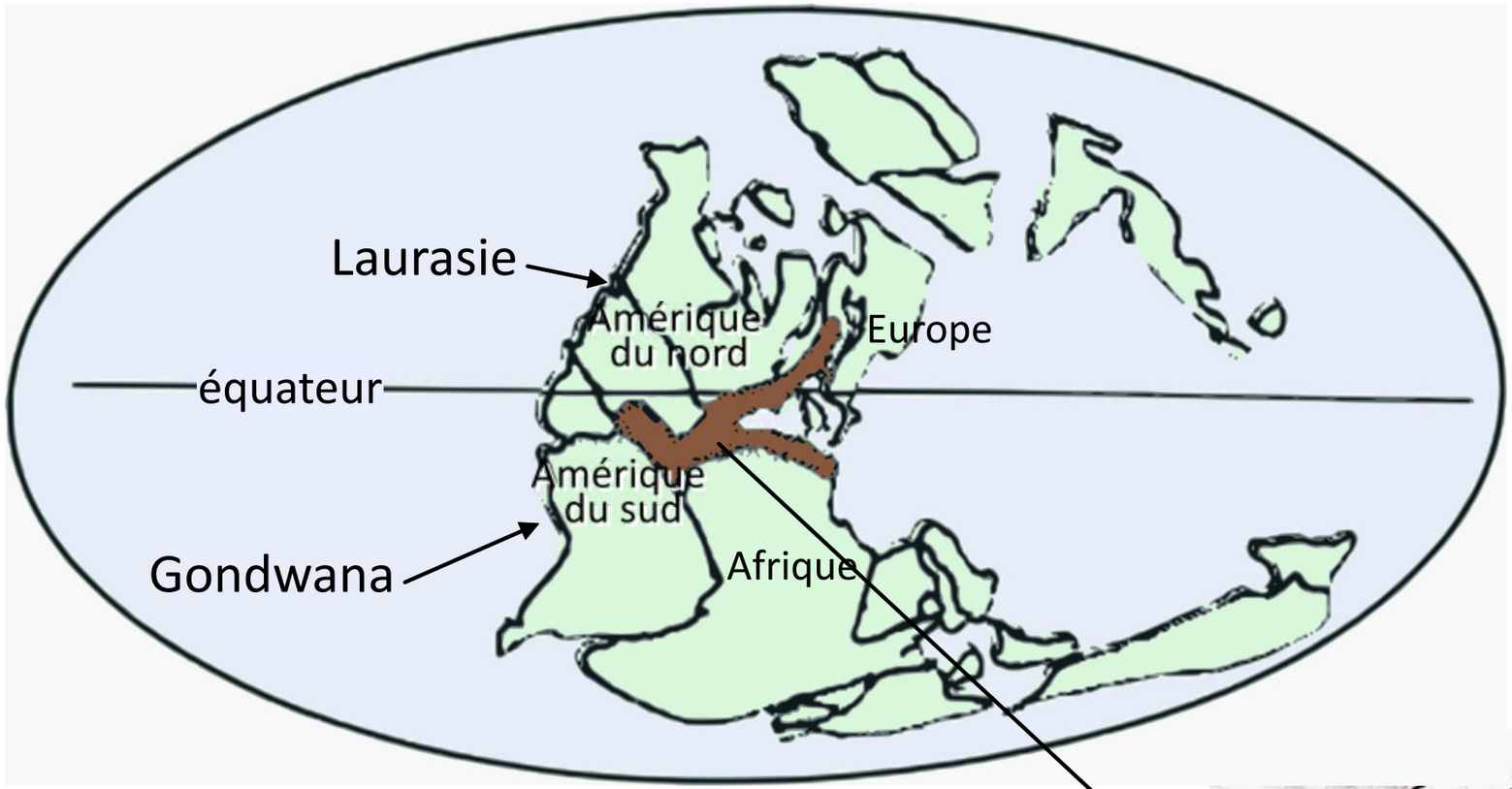


- 360/-290 Ma PRIMAIRE – Carbonifère

- collision, et formation d'un « méga-continent » : la PANGEE
- une première chaîne de montagnes d'échelle mondiale : la chaine hercynienne
- Equateur : végétation luxuriante Pôle Sud : calotte glaciaire

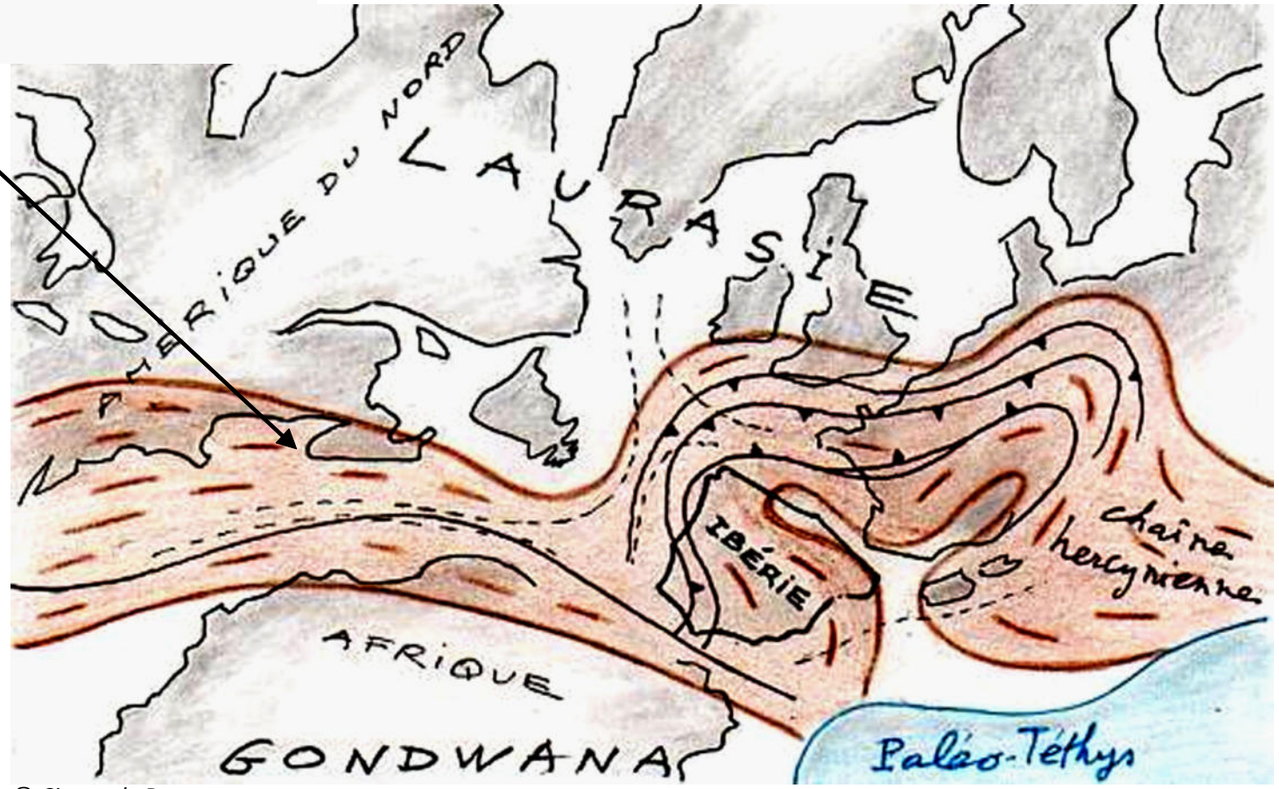


LA CHAÎNE HERCYNIENNE



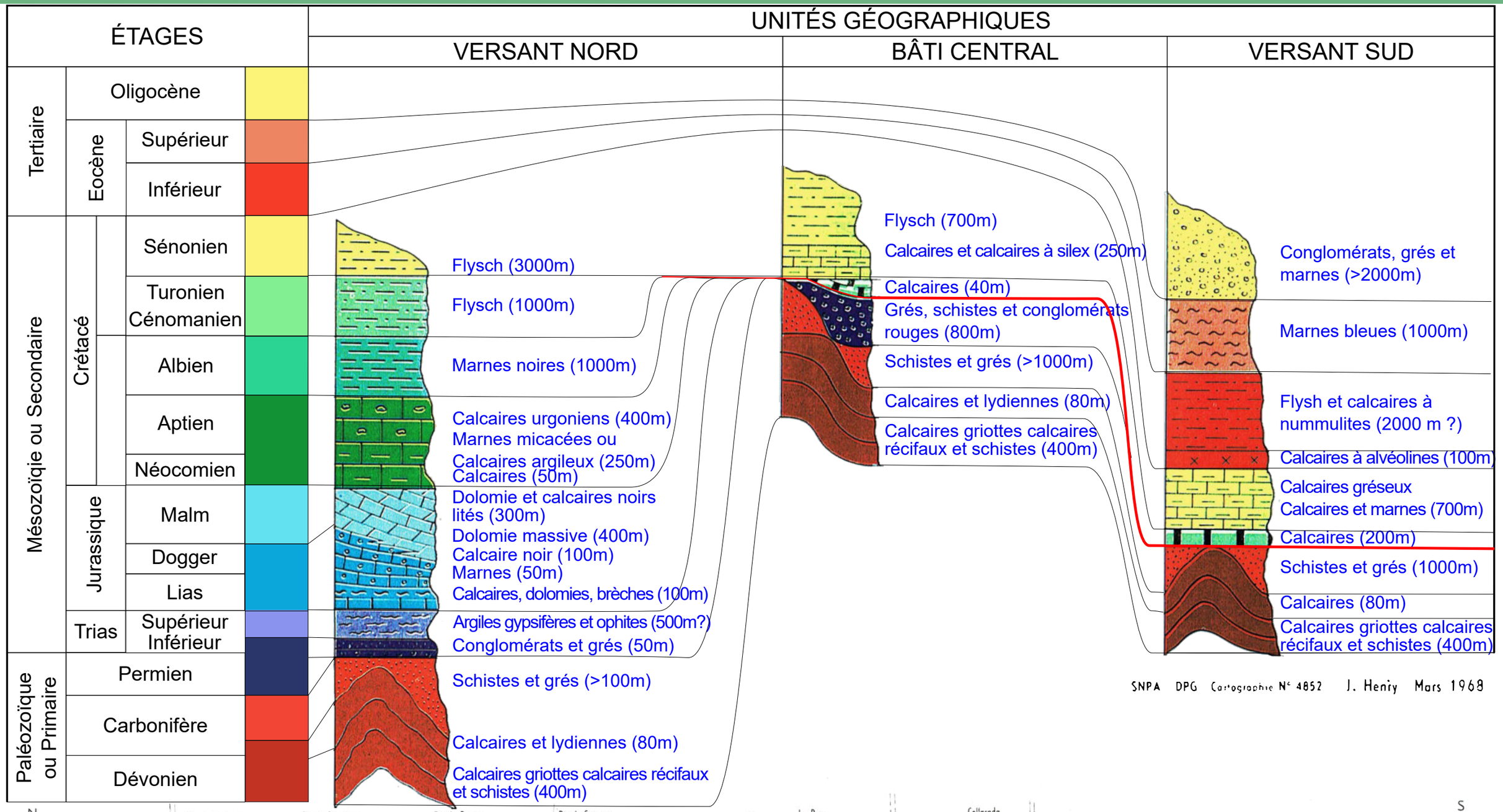
Il y a 265 M.a. (au Permien)
un super continent, **la Pangée** , est complètement formé par collision de diverses plaques

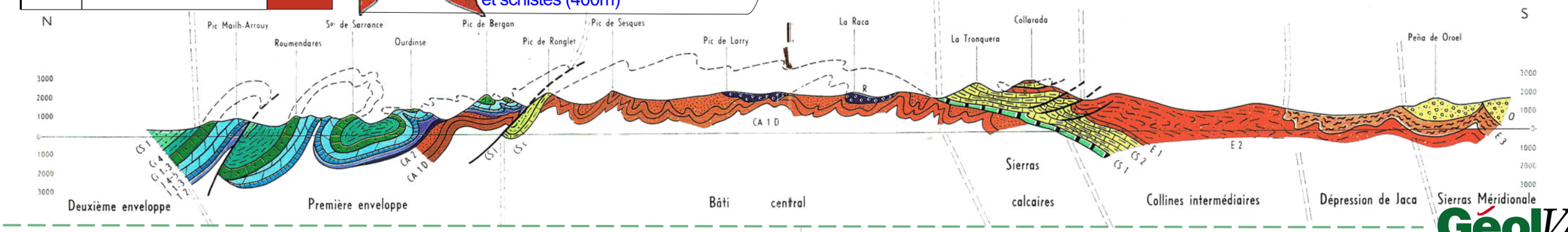
La chaine hercynienne européenne fait partie d'un immense ensemble orogénique structuré au cours du Paléozoïque supérieur et qui s'étendait, avant l'ouverture de l'Atlantique, sur plus de 8000 km de longueur entre l'Amérique Centrale et l'Europe du Nord actuelles.



© Cirque de Barrosa

ZONES NORD, CENTRALE ET SUD : DES HISTOIRES DIFFÉRENTES

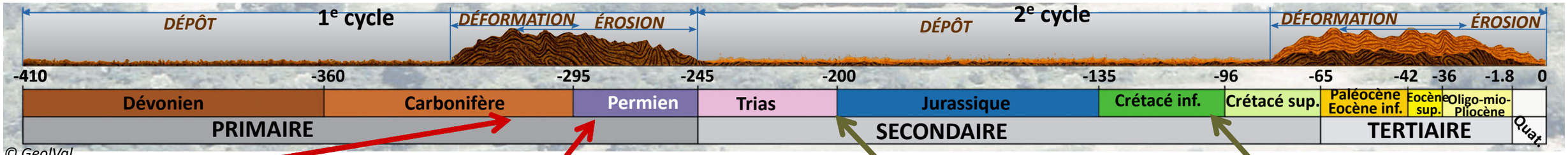




MAGMATISME ET CYCLES OROGÉNIQUES DANS LES PYRÉNÉES

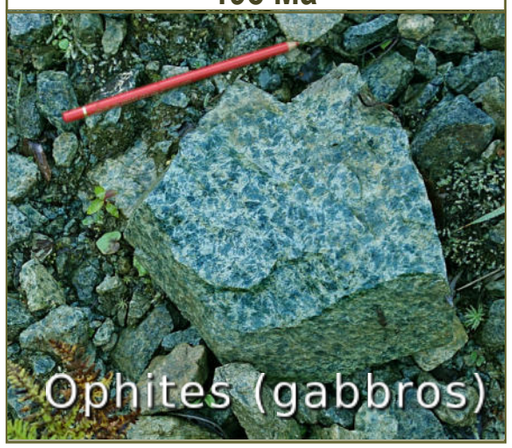
MAGMATISME

– 300 Ma	– 278 et – 272 Ma	–198 Ma	– 100 Ma
Épisode magmatique Granite - Granodiorite de Cauterets, du Néouvielle, des Eaux Chaudes *Cristallisation en masse à au moins 5km de profondeur, dans la croute* Magmatisme lié à une subduction	Épisode magmatique Andésites rhyolites Système OSSAU-ANAYET *Intrusions, Nuées ardentes, coulées: magmatisme effusif* Magmatisme lié à une subduction	Épisode magmatique Ophites (gabbros) Zone Nord Pyrénéenne *Cristallisation en profondeur dans la croute en cours d'amincissement* Magmatisme lié à un début d'ouverture	Épisode magmatique Basaltes en pillow et gabbros; lherzolites Zone Nord Pyrénéenne *Coulées sous marines* Magmatisme lié à une ouverture océanique
Magmatisme de convergence - Subduction*		Magmatisme d'ouverture - Rifting*	
CYCLE HERCYNIEN		CYCLE ALPIN	



© GeolVal

PAYSAGES

– 300 Ma	– 278 et – 272 Ma	–198 Ma	– 100 Ma
			
Granodiorite	Andésite - Rhyolite	Ophites (gabbros)	Basaltes en pillow

MILIEU DE SÉDIMENTATION ET CYCLES OROGÉNIQUES DANS LES PYRÉNÉES

SÉDIMENTATION

Milieu marin calcaires, pélites, argiles et grès, éventuelles turbidites

Mer séparant les parties Nord et Sud de la future PANGEE

De – 400 à – 295 Ma

Orogénèse hercynienne

Milieu continental

conglomérats , grès , pélites, argiles

Grand épandage torrentiel et fluviatile sur la PANGÉE

Arasement de la chaîne Hercynienne

De – 295 à – 245 Ma

Milieu marin

Argiles, sel, gypse

Mer de type rift Valley ou mer Rouge

Début dislocation de la PANGEE

De – 245 à –200 Ma

Milieu marin

Calcaires, dolomies, marnes, argiles

Mer épicontinentale avec blocs basculés

Ouverture de l'ATLANTIQUE

Au sud, pas de sédimentation, la zone axiale étant émergée

De – 200 à – 30 Ma

Orogénèse alpine

Milieu continental

Grand épandage torrentiel et fluviatile

Début d'arasement de la chaine pyrénéenne

De – 30 Ma

DÉPÔT — 1e cycle — DÉFORMATION — ÉROSION

DÉPÔT — 2e cycle — DÉFORMATION — ÉROSION

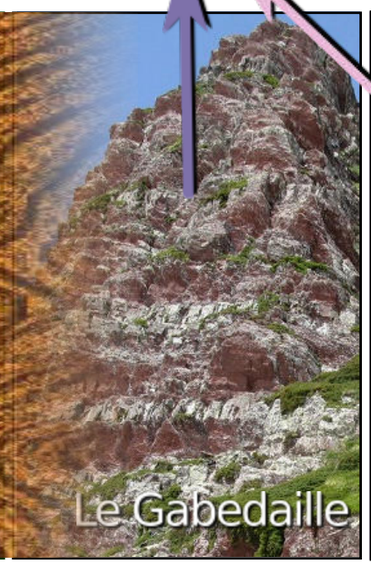
-410	-360	-295	-245	-200	-135	-96	-65	-42	-36	-1.8	0
Dévonien	Carbonifère	Permien	Trias	Jurassique	Crétacé inf.	Crétacé sup.	Paléocène Eocène inf.	Eocène sup.	Oligo-mio-Pliocène		Quat.
PRIMAIRE				SECONDAIRE			TERTIAIRE				

© GeolVal

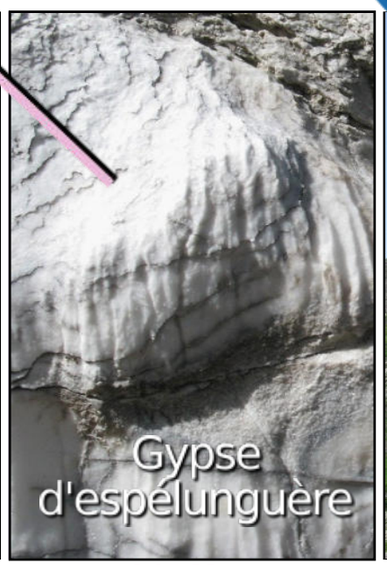
PAYSAGES

-380 Ma

Orogénèse hercynienne



– 250 Ma



– 245 Ma

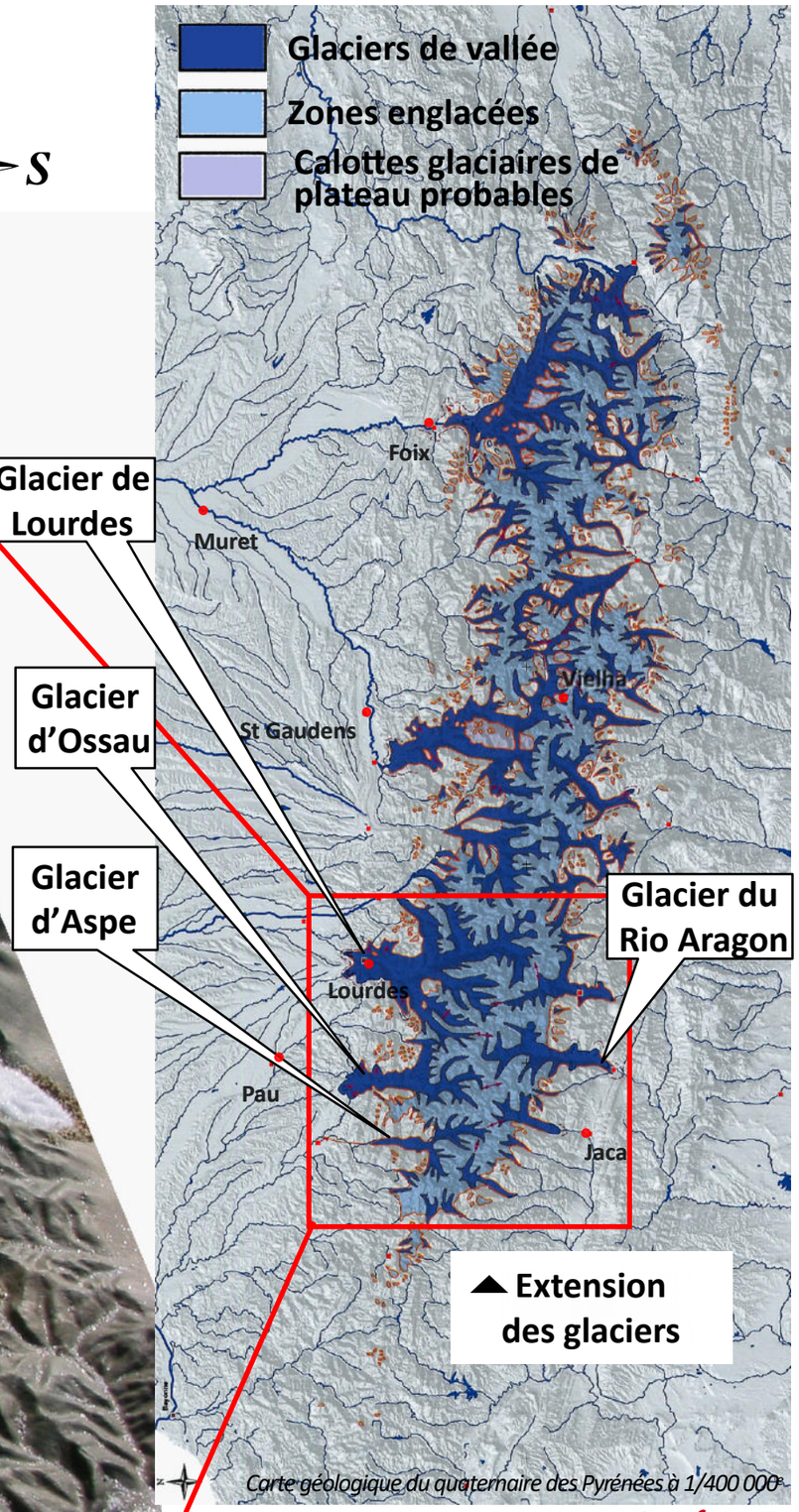
- 150 Ma

Orogénèse alpine

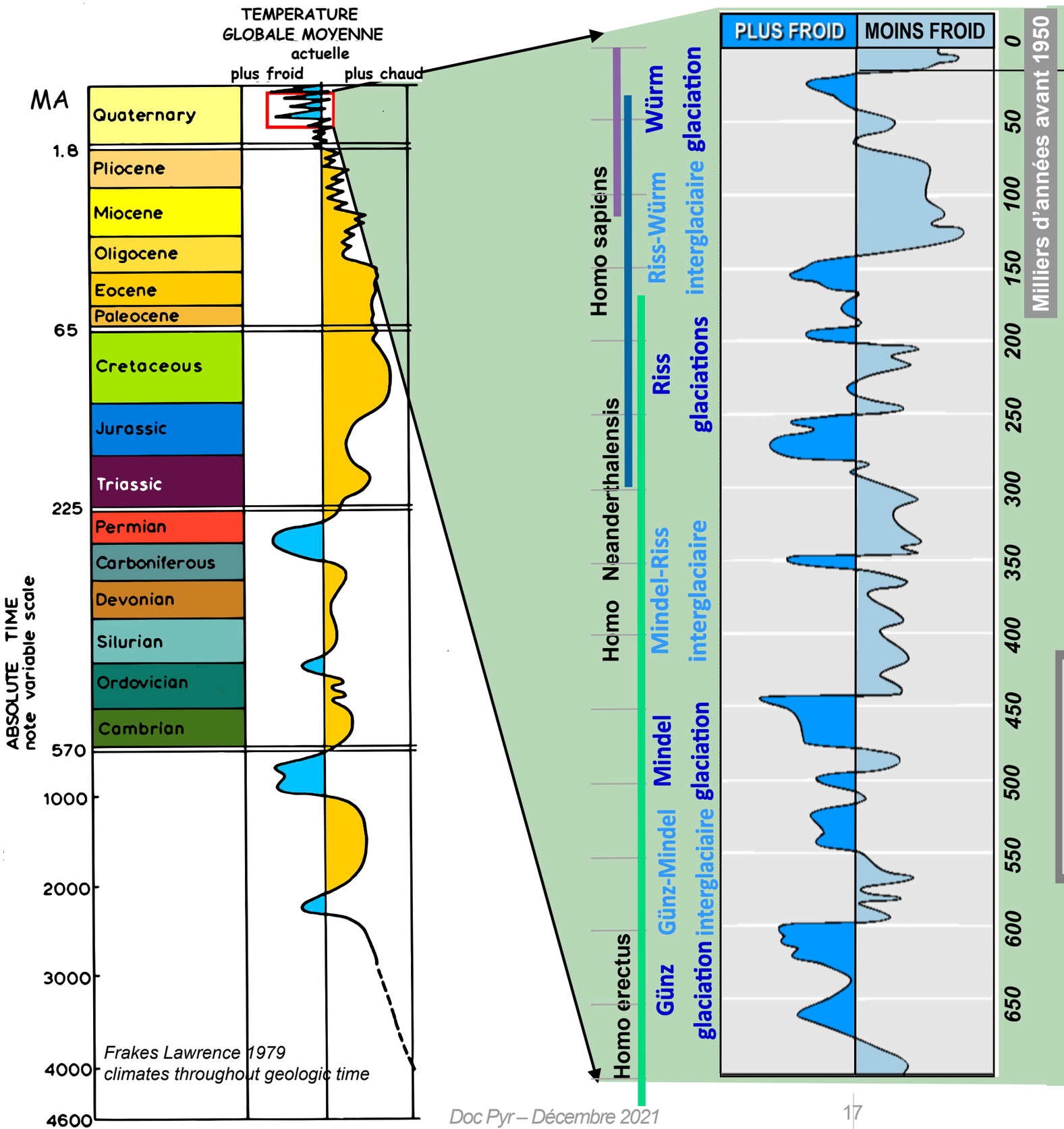
– 15 Ma

LES PYRÉNÉES SOUS LES GLACES IL Y A PLUS DE 20000 ANS

Les divers épisodes glaciaires ont modelé la topographie et la morphologie des Pyrénées actuelles (vallées en auge, cirques glaciaires, moraines, etc)



LES GLACIATIONS DU QUATERNAIRE, LE BASCULEMENT DU CLIMAT



Il y a environ 10 000 ans, a débuté l'interglaciaire dans lequel nous sommes actuellement : l'Holocène

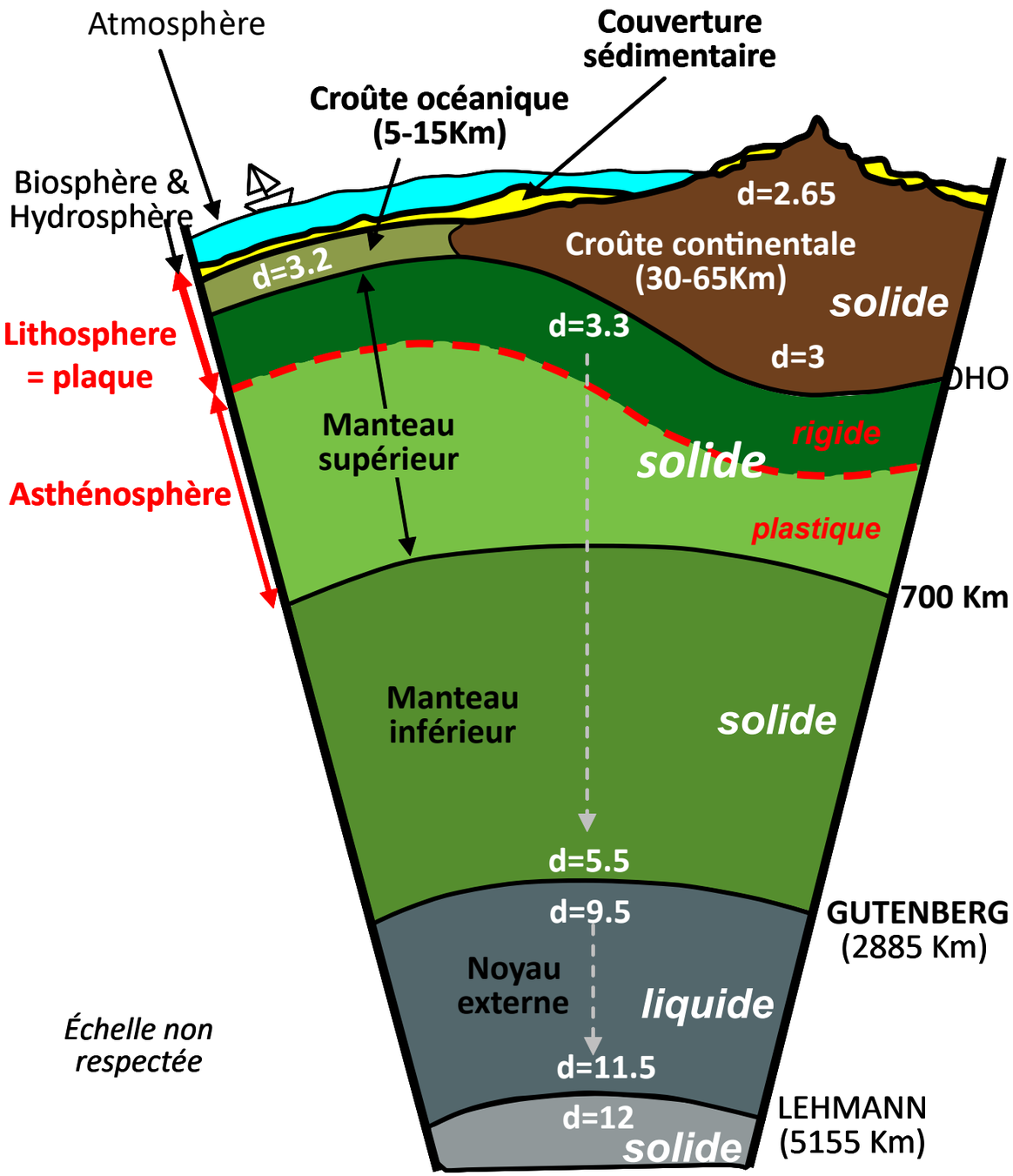
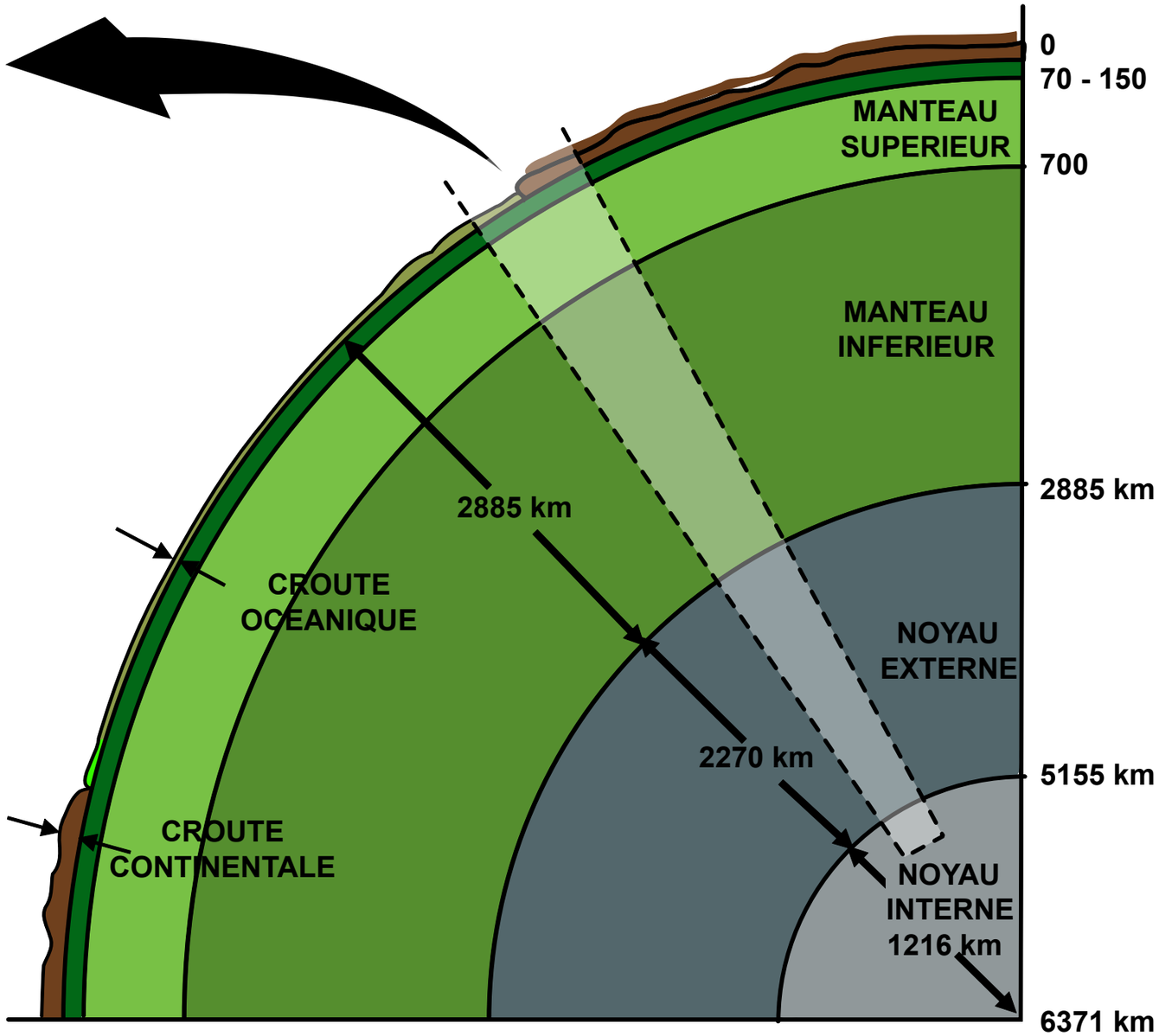
Le début de l'ère Quaternaire est marqué par l'entrée en PÉRIODE GLACIAIRE.

Les glaciations quaternaires correspondent à la mise en place d'un climat froid et à l'alternance cyclique de **périodes très froides (ou glaciaires)** et de **périodes moins froides, tempérées (ou interglaciaires).**

Entre les périodes glaciaires et interglaciaires :
- Variation du niveau marin ≈ 120 m (Bas en périodes glaciaires)
- Ecart de température ≈ 5°C

GéolVal

STRUCTURE DE LA TERRE



Échelle non respectée