

# « 400 MILLIONS D'ANNÉES D'ÉPOPÉE GÉOLOGIQUE DANS LES PYRÉNÉES »

**Jean-Marie FLAMENT, GéolVal**

**Samedi 25 mars 2023, à 14h30**

**Mairie d'Accous**

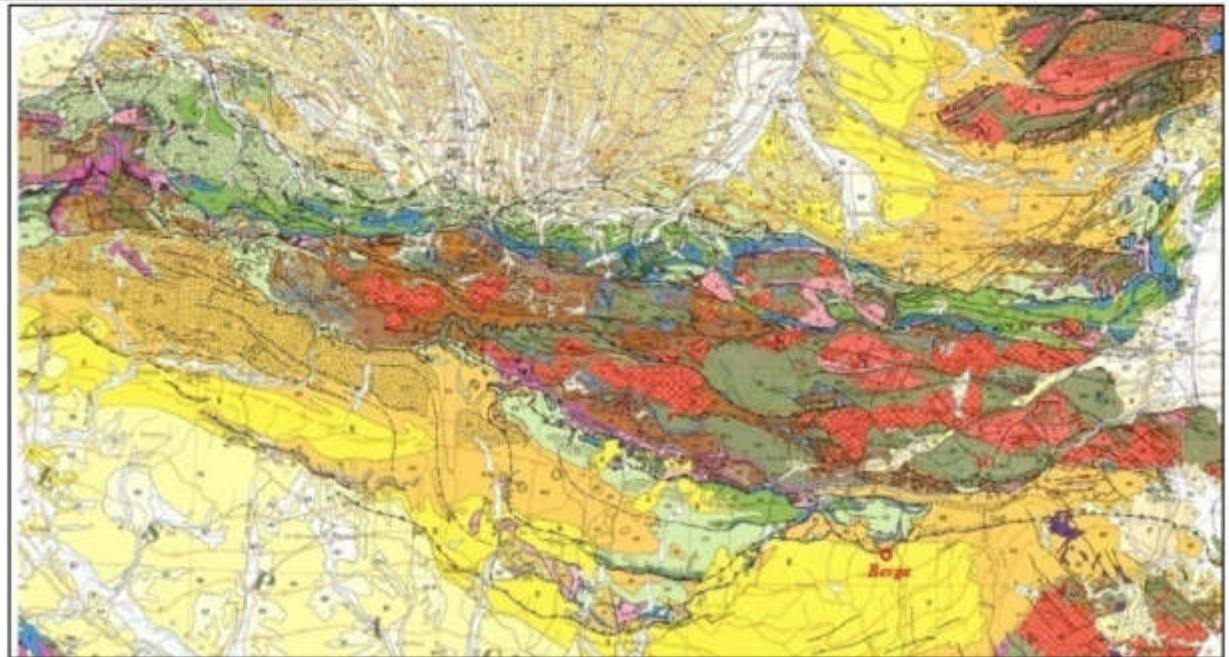


# 400 MILLIONS D'ANNÉES "D'ÉPOPÉE GÉOLOGIQUE" DANS LES PYRÉNÉES



Les Pyrénées,  
une chaîne de montagnes  
entre la France et l'Espagne

Histoire simplifiée destinée  
aux randonneurs,  
montagnards, grimpeurs,  
spéléologues, canyonistes,  
amoureux de la montagne, ...



# LES PYRÉNÉES, UNE ÉPOPÉE EN PLUSIEURS ACTES...

*Prologue – Comment les montagnes se forment-elles ?*

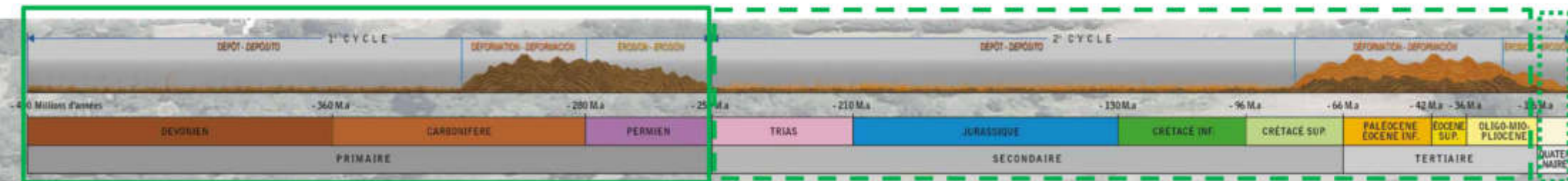
*Acte 1 – Les Pyrénées ancestrales : une montagne disparue*

*Acte 2 – Les Pyrénées actuelles: une montagne active*

*Scène 1 – Sédimentation (dépôt) puis déformation (extension)*

*Scène 2 – Déformation (compression) puis érosion*

*Epilogue – Le basculement du climat : le relief actuel des Pyrénées*



Acte 1

Acte 2

Epilogue

Les géologues parlent en millions d'années!  
Ils décrivent le déroulement du temps par des couleurs!

# LES PYRÉNÉES, UNE ÉPOPÉE EN PLUSIEURS ACTES...

## Prologue – Comment les montagnes se forment-elles ?

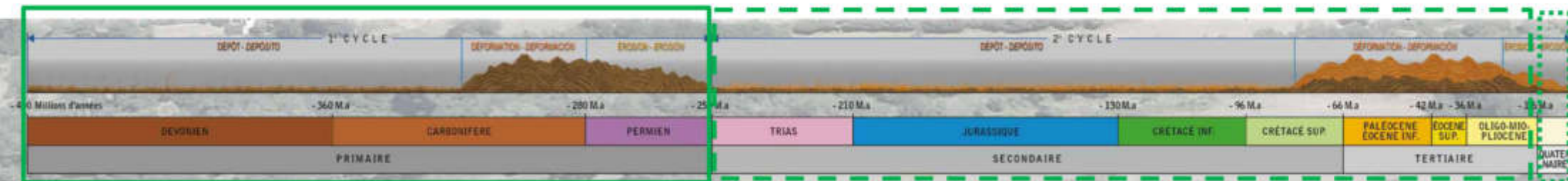
*Acte 1 – Les Pyrénées ancestrales : une montagne disparue*

*Acte 2 – Les Pyrénées actuelles: une montagne active*

*Scène 1 – Sédimentation (dépôt) puis déformation (extension)*

*Scène 2 – Déformation (compression) puis érosion*

*Epilogue – Le basculement du climat : le relief actuel des Pyrénées*



Acte 1

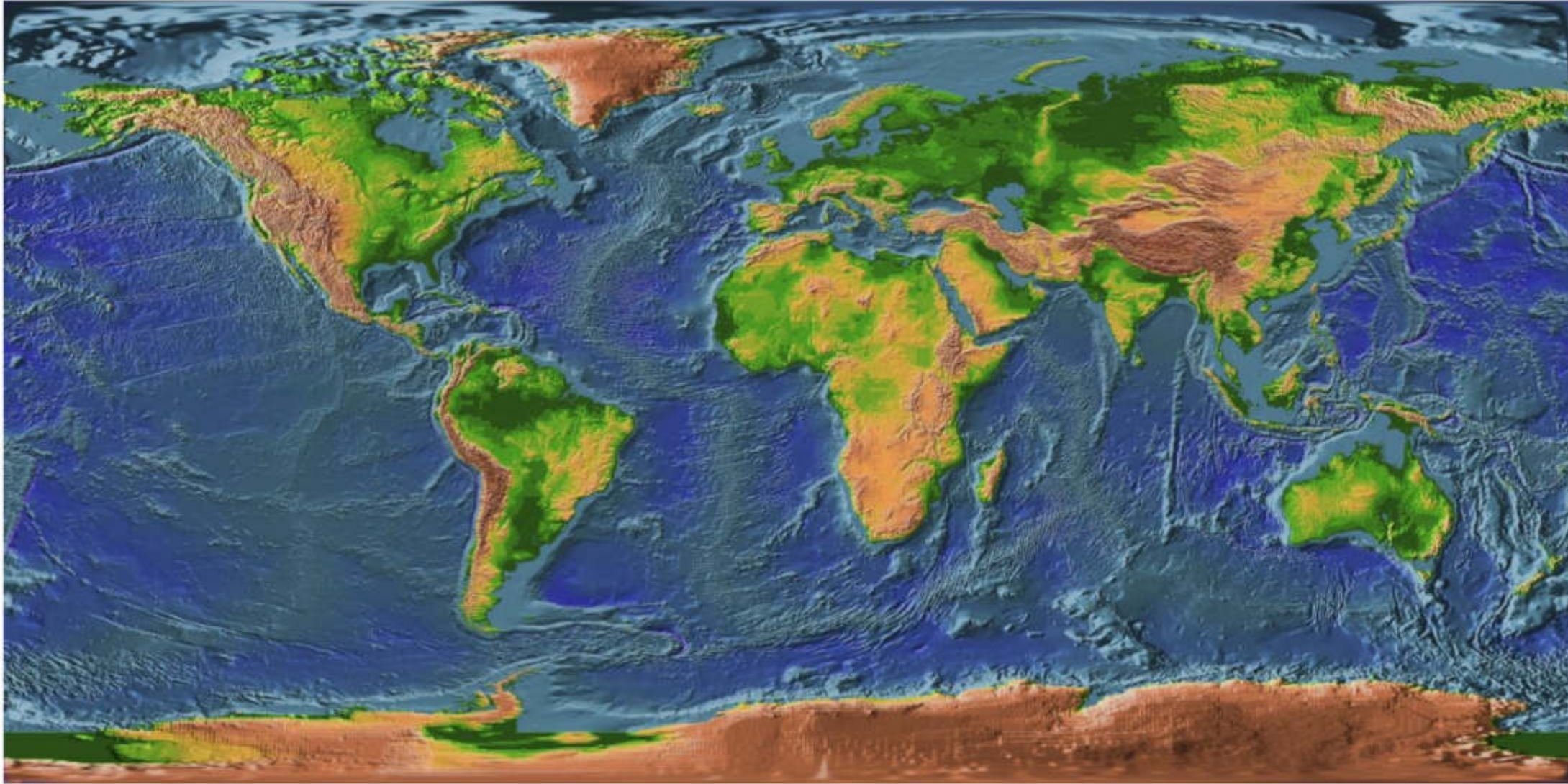
Acte 2

Les géologues parlent en millions d'années!  
Ils décrivent le déroulement du temps par des couleurs!

Epilogue

# COMMENT LES MONTAGNES SE FORMENT-ELLES ?

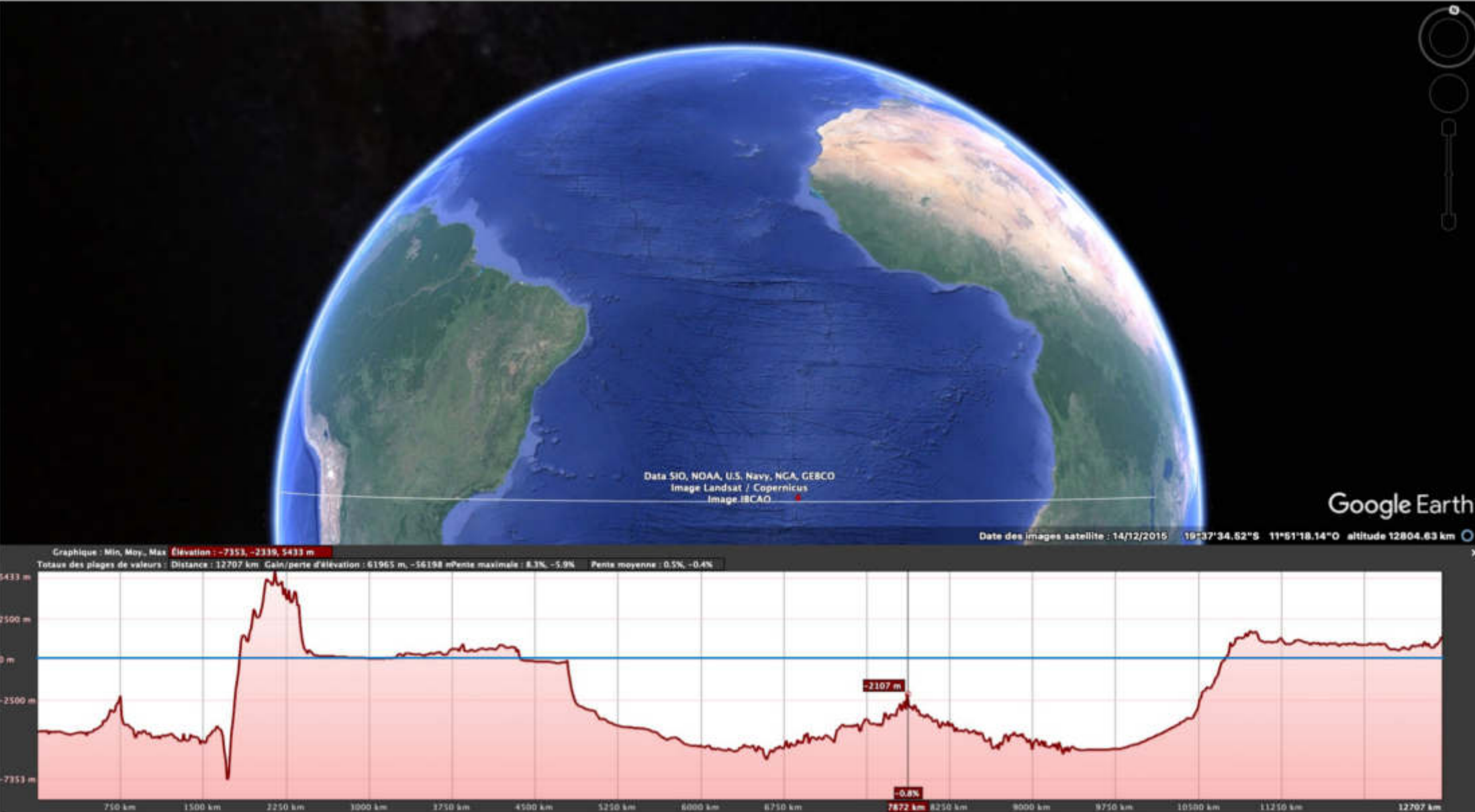
## Les reliefs à la surface du globe



*planetologie.destination-orbite.net*

# COMMENT LES MONTAGNES SE FORMENT-ELLES ?

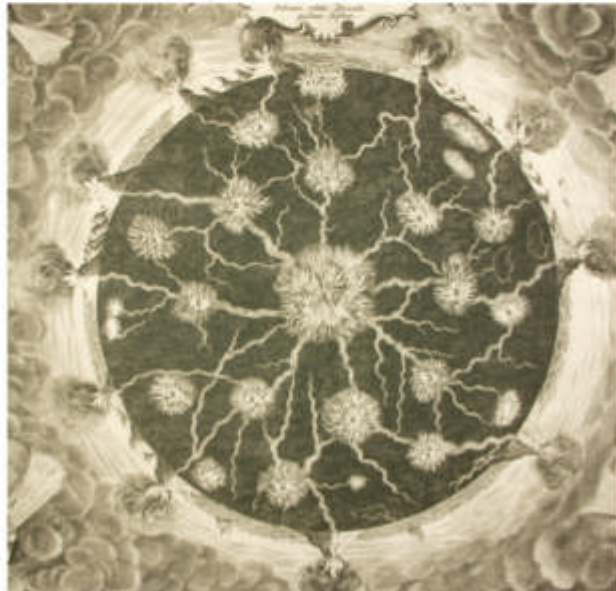
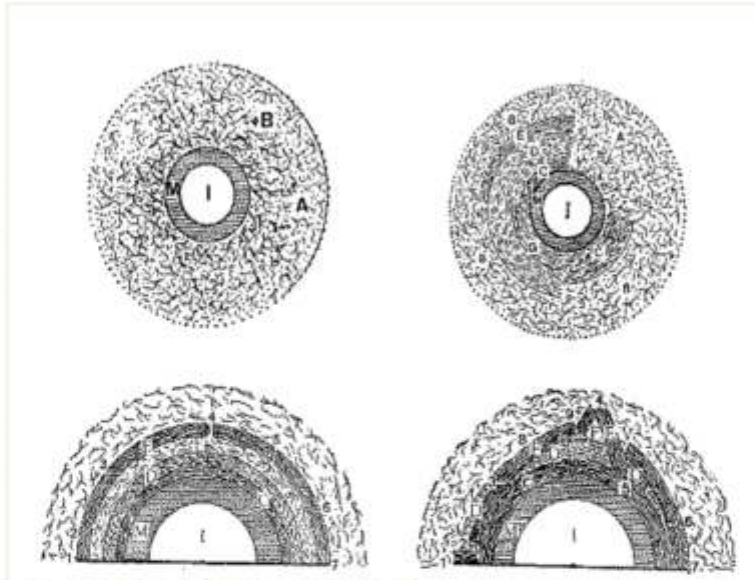
## Les reliefs à la surface du globe : aériens et sous-marins !



## Formation des montagnes: évolution de la pensée

Formation  
de la Terre  
selon  
René  
DESCARTES  
(1596-1650)

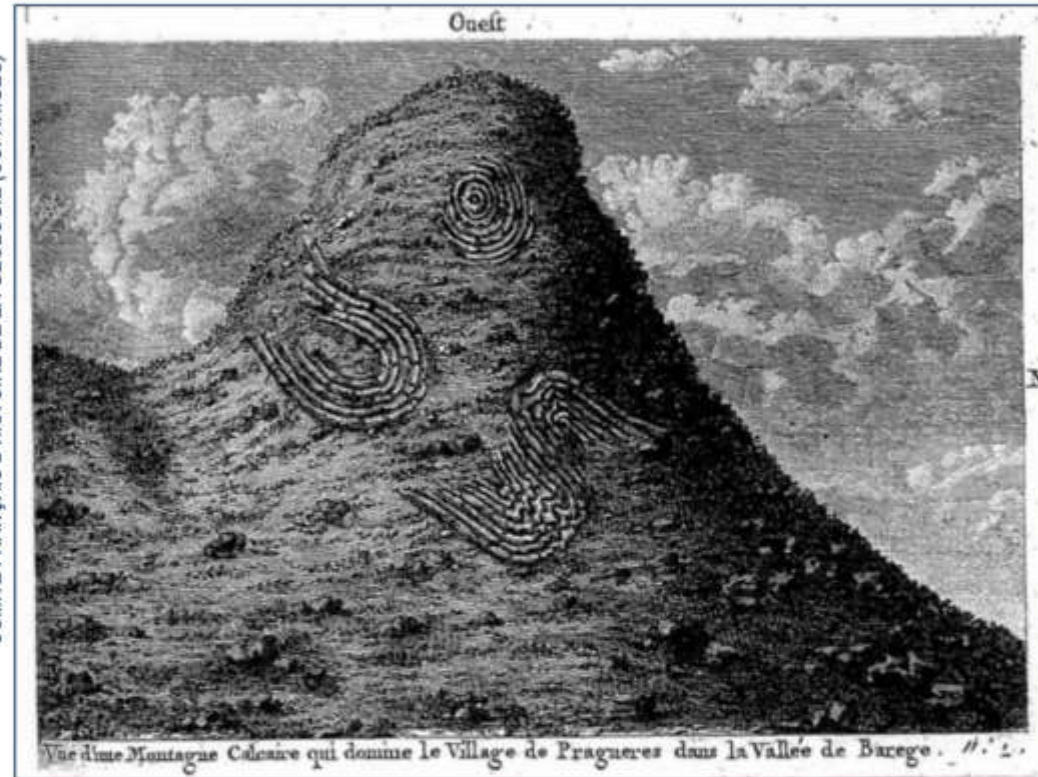
Ancien Soleil  
Terre creuse  
Couches



Le Monde souterrain  
de **A. KIRCHER**  
(1602-1680)  
Père jésuite

Ancien soleil  
« feu » central,  
montagnes/volcans

COMITÉ FRANÇAIS D'HISTOIRE DE LA GÉOLOGIE (COFRHIGEO)



**Pierre-Bernard PALASSOU (1745-1830)** Abbé, géologue pyrénéen  
Essai sur la Minéralogie des Monts-Pyrénées (éd. 1781)

« Toutes ces couches arquées, festonnées en coin etc.  
conservent leur parallélisme ».  
Elles se sont formées par simple dépôt turbulent. »

## Formation des montagnes: évolution de la pensée



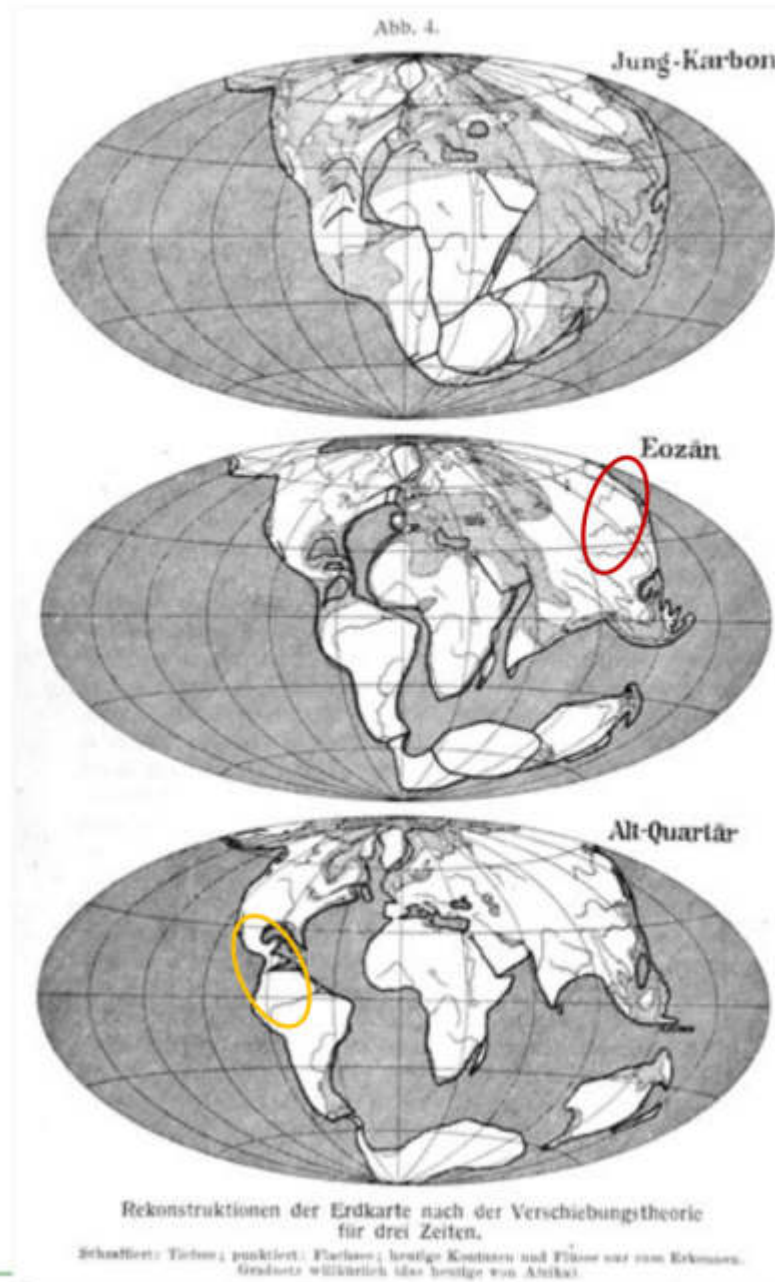
**Alfred WEGENER (1880-1930)**

Astronome et climatologue allemand

**Théorie de la  
« dérive des continents »**

présentée en 1912

*La genèse des continents et des océans*  
publié en 1915, 1920, 1922, 1929



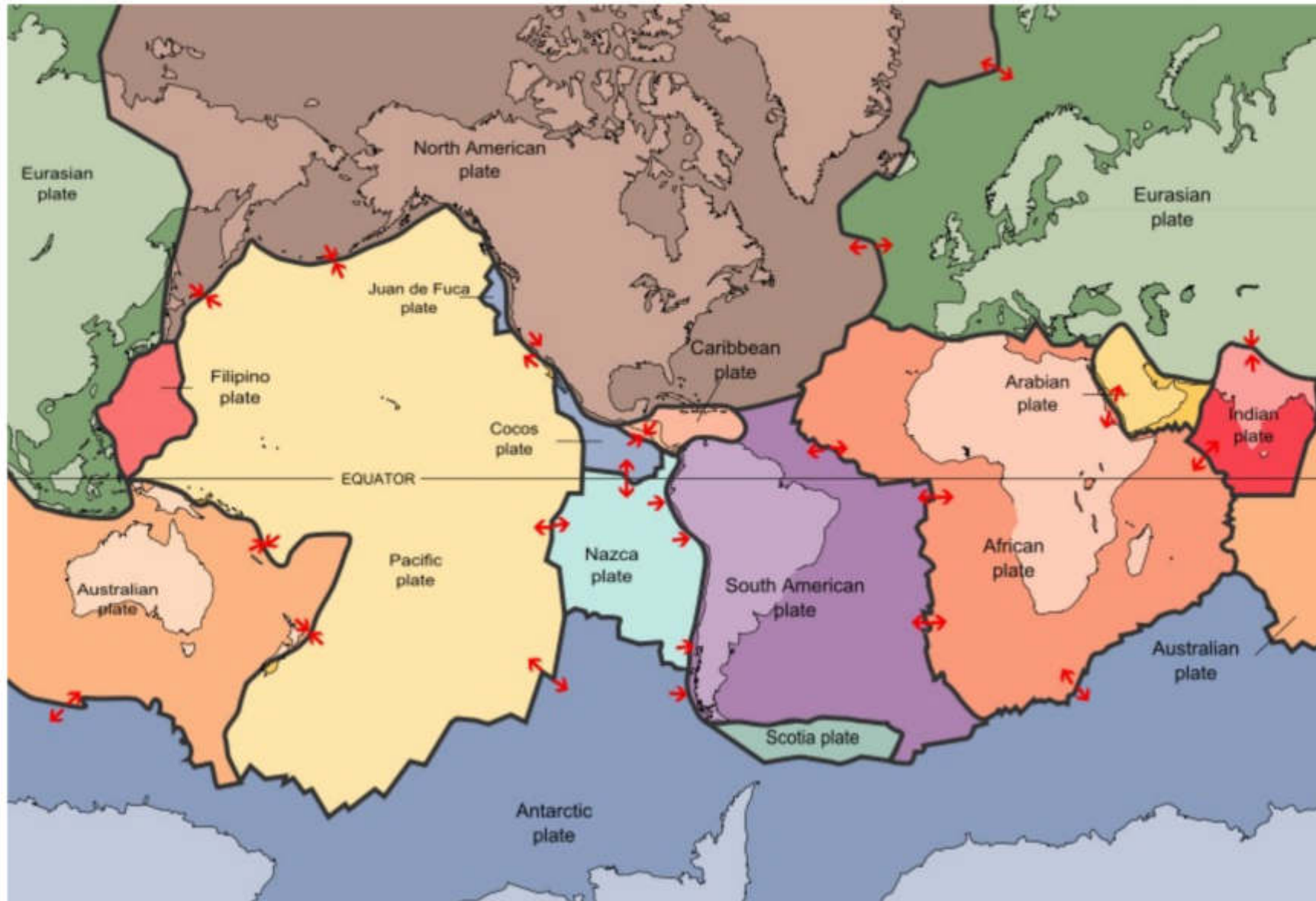
Il faut attendre les années 60 pour voir se développer les concepts

- **d'expansion océanique,**
- **de tectonique des plaques**



# COMMENT LES MONTAGNES SE FORMENT-ELLES ?

7 grandes plaques (95% de la surface du globe) et 46 plus petites



# COMMENT LES MONTAGNES SE FORMENT-ELLES ?

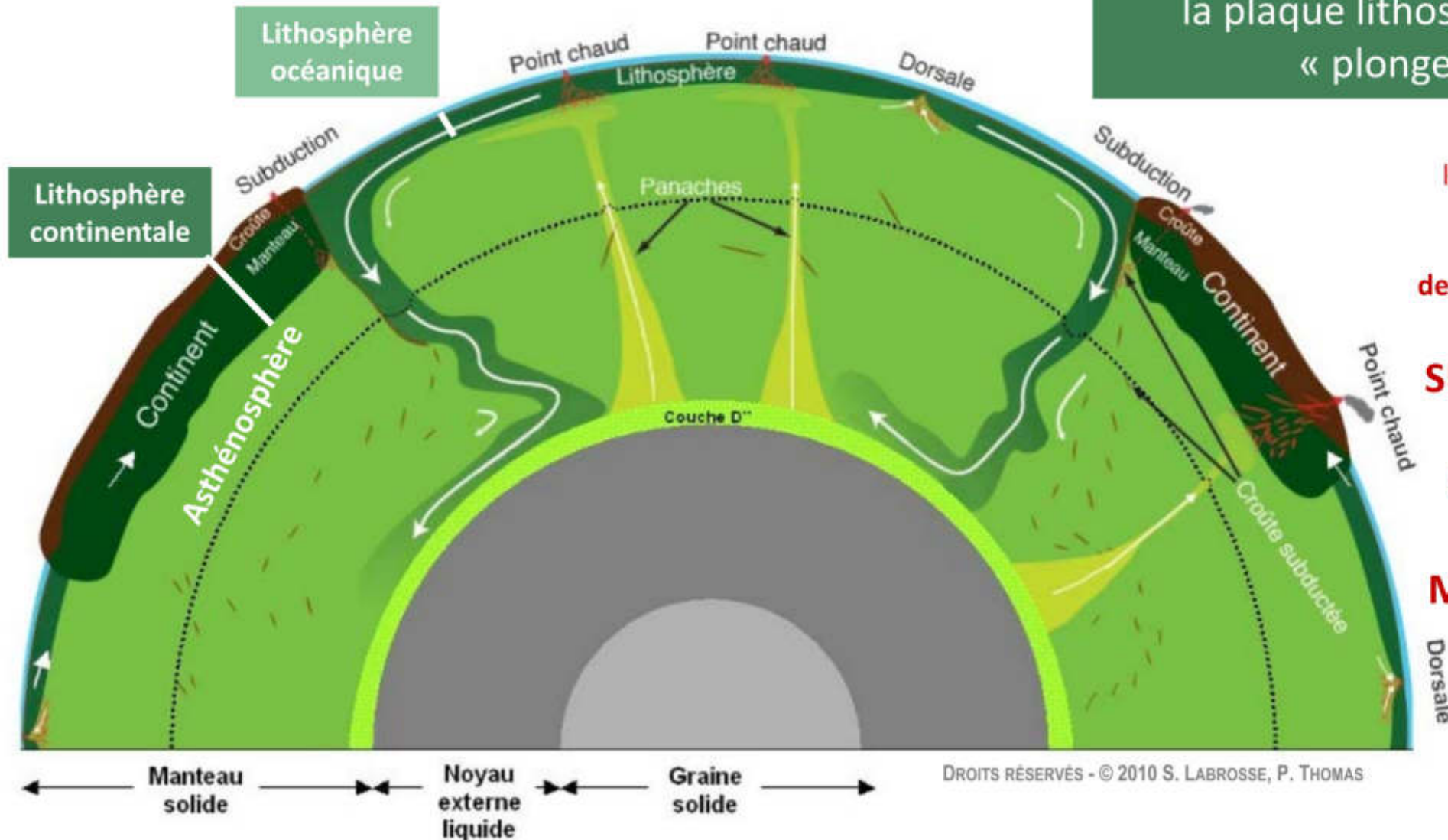
Mouvements des plaques liés à la dissipation de l'énergie interne :

## Convection

**Convection du manteau:**  
refroidie par le haut,  
âgée, épaissie, alourdie,  
la plaque lithosphérique  
« plonge »!

Les plaques lithosphériques se déplacent sur une zone de moindre rigidité

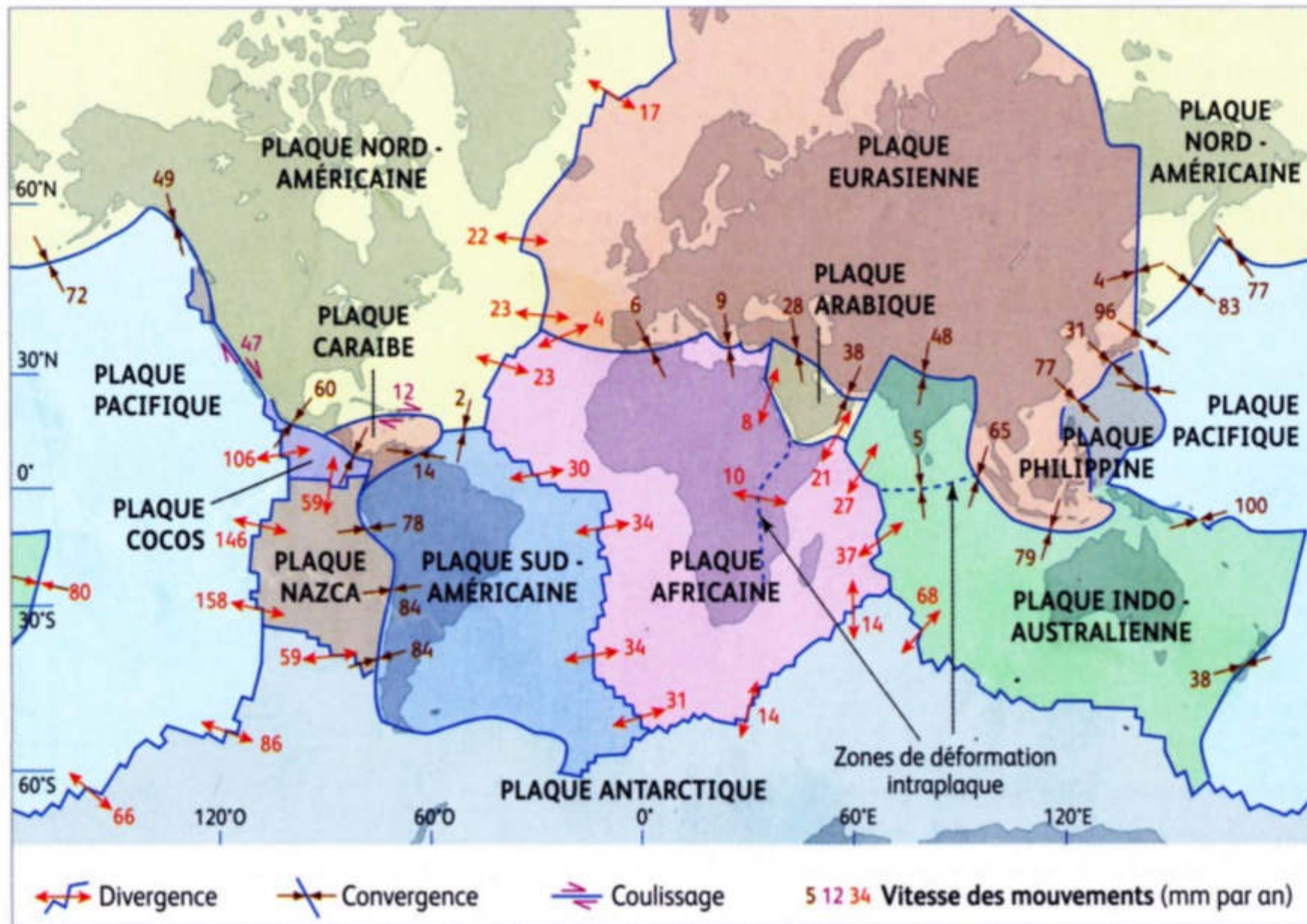
---  
**SUBDUCTION**  
puis  
**COLLISION**  
↓  
**MONTAGNES**



DROITS RÉSERVÉS - © 2010 S. LABROSSE, P. THOMAS

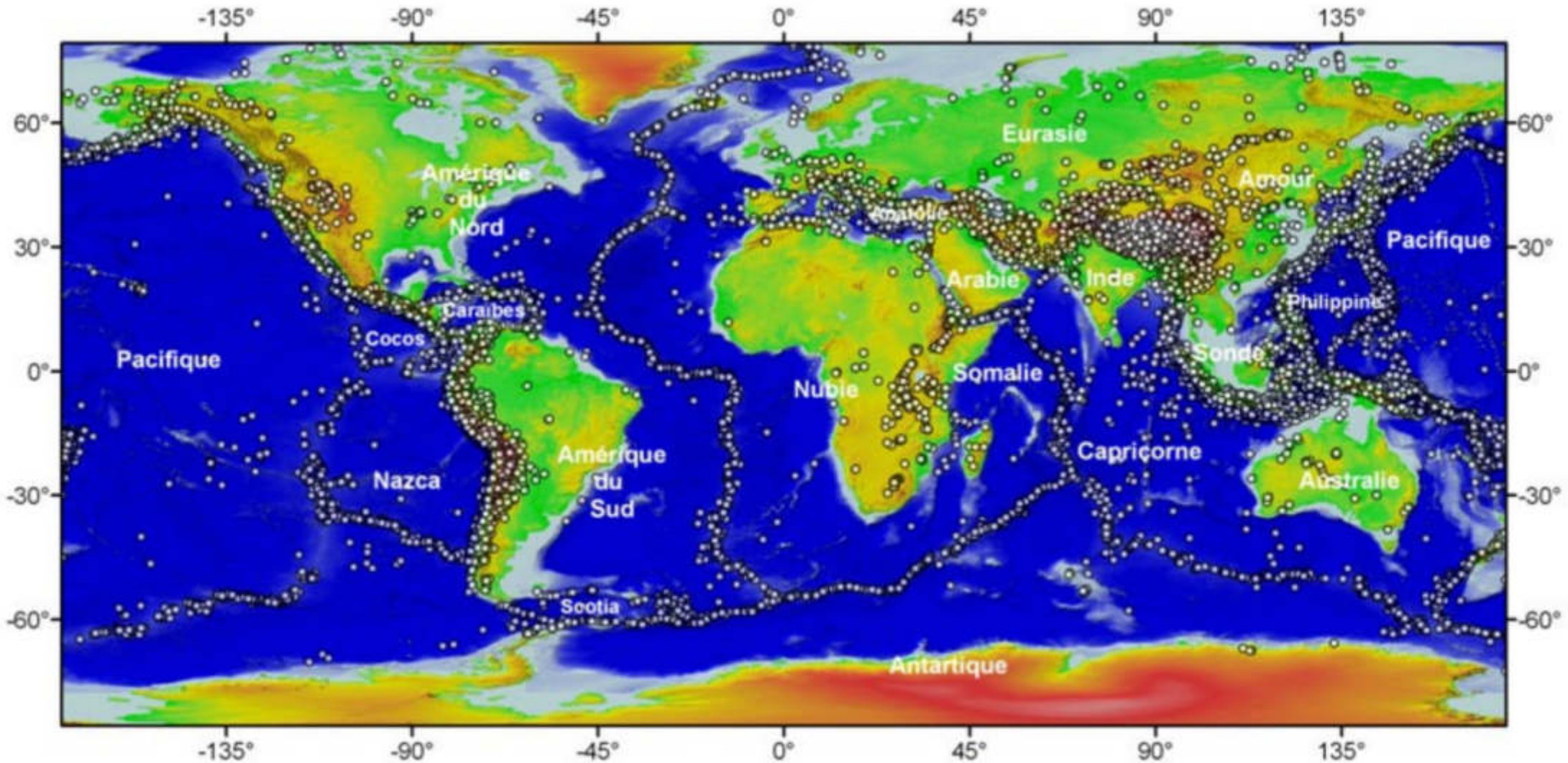
# COMMENT LES MONTAGNES SE FORMENT-ELLES ?

## Mouvements des plaques : vitesses



# COMMENT LES MONTAGNES SE FORMENT-ELLES ?

## Mouvements des plaques : déformations



*irsn.fr*

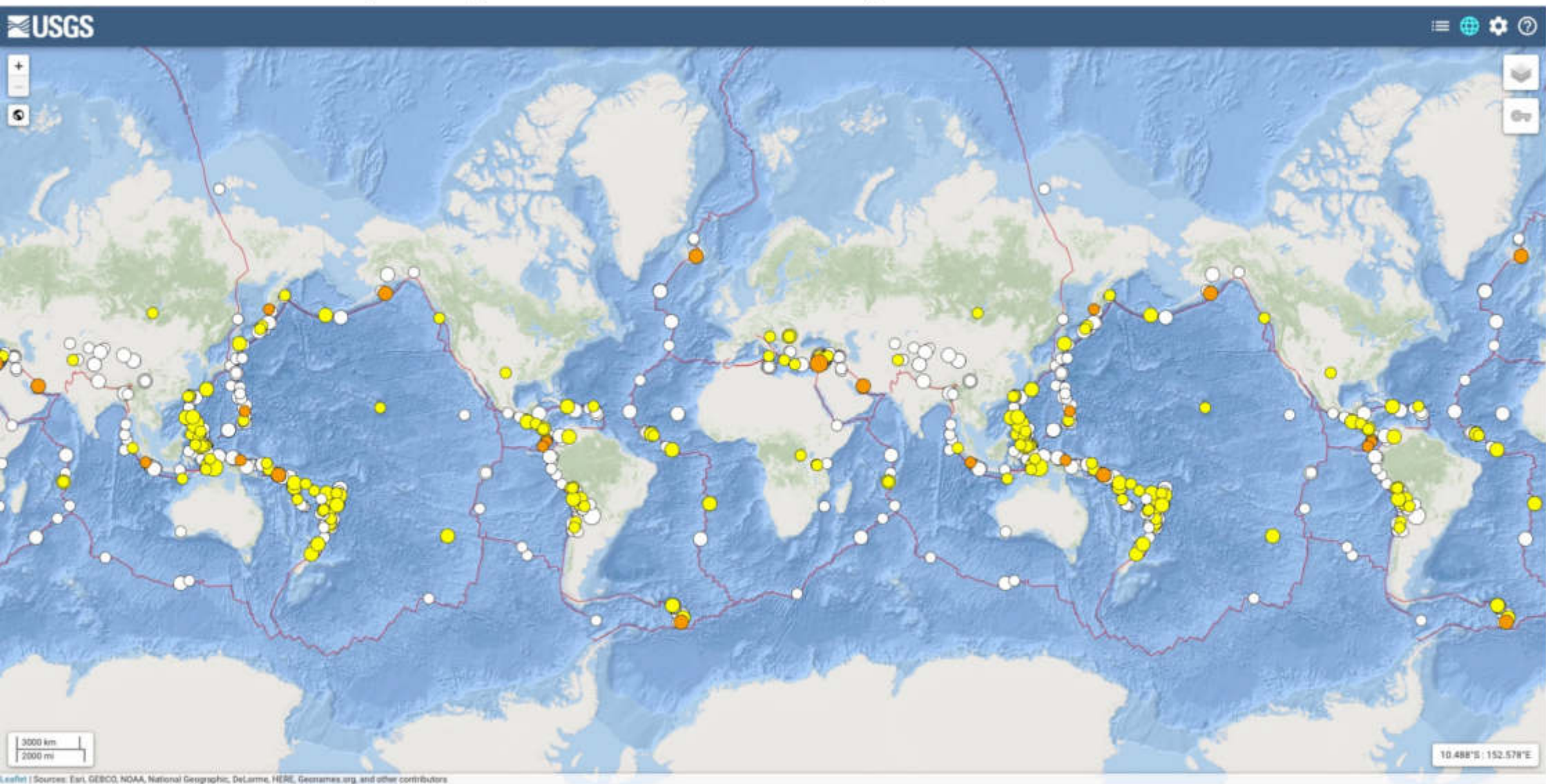
# COMMENT LES MONTAGNES SE FORMENT-ELLES ?



séisme de magnitude 7,3 survenu au Mexique en 2014.

# COMMENT LES MONTAGNES SE FORMENT-ELLES ?

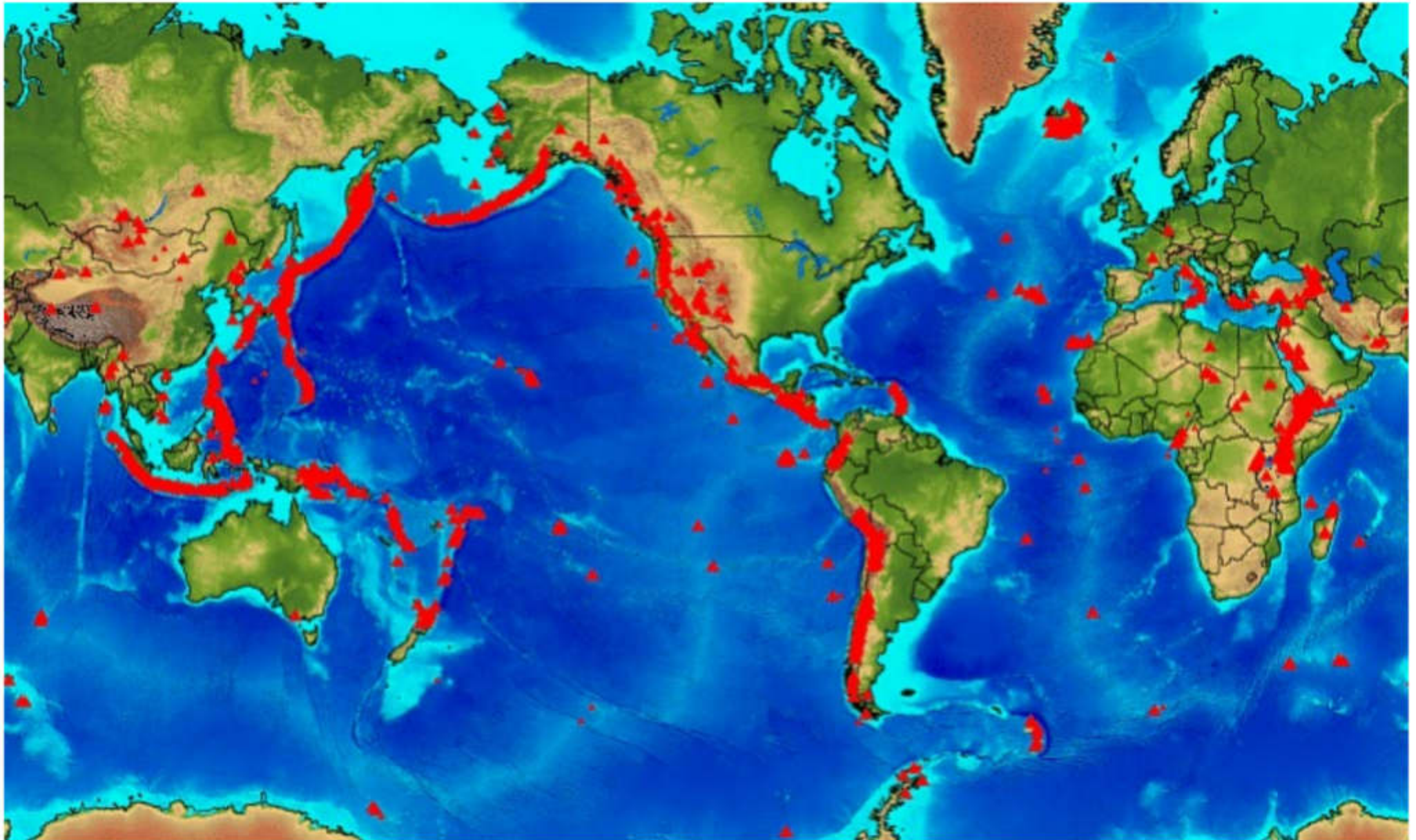
## Localisation des principaux séismes sur le globe en février 2023



Leaflet | Sources: Esri, GEBCO, NOAA, National Geographic, DeLorme, HERE, Geonames.org, and other contributors

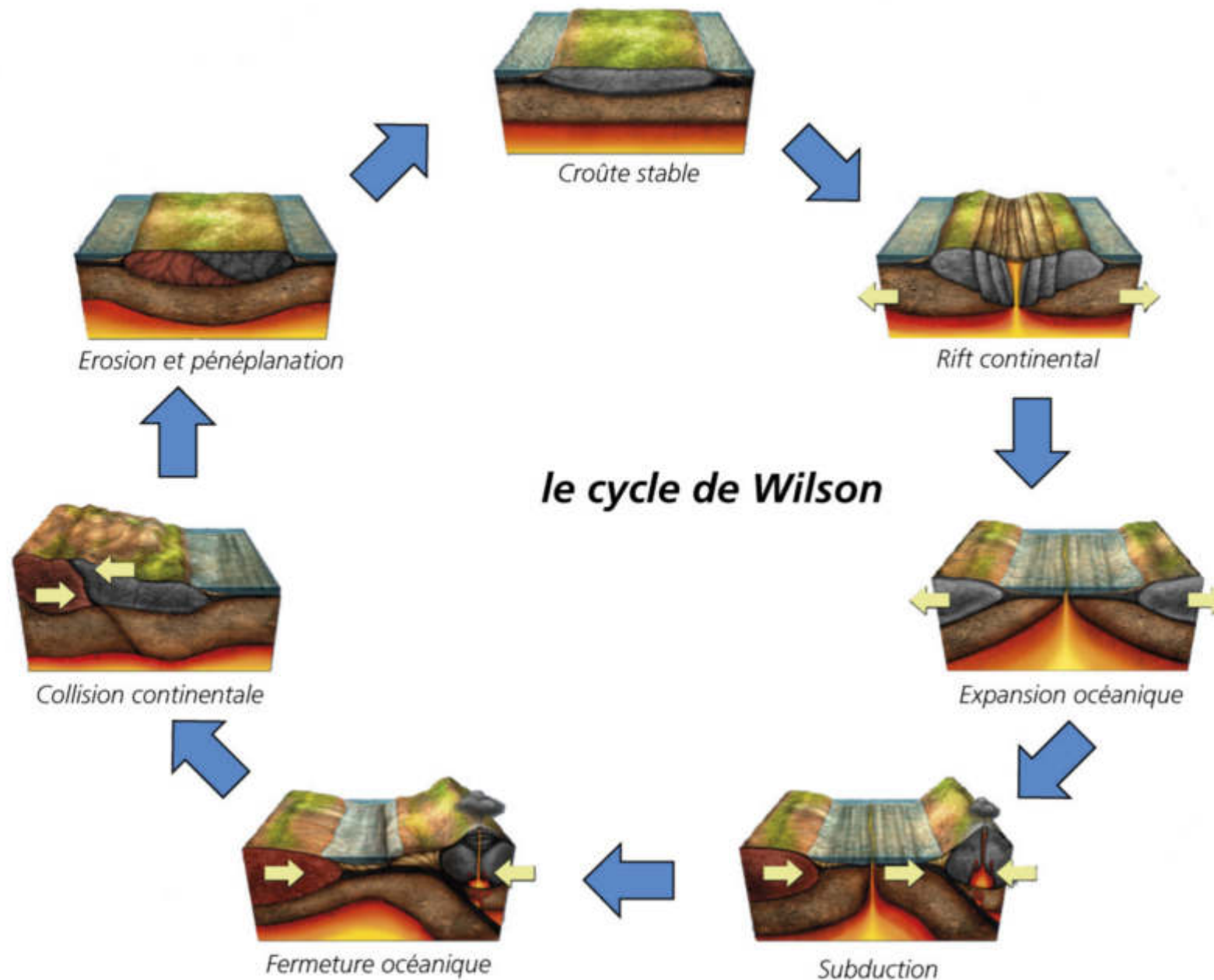
# COMMENT LES MONTAGNES SE FORMENT-ELLES ?

## Mouvements des plaques : volcanisme



<http://www.volcano.si.edu/world>

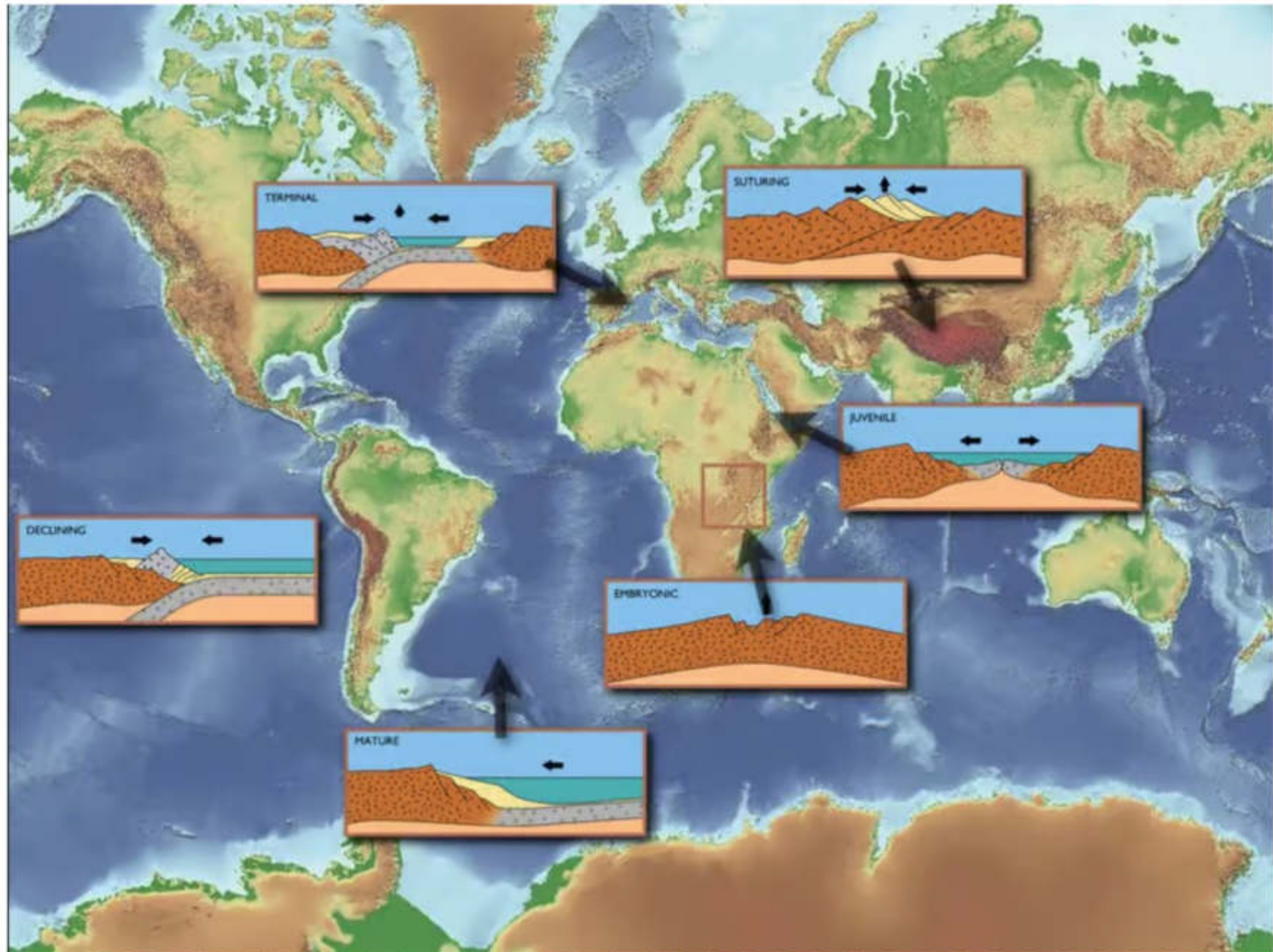
# COMMENT LES MONTAGNES SE. FORMENT-ELLES ?



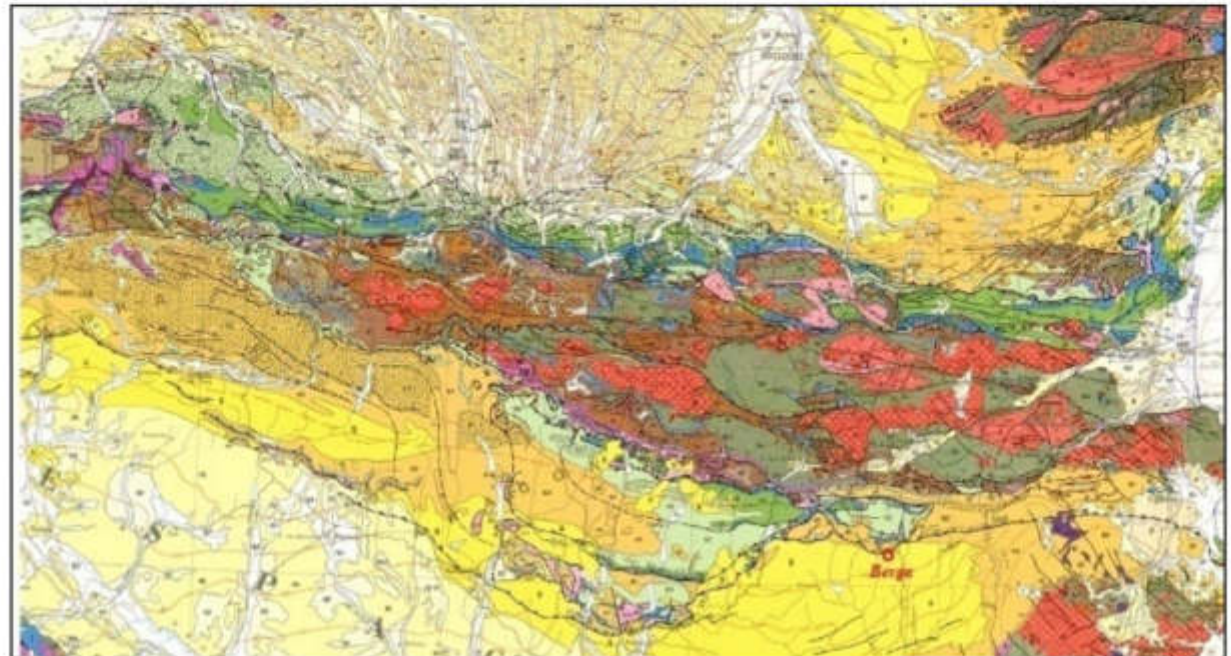


# COMMENT LES MONTAGNES SE FORMENT-ELLES ?

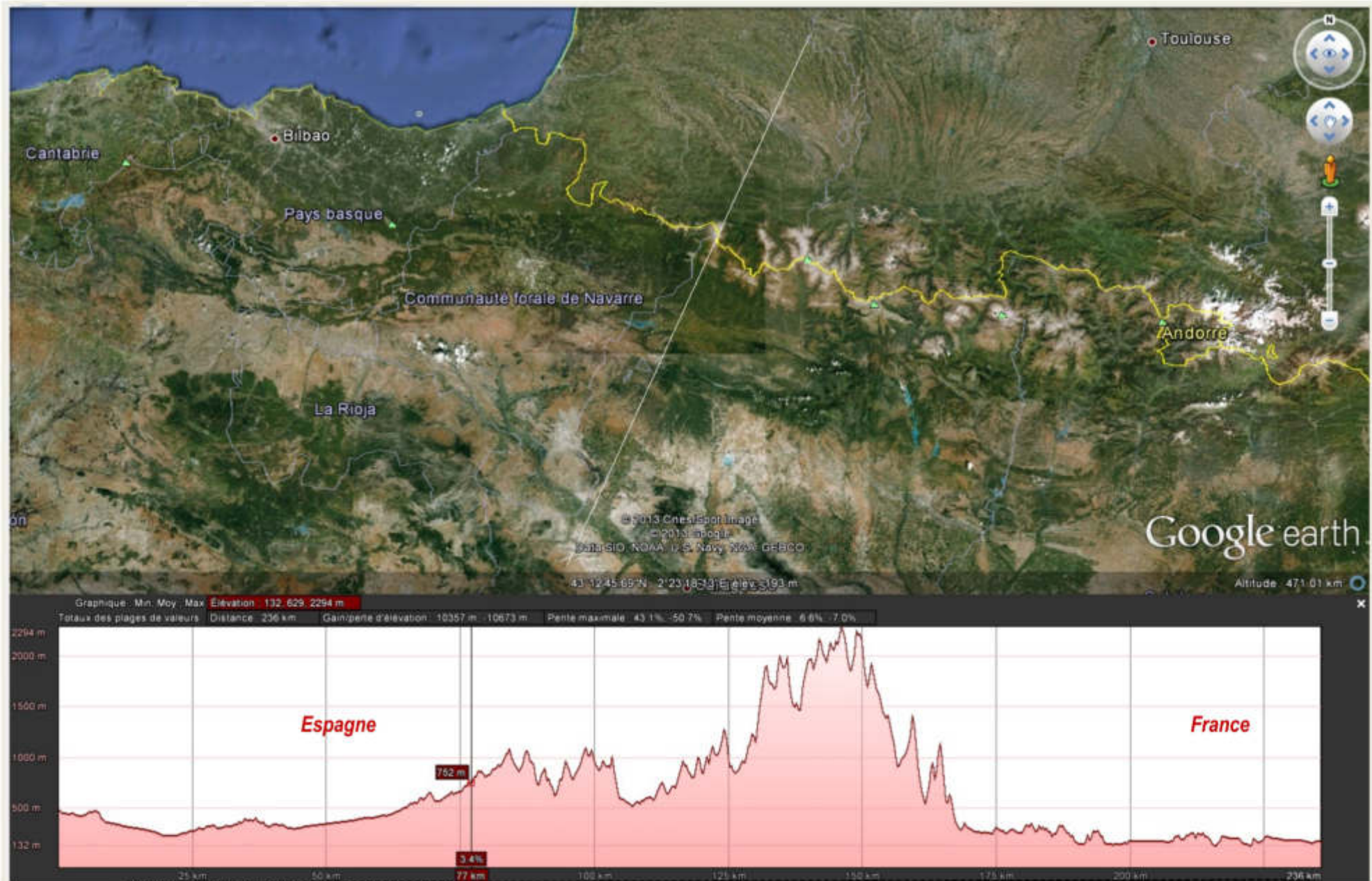
## le cycle de Wilson



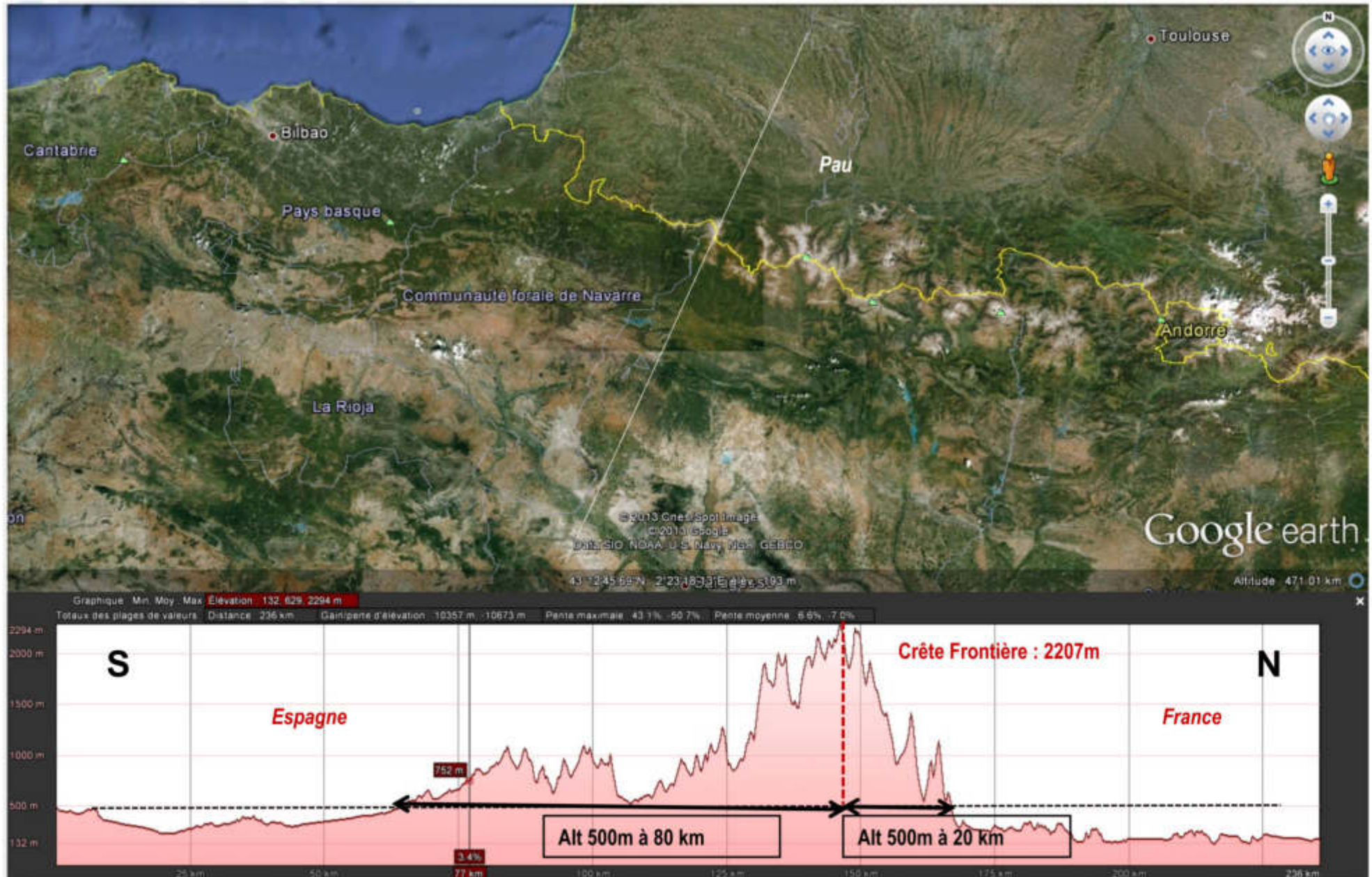
# LES PYRÉNÉES, UNE CHAÎNE DE MONTAGNES ENTRE FRANCE ET ESPAGNE



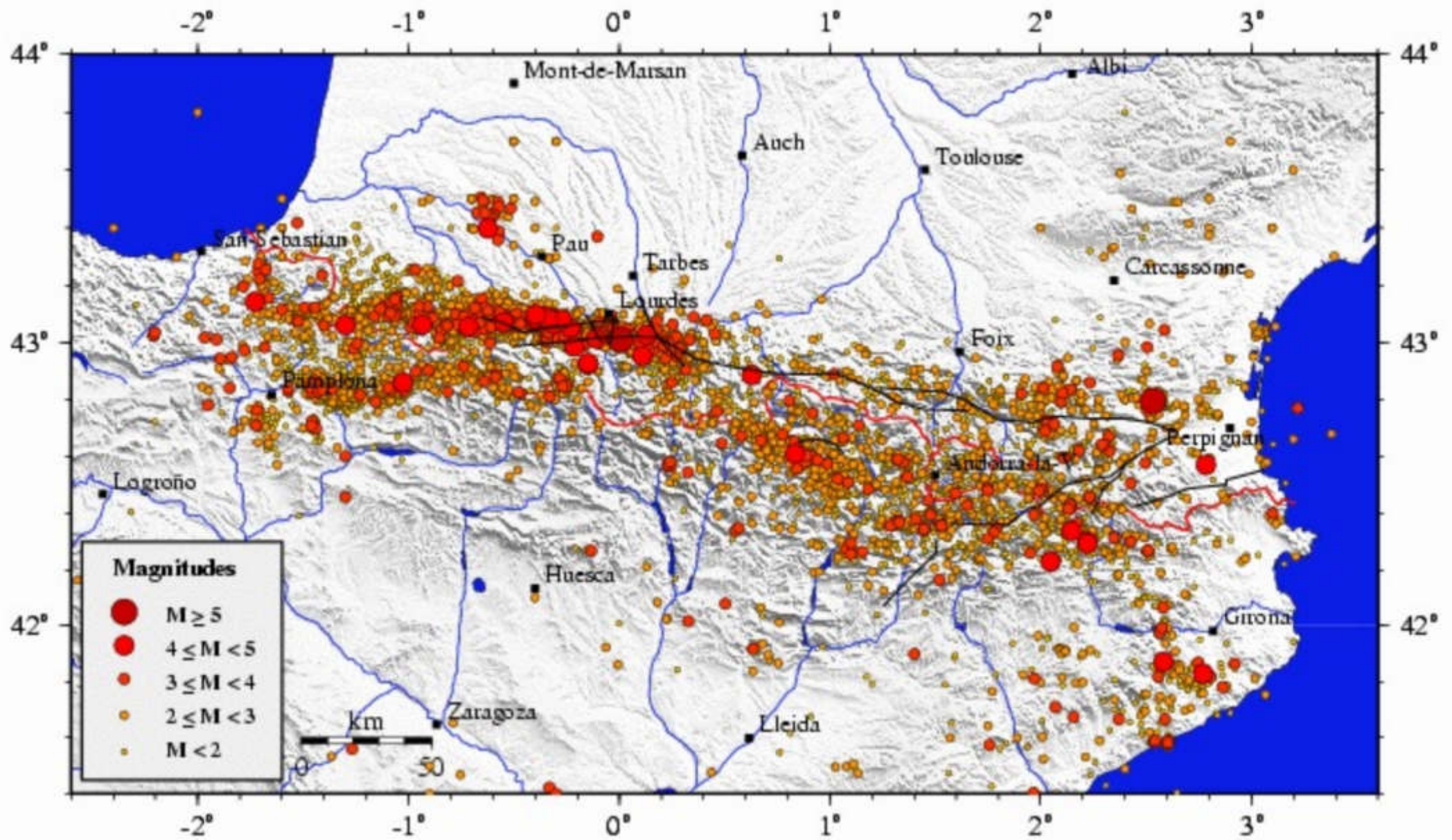
# LES PYRÉNÉES, UN RELIEF DISSYMMÉTRIQUE



# LES PYRÉNÉES, UN RELIEF DISSYMMÉTRIQUE ...



# ENCORE ACTIF...

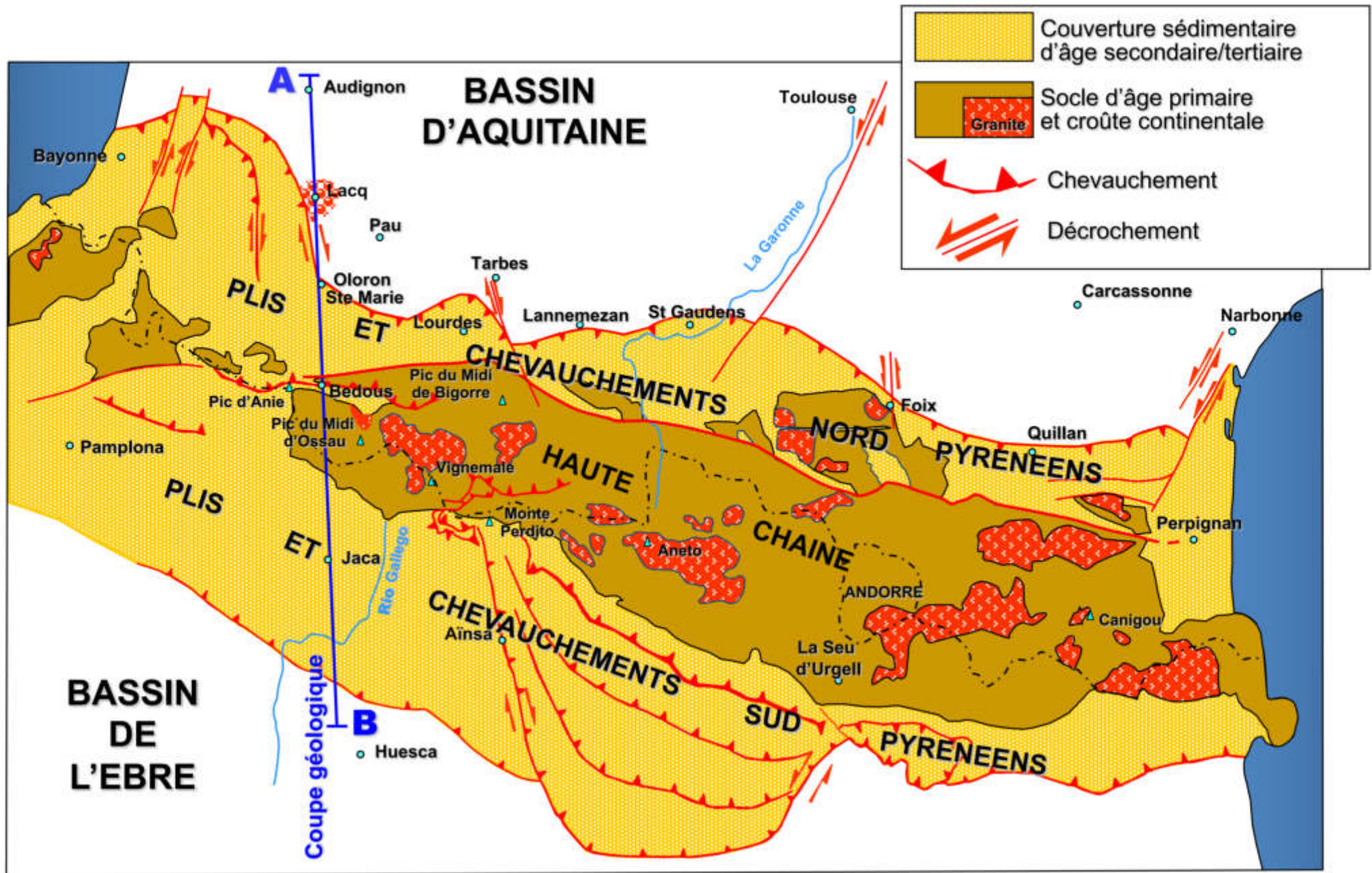


SÉISMICITÉ DANS LES PYRÉNÉES de 1989 à 2008

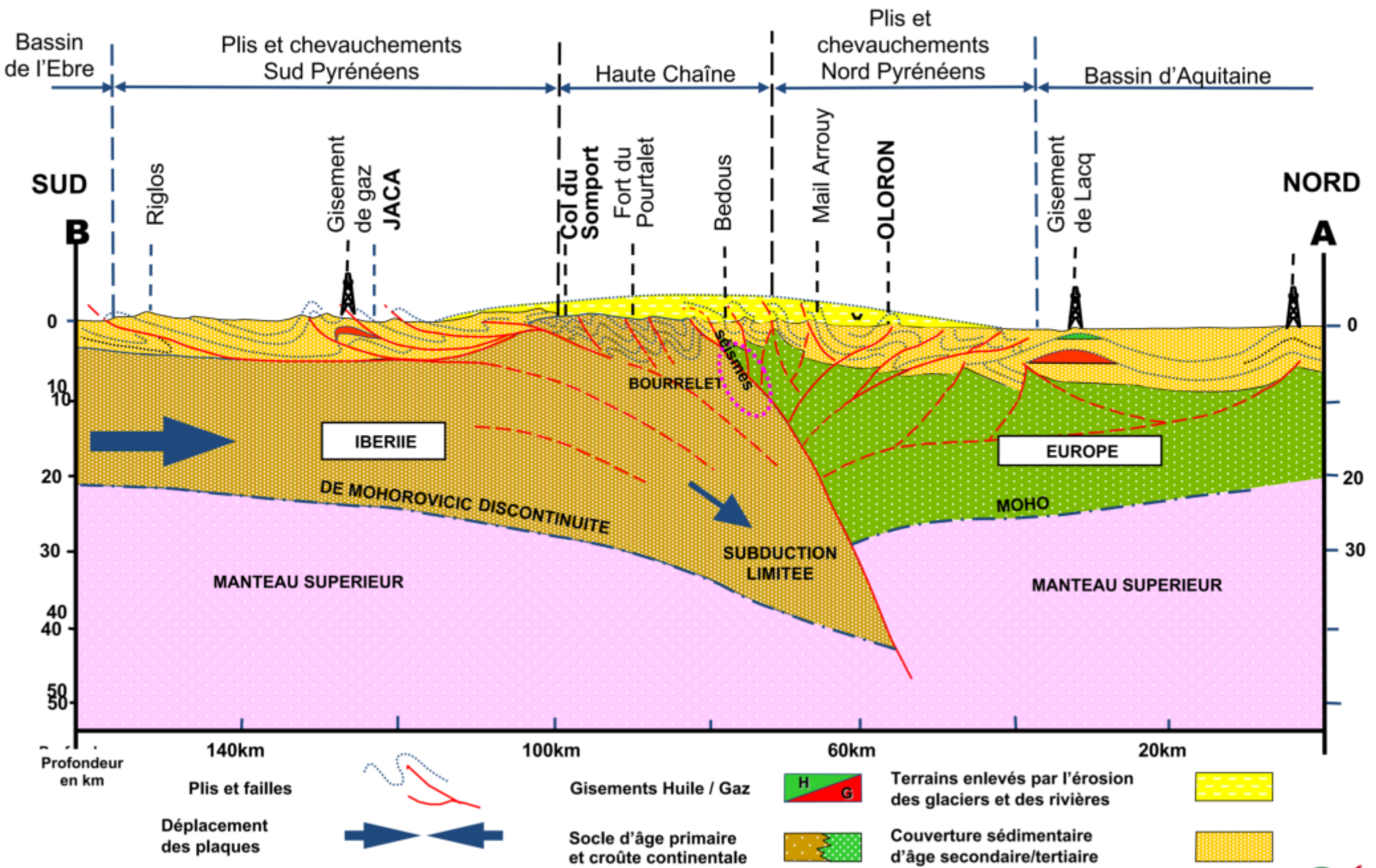
# SUR LEQUEL ON TROUVE AUSSI D'ANCIENS VOLCANS !



# COMMENT LES PYRÉNÉES SE SONT-ELLES FORMÉES ?



# COMMENT LES PYRÉNÉES SE SONT-ELLES FORMÉES ?





# LES PYRÉNÉES, UNE ÉPOPÉE EN PLUSIEURS ACTES...

Prologue – Comment les montagnes se forment-elles ?

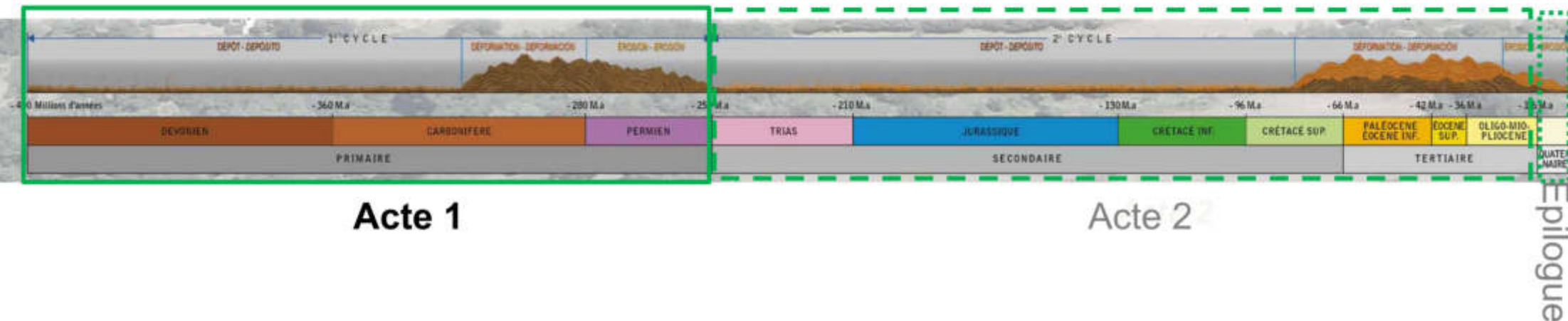
**Acte 1 – Les Pyrénées ancestrales : une montagne disparue**

*Acte 2 – Les Pyrénées actuelles: une montagne active*

*Scène 1 – Sédimentation (dépôt) puis déformation (extension)*

*Scène 2 – Déformation (compression) puis érosion*

*Epilogue – Le basculement du climat : le relief actuel des Pyrénées*



Acte 1

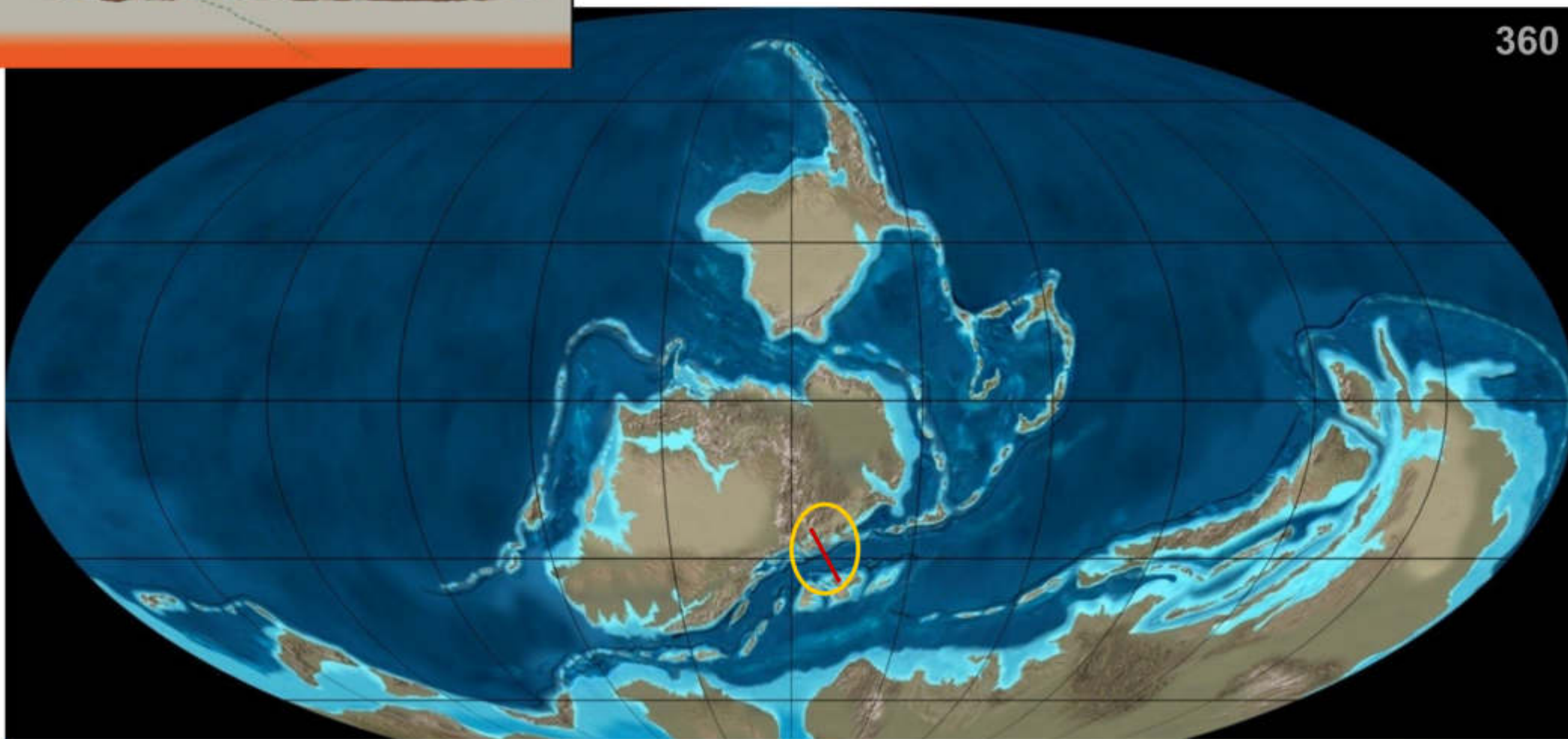
Acte 2

Epilogue

# ACTE 1 : LES PYRÉNÉES ANCESTRALES, UNE MONTAGNE DISPARUE

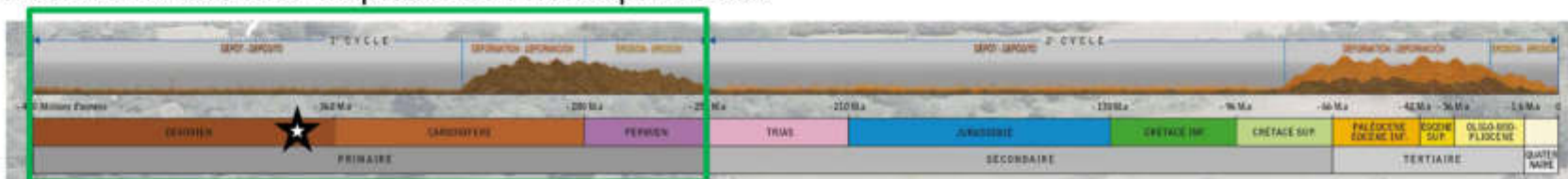
sédimentation

360



**- 410/ - 360 Ma PRIMAIRE – Dévonien**

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

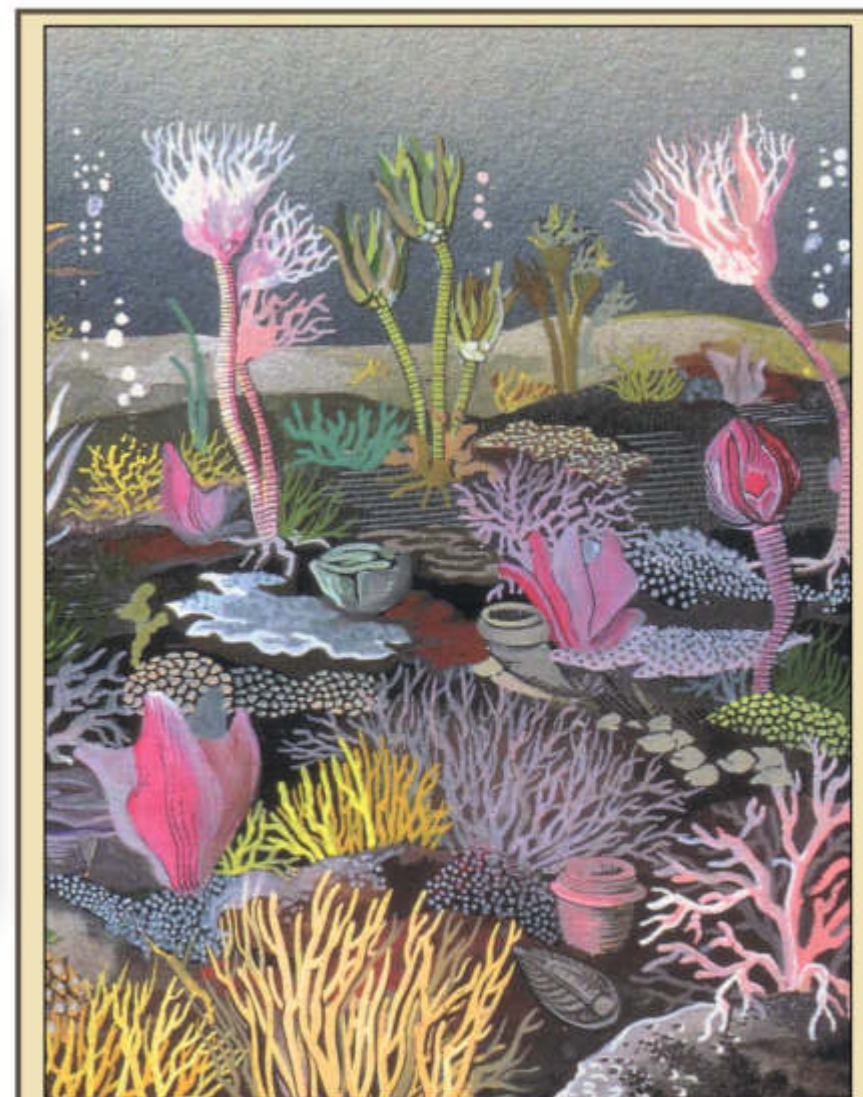


# ACTE 1 : LES PYRÉNÉES ANCESTRALES, UNE MONTAGNE DISPARUE

De - 410 à - 360 M.a. PRIMAIRE – *Dévonien*



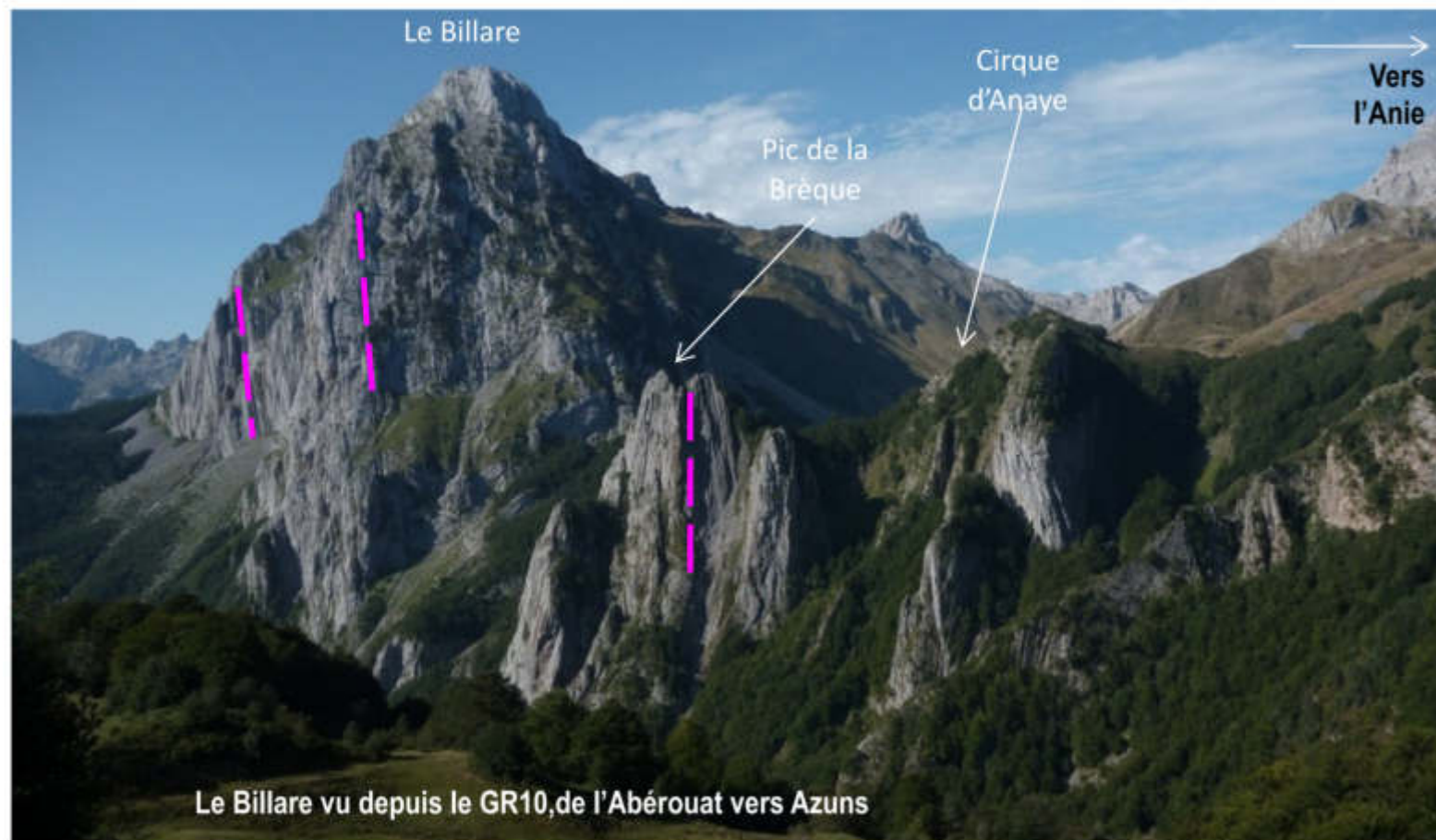
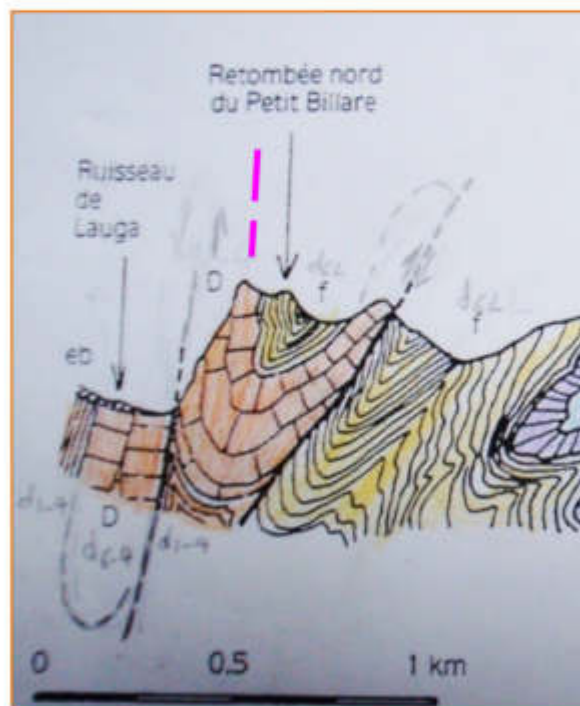
- ▶ Calcaires et fossiles bien visibles au Peyreget et au Billare



**Reconstitution du paléo-environnement:**  
Milieu marin, de plate forme; climat chaud, tropical

# ACTE 1 : LES PYRÉNÉES ANCESTRALES, UNE MONTAGNE DISPARUE

- 360 M.a. PRIMAIRE – Dévonien

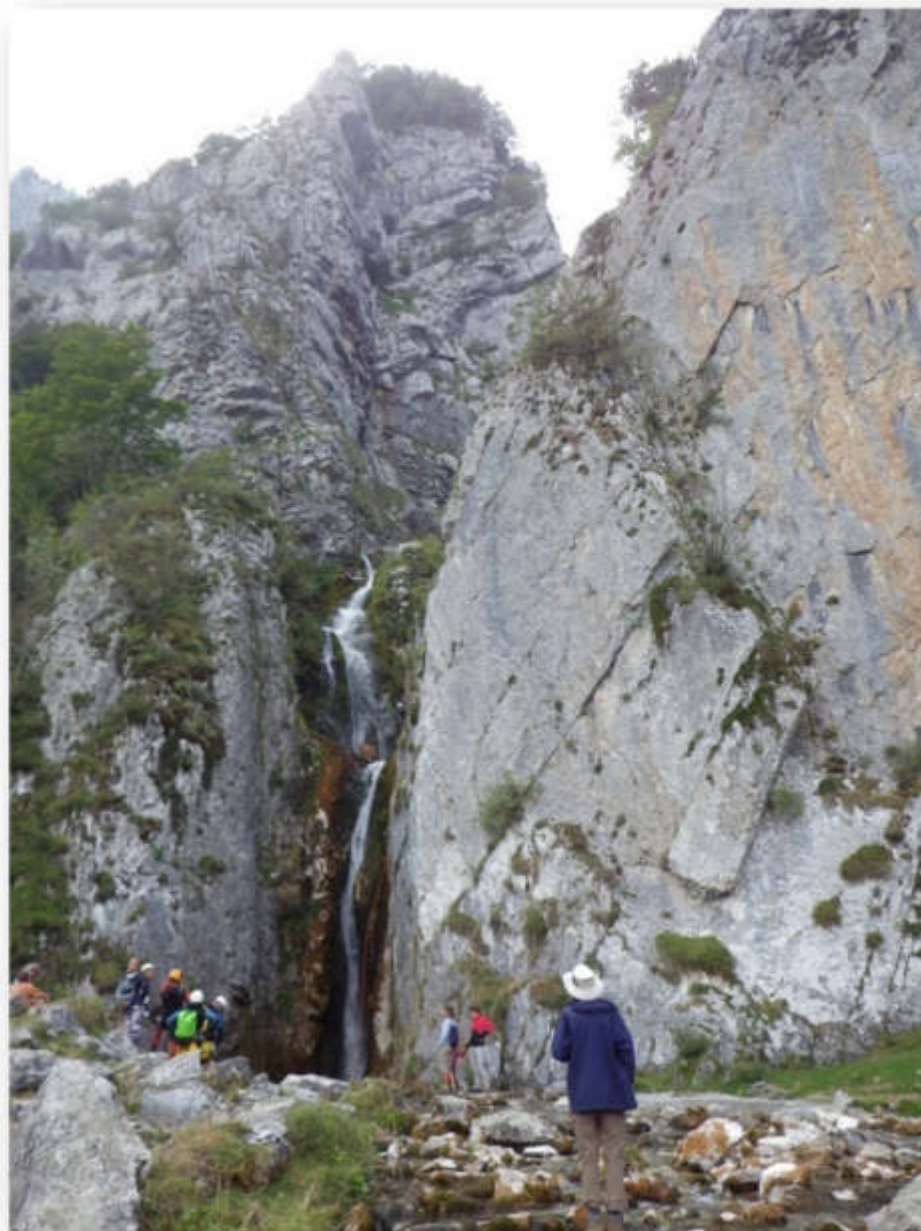


- Falaises et sommets en calcaire du Dévonien: Billare, Peyreget ....  
*Excursion GéolVal – Vallon d'Anaye septembre 2012*

- 360 M.a. **PRIMAIRE** – *Dévonien*



► Falaises et sommets  
en calcaire du Dévonien: Billare, et canyon d'Anaye  
*Excursion GéolVal – Vallon d'Anaye septembre 2012*



- 360 M.a. **PRIMAIRE** – *Dévonien*

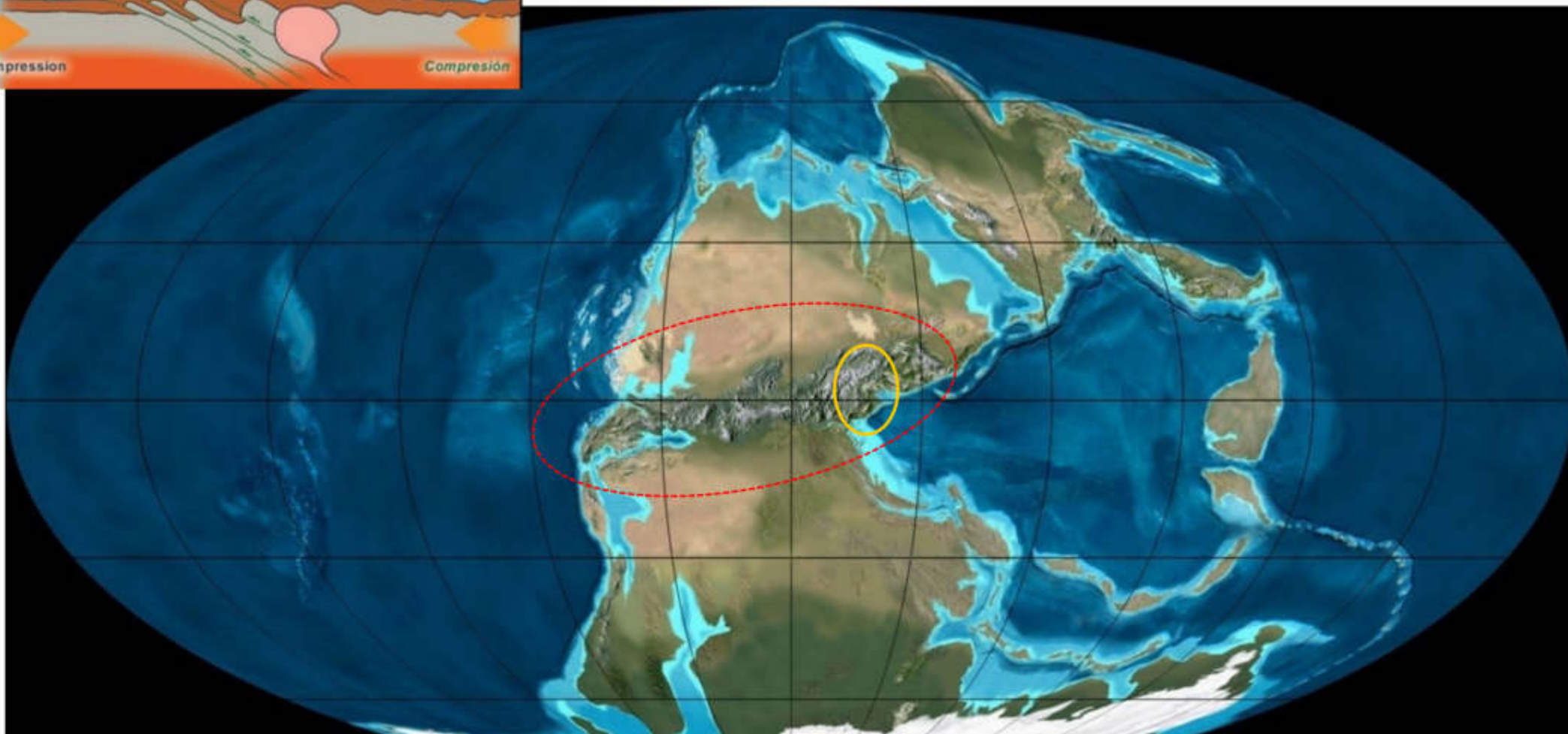
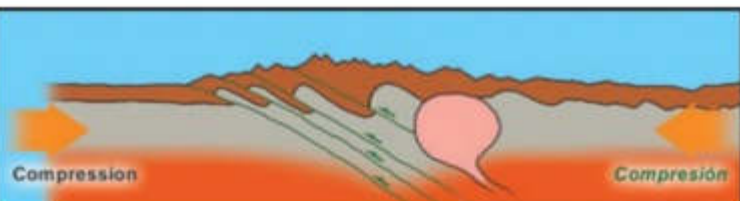


► Falaises et sommets  
en calcaire du Dévonien  
*Excursion GéolVal – OT Bedous Aout 2014*



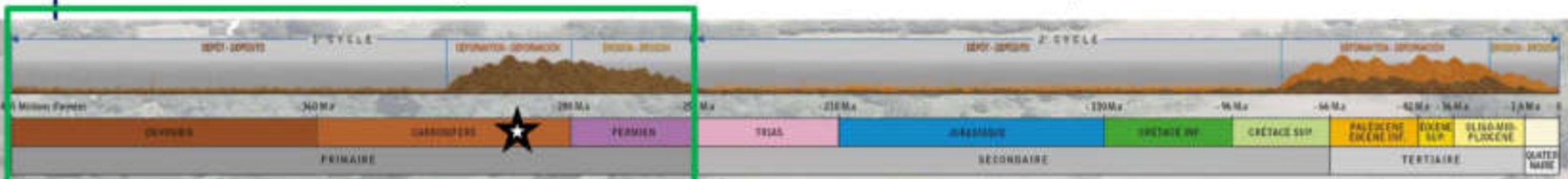
# ACTE 1 : LES PYRÉNÉES ANCESTRALES, UNE MONTAGNE DISPARUE

## déformation



- 360/-290 Ma PRIMAIRE – Carbonifère

- ▶ collision, et formation d'un « méga-continent » : la **PANGÉE**
- ▶ une chaîne de montagnes d'échelle mondiale: la chaîne hercynienne



# ACTE 1 : LES PYRÉNÉES ANCESTRALES, UNE MONTAGNE DISPARUE

De - 360 à - 300 Ma PRIMAIRE – *Carbonifère*



Céphalopode - Goniatite



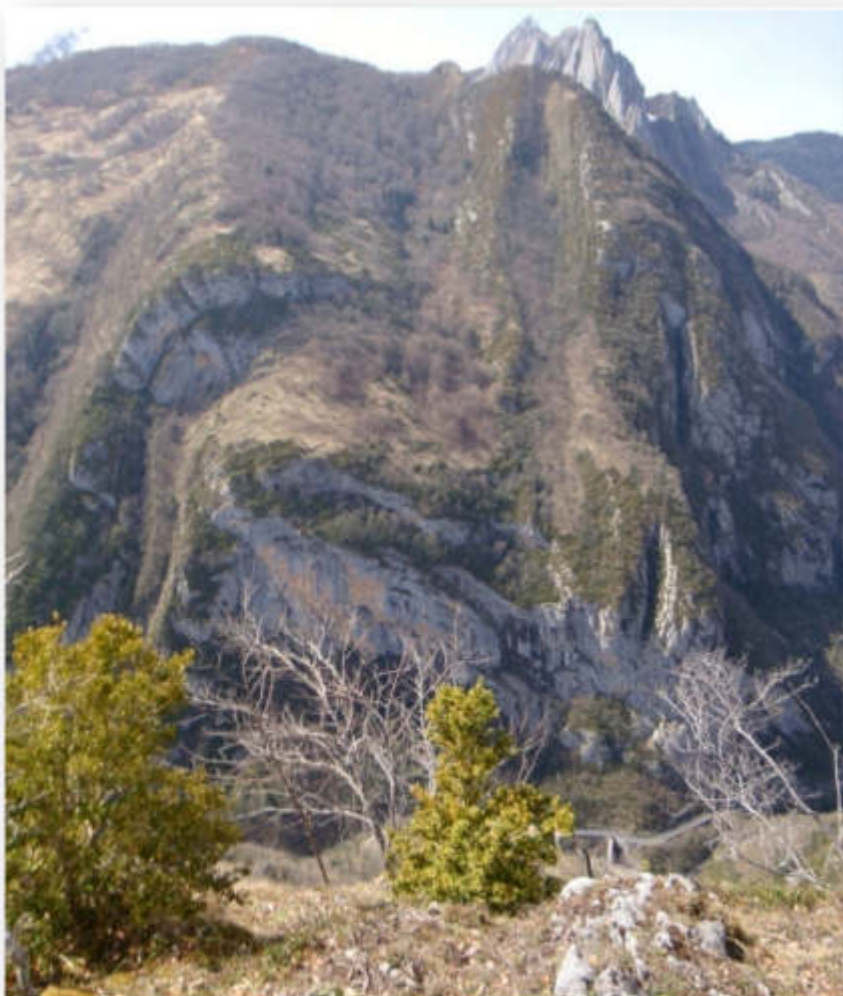
- ▶ des fossiles de mollusques et de fougères

*Excursion GéolVal avril 2015- Fort du Portalet, Urdos*



# ACTE 1 : LES PYRÉNÉES ANCESTRALES, UNE MONTAGNE DISPARUE

De - 360 à - 300 Ma PRIMAIRE – *Carbonifère*



- ▶ des plis dans les calcaires du Dévonien et du Carbonifère fort de Portalet, *excursion GéolVal 10 avril 2010* et plis du Moustardé

# ACTE 1 : LES PYRÉNÉES ANCESTRALES, UNE MONTAGNE DISPARUE

De - 360 à - 300 Ma **PRIMAIRE** – *Carbonifère*



- ▶ des roches magmatiques :
  - le Vignemale, un sommet en granite
  - le granite des Eaux-Chaudes (Flanc Est de la vallée du Soussouéou) daté à -301,2 +/- 8,7 millions d'années

# ACTE 1 : LES PYRÉNÉES ANCESTRALES, UNE MONTAGNE DISPARUE

De - 360 à - 300 Ma **PRIMAIRE** – *Carbonifère*



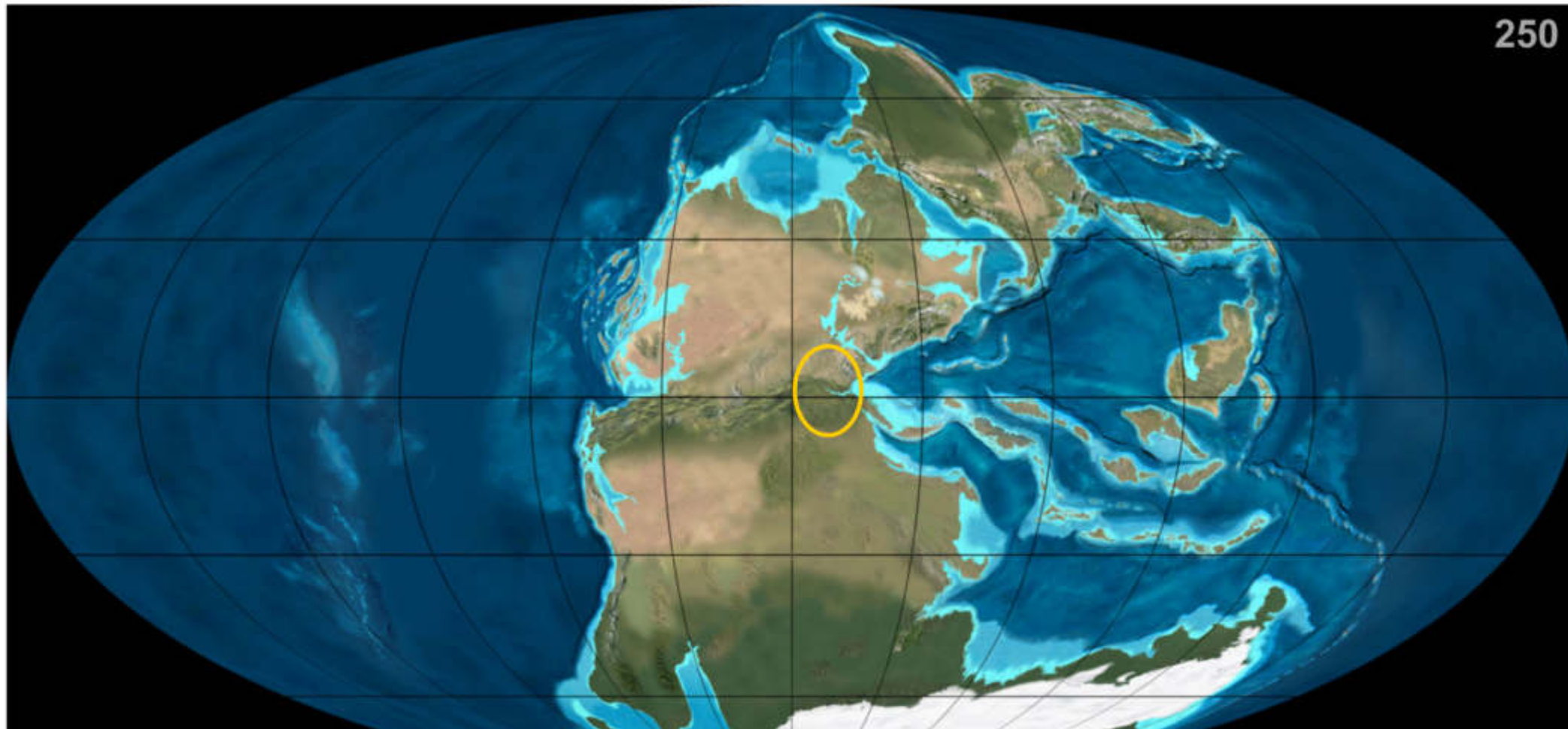
- ▶ des roches magmatiques : le granite de Cauteret  
les calcaires du Dévonien au contact du granite

*Excursion GéolVal sept 2014 - ARTOUSTE*



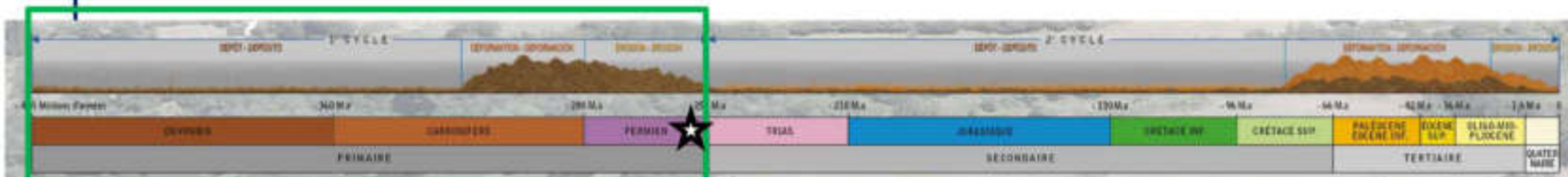
## érosion

250



**De -300 à -250 Ma** PRIMAIRE – Permien

- ▶ un continent désertique, des bassins sédimentaires,
- ▶ des volcans actifs; Pôle Sud : la calotte glaciaire persiste



# ACTE 1 : LES PYRÉNÉES ANCESTRALES, UNE MONTAGNE DISPARUE

De -300 à -250 Ma **PRIMAIRE** – *Permien*



- ▶ Roches rouges: sous climat aride, érosion de la chaîne primaire

*Excursions GéolVal 2012 – Vers le Visaurin et Ossau  
2014 Le Permien vers le col de Couerq*



# ACTE 1 : LES PYRÉNÉES ANCESTRALES, UNE MONTAGNE DISPARUE

De -300 à -250 Ma **PRIMAIRE – Permien**



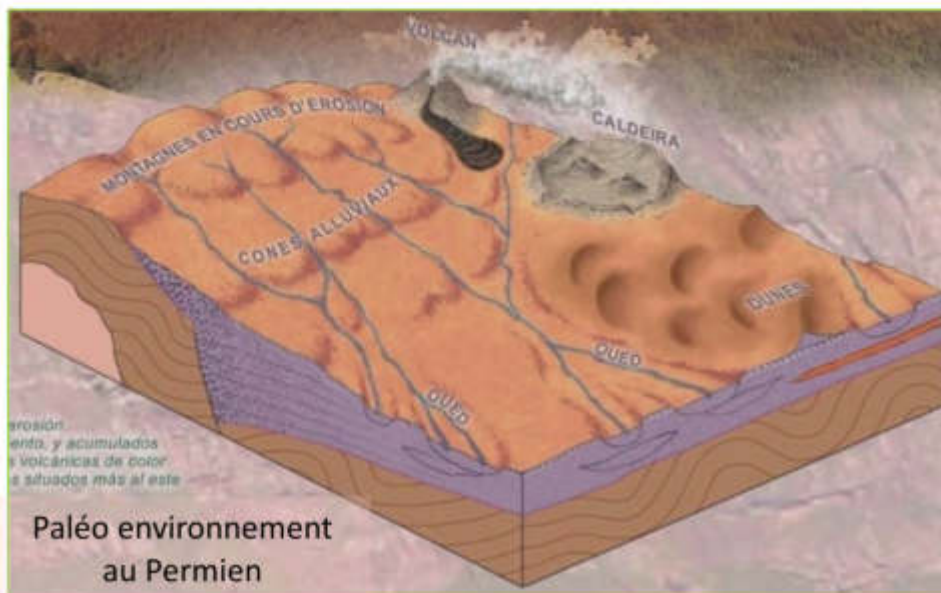
Vallée d'Aspe; Crête de Couecq



Conglomérat à blocs arrondis, de natures variées, triés, jointifs **dépôts de torrent**



Argiles **dépôts de plaine d'inondation**



Argiles puis conglomérats

- ▶ Roches rouges: sous climat aride, érosion de la chaîne hercynienne  
*Excursions GéolVal 2012 – Vers le Visaurin*  
*2014 - Le Permien vers le col de Couerq*



**GéolVal**

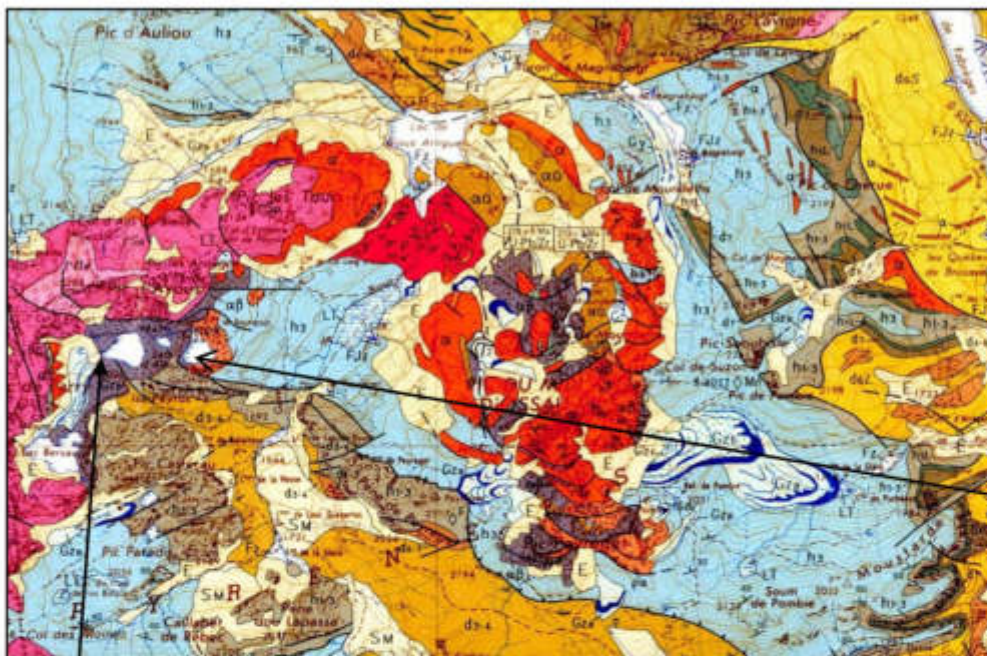
À la découverte de la géologie des Pyrénées...

[www.geolval.fr](http://www.geolval.fr)

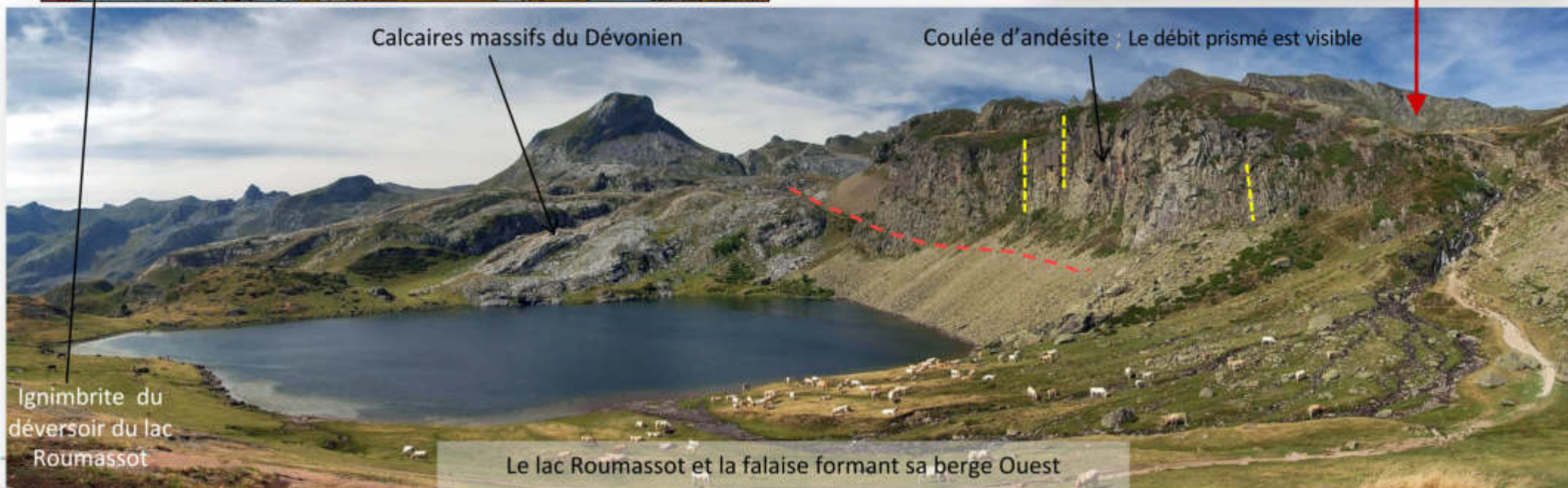
- ▶ Roches rouges: sous climat aride, érosion de la chaîne primaire, volcanisme explosif associé (OSSAU, ANAYET) *Excursions GéolVal 2012 – Ossau*

# ACTE 1 : LES PYRÉNÉES ANCESTRALES, UNE MONTAGNE DISPARUE

De -300 à -250 Ma **PRIMAIRE – Permien**



Le débit prismé  
des coulées  
d'andésite



Calcaires massifs du Dévonien

Coulée d'andésite : Le débit prismé est visible

Ignimbrite du  
déversoir du lac  
Roumassot

Le lac Roumassot et la falaise formant sa berge Ouest



# LES PYRÉNÉES, UNE ÉPOPÉE EN PLUSIEURS ACTES...

Prologue – Comment les montagnes se forment-elles ?

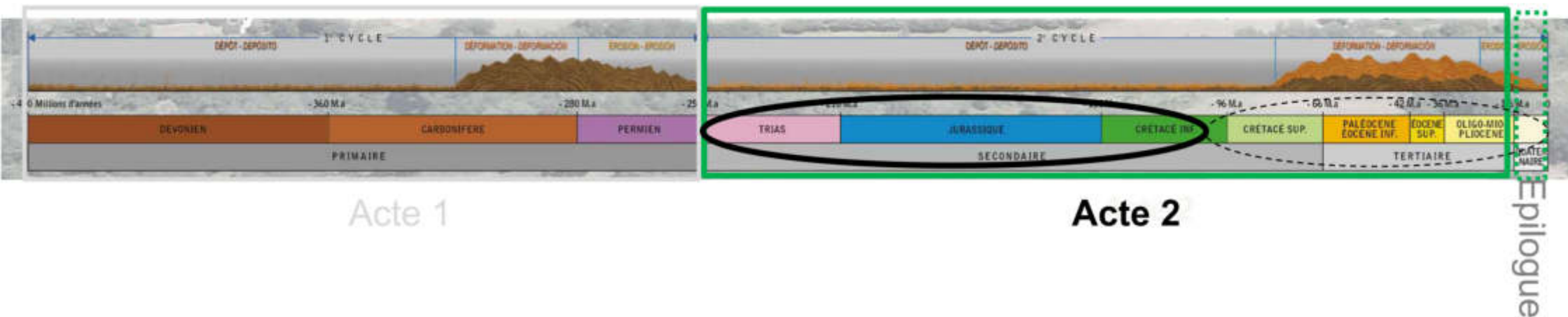
*Acte 1 – Les Pyrénées ancestrales : une montagne disparue*

**Acte 2 – Les Pyrénées actuelles: une montagne active**

**Scène 1 – Sédimentation (dépôt) puis déformation (extension)**

*Scène 2 – Déformation (compression) puis érosion*

*Epilogue – Le basculement du climat : le relief actuel des Pyrénées*



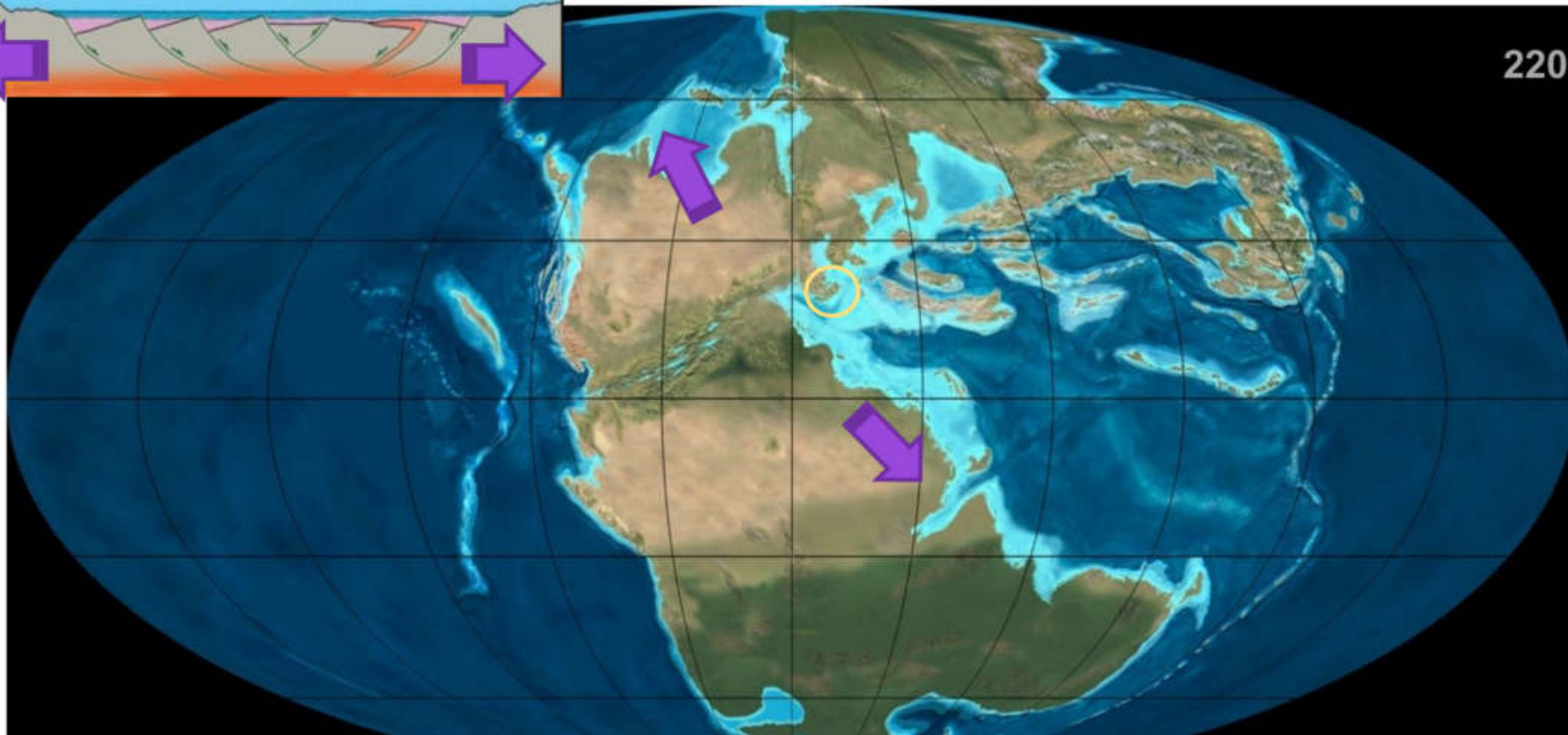
Acte 1

Acte 2

Epilogue

## Sédimentation et extension

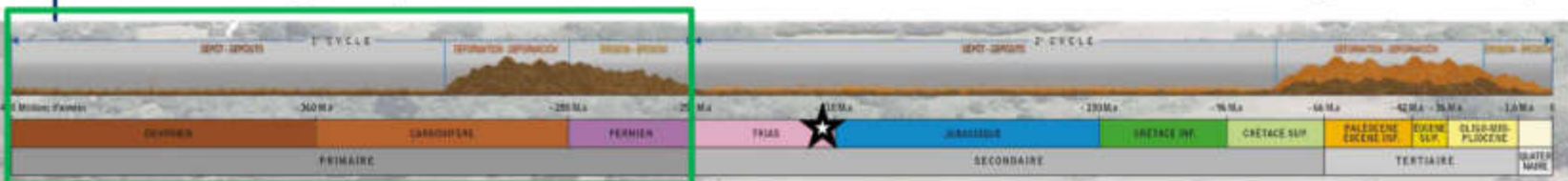
220



De -250 à -200 Ma **SECONDAIRE – Trias**

début de l'ouverture de l'Atlantique

- ▶ Une mer peu profonde envahit la « Pangée » érodée; au fond, dépôts massifs de sel
- ▶ Roches magmatiques au niveau des zones en extension; Pôle Sud : la calotte glaciaire a disparu



# ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE

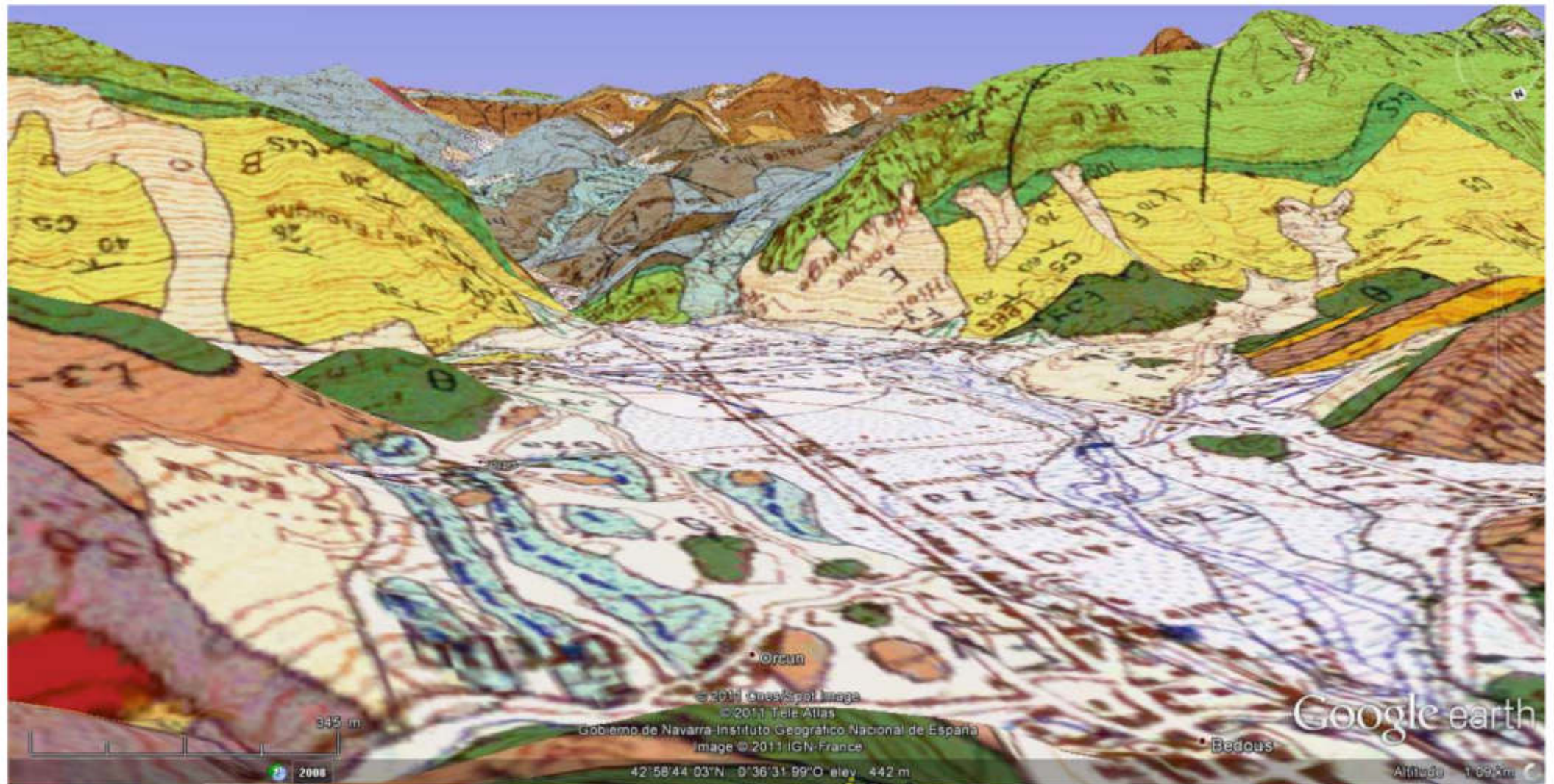
De -250 à -200 Ma SECONDAIRE – Trias



- ▶ Des buttes de roches magmatiques: les OPHITES  
*Excursions GéolVal 2013 2014: Vallon de Bedous*

# ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE

De -250 à -200 Ma SECONDAIRE – Trias



Des ophites, des calcaires, des argiles, du sel  
*Excursions GéolVal 2013 2014: Vallon de Bedous*

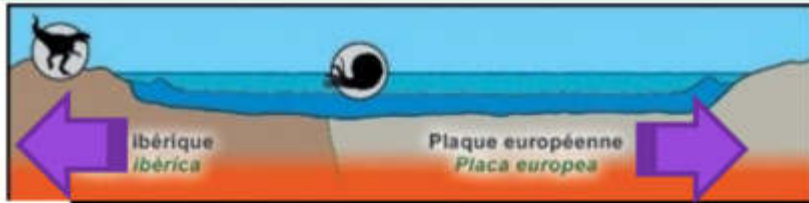
# ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE

De -250 à -200 Ma SECONDAIRE – Trias

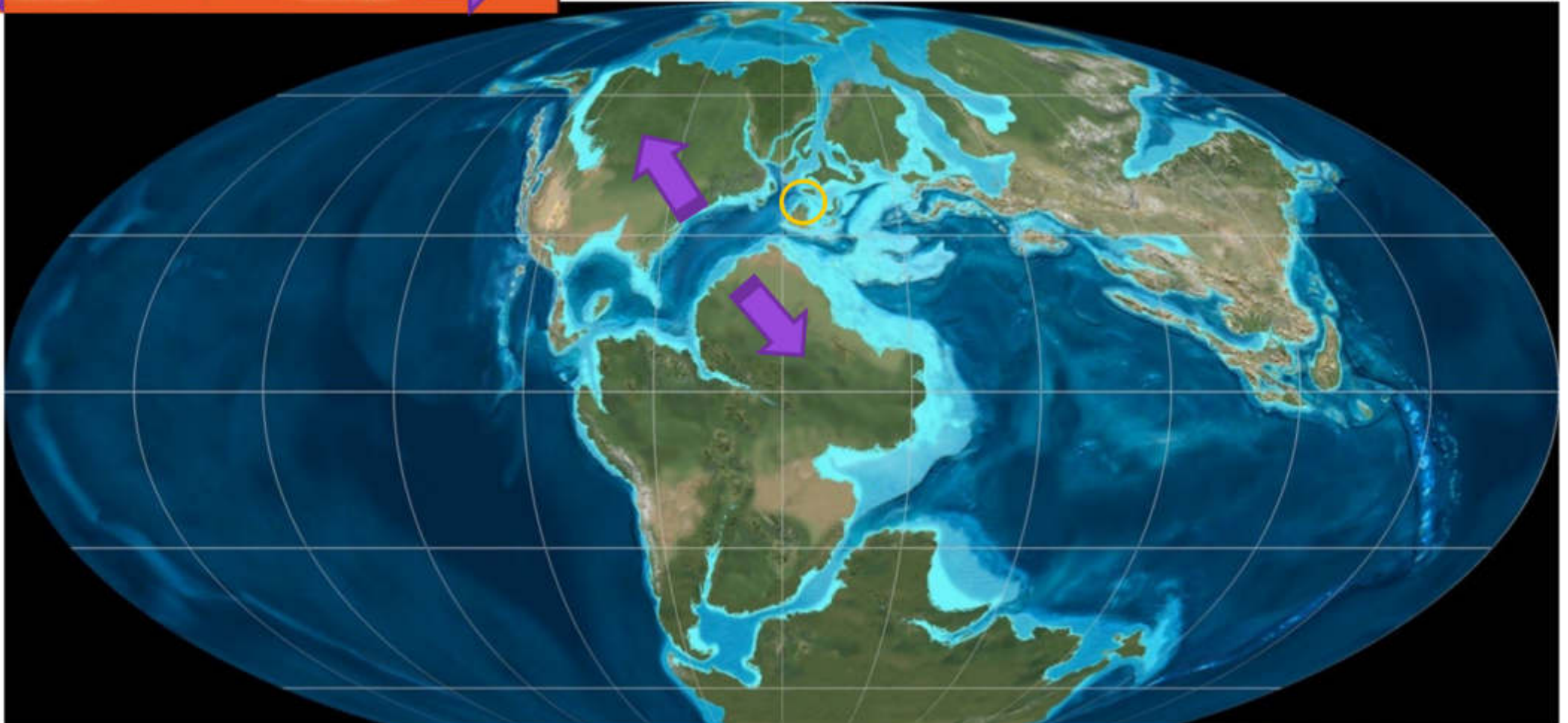


- ▶ Des ophites, des calcaires, des argiles, du sel  
*Excursions GéolVal 2013 2014: Vallon de Bedous*

## ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE



### Sédimentation et ouverture de l'Atlantique central



**-145 Ma** SECONDAIRE – Jurassique

poursuite de l'ouverture de l'Atlantique

- ▶ La mer s'approfondit progressivement; des sédiments calcaires se déposent au fond
- ▶ L'Ibérie est en partie émergée

# ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE

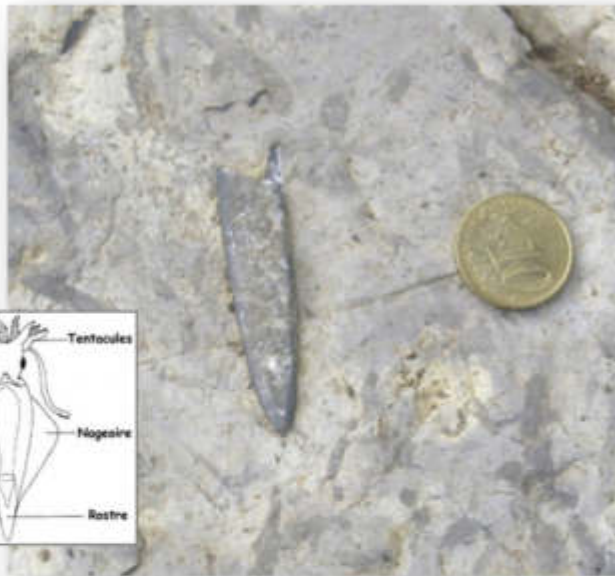
De -200 à -150 Ma SECONDAIRE – Jurassique



Le TRÔNE du ROI vu du col de Launde en automne

# ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE

De -200 à -145 Ma SECONDAIRE – Jurassique



Rostre de Belemnite et Pecten,  
Jurassique inf. (Trône du Roi et Belchou)



Dolomies noires,  
une des roches réservoir des gisements de gaz

- ▶ des calcaires, des argiles,  
des mollusques marins  
des dolomies,

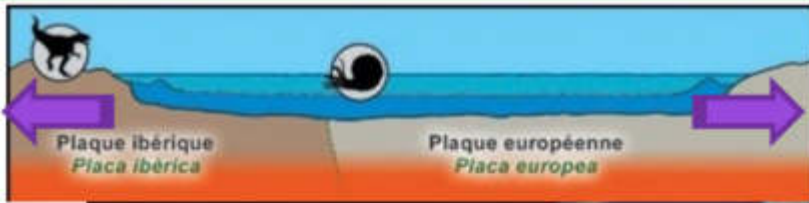
*Excursions GéolVal  
Pic d'Escurets, Mailh Arrouy,  
Pic de Belchou*



Calcaires avec huitres, Jurassique supérieur  
une des roches mère des gisements de gaz

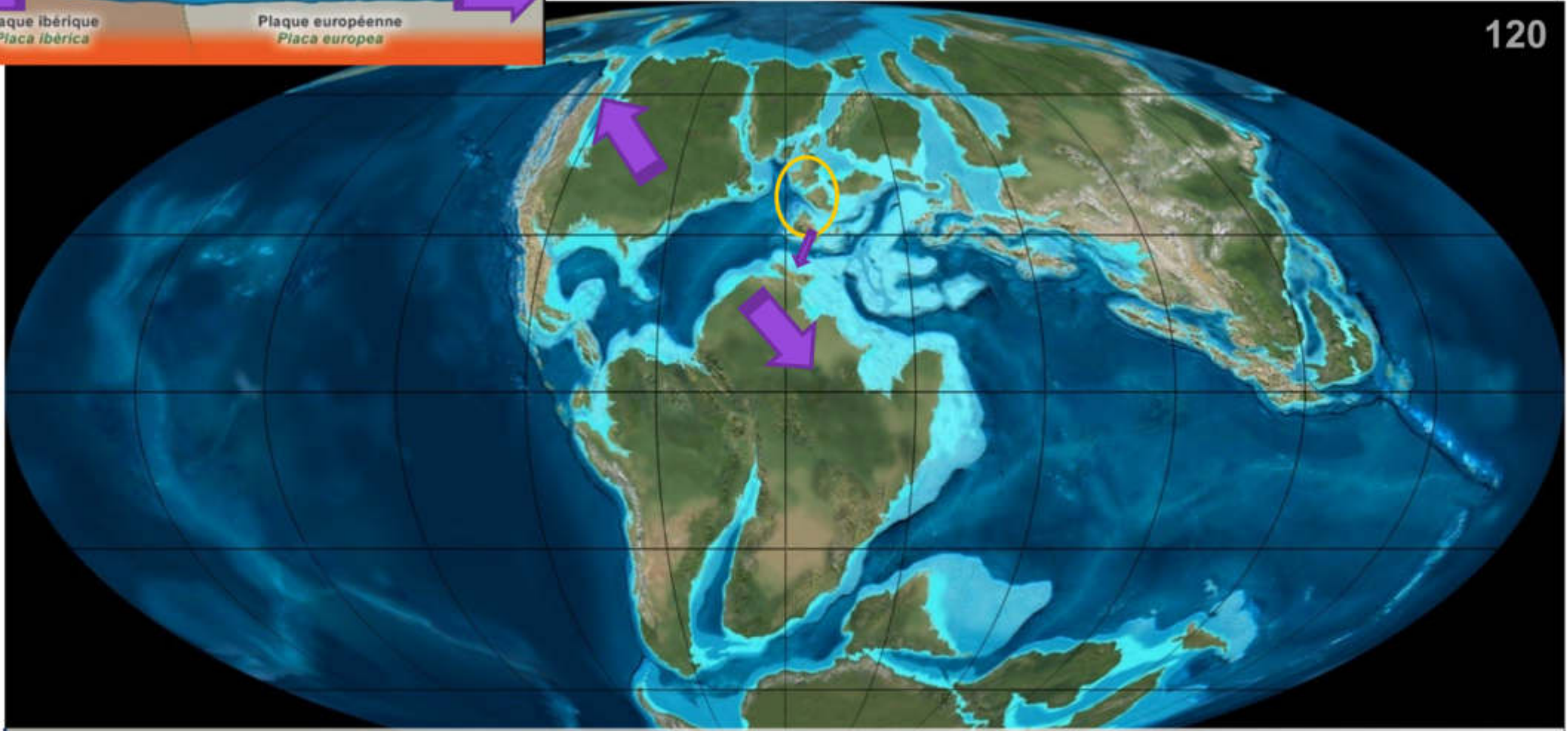


## ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE



### Sédimentation et début d'ouverture de l'Atlantique sud

120



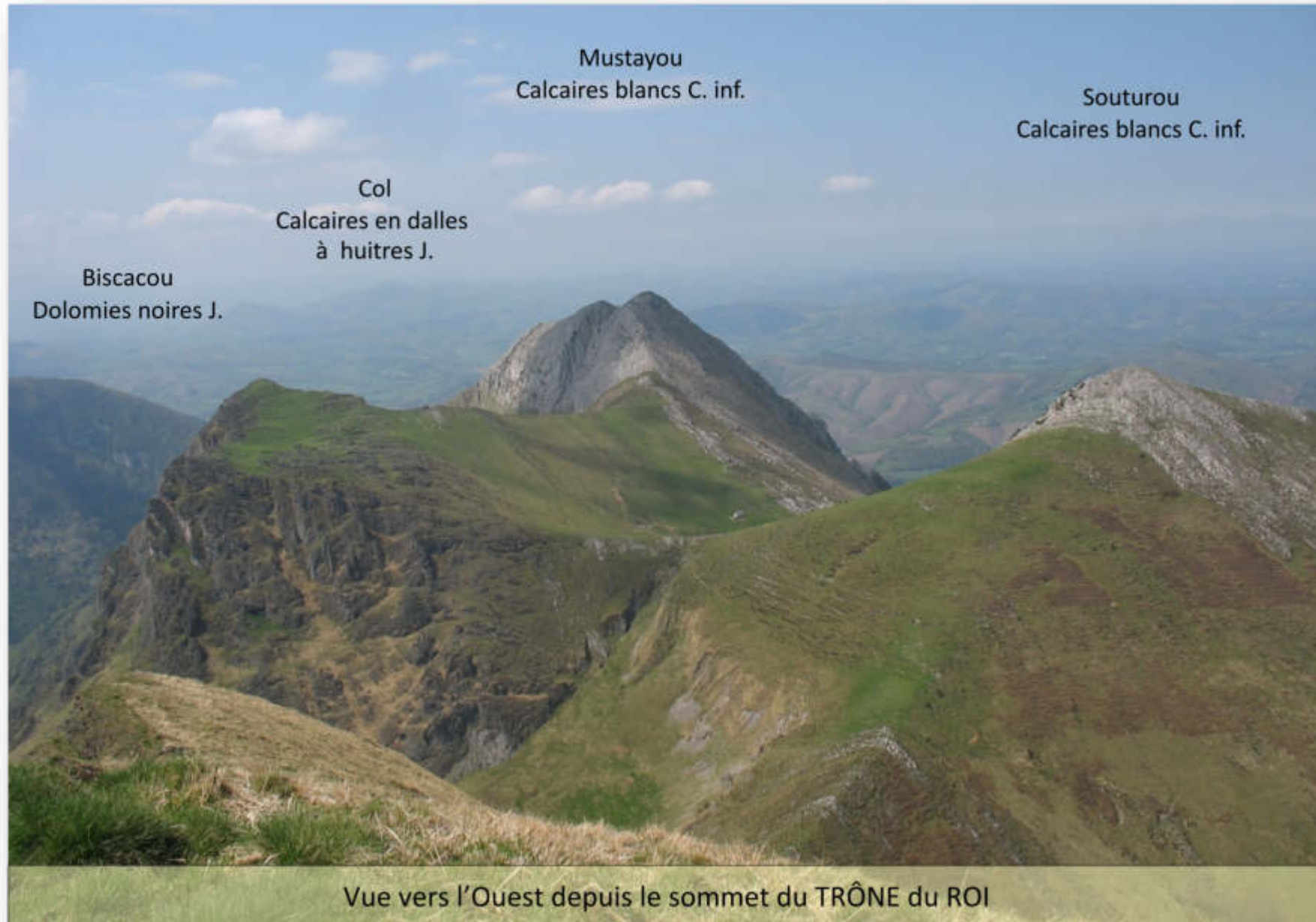
**-120 Ma** SECONDAIRE – Crétacé

poursuite de l'ouverture de l'Atlantique

- ▶ Au Nord, La mer continue de s'approfondir, plus vite qu'avant; des calcaires et une épaisse série argileuse se déposent au fond
- ▶ Au Sud, l'Ibérie est en partie émergée et peuplée de dinosaures

# ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE

De -145 à -100 Ma SECONDAIRE – Crétacé inf.



# ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE

De -145 à -100 Ma SECONDAIRE – Crétacé inf.



Une ammonite dans les calcaires argileux  
« de Ste Suzanne », roche couverture



Coquilles de Rudistes dans les calcaires massifs d'Arudy

- ▶ des calcaires massifs à huitres ( Rudistes)  
des calcaires argileux à Ammonites

*Excursions GéolVal  
Pic d'Escurets, Col d'Andorte*



# ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE

De -145 à -100 Ma SECONDAIRE – Crétacé inf.



Collines en calcaire argileux à Enciso, en Rioja  
le site de Virgen del campo

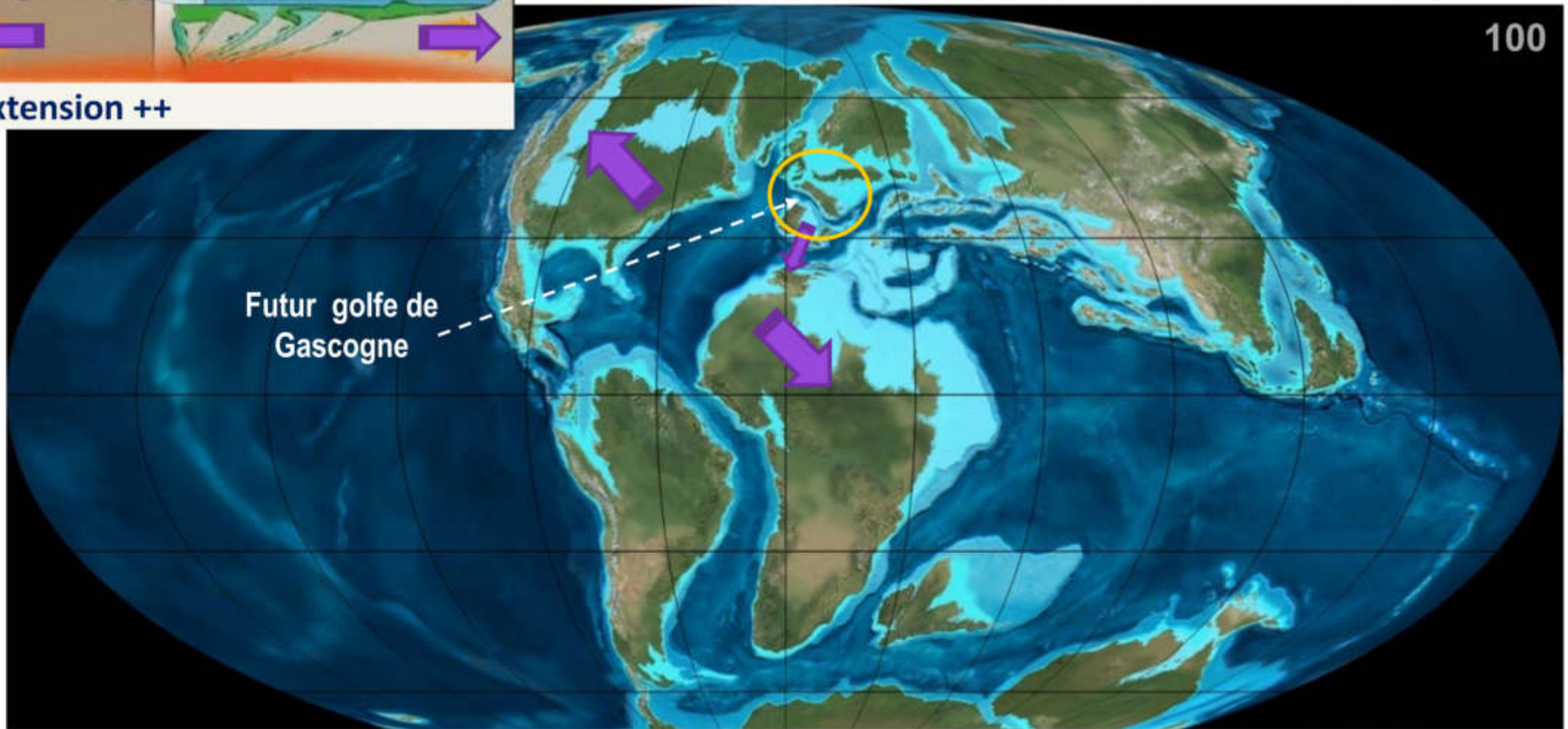
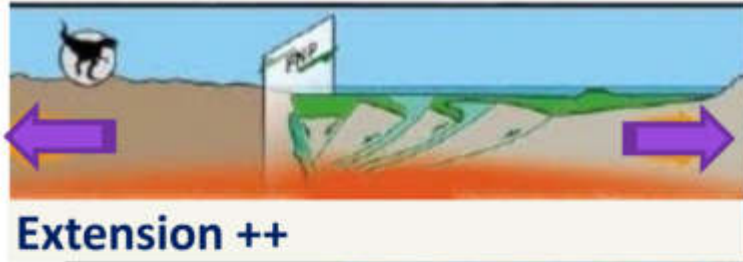


- ▶ Au Sud, un continent en grande partie émergé et des traces de Dinosaures  
*Excursions GéolVal Rioja 2005, 2015*

# ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE

## Sédimentation et poursuite de l'ouverture atlantique

100



**-100 à -80 Ma** SECONDAIRE – Crétacé

- ▶ De très profondes fosses se créent (Basaltes en pillow)
- ▶ Plus de 3 000 m de sédiments argileux s'y accumulent
- ▶ Retour de la mer sur l'Ibérie: calcaires à huîtres et fossiles marins de plate forme

# ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE

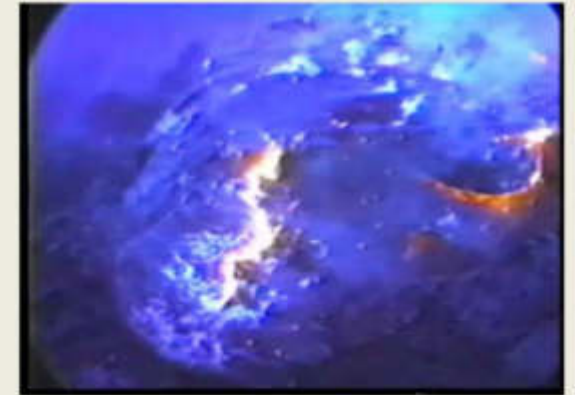
De -110 à -100 Ma SECONDAIRE – Crétacé moyen (albien)



Roches argileuses noires,  
montée ouest vers le col de Marie Blaque



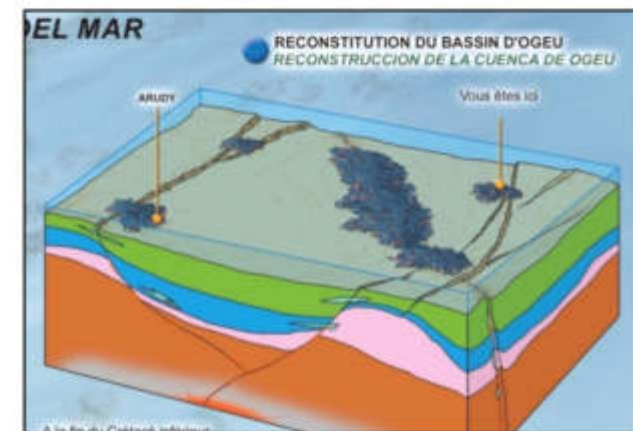
Les basaltes en coussin de Courrège  
(Herrère)



© T. JUTEAUD

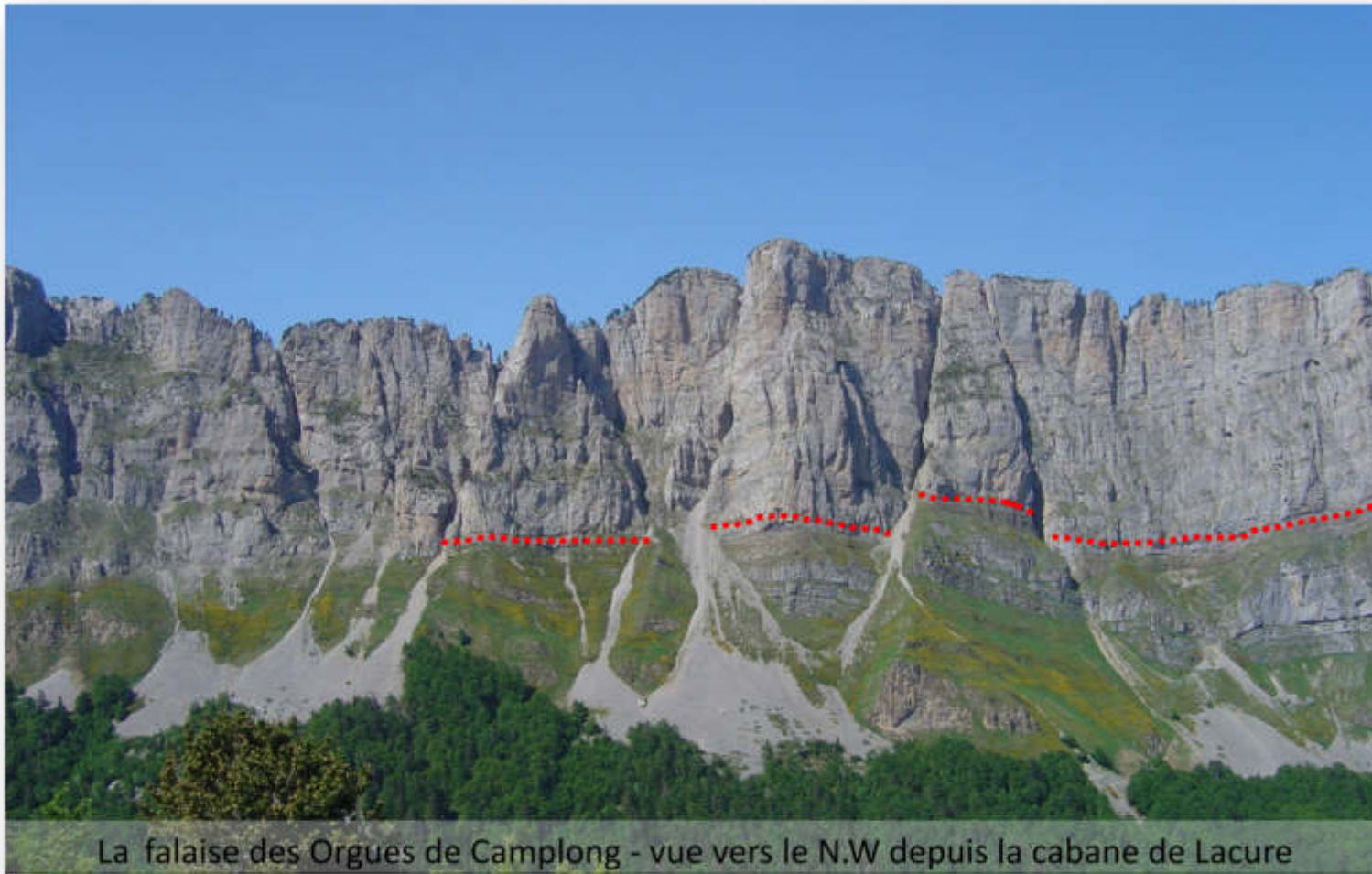
Le même phénomène, actuellement

- ▶ Au Nord, une épaisseur considérable d'argiles riches en matière organique,  
Des roches magmatiques: basalte sous marin, gabbros  
*Excursions GéolVal Pic d'Escurets, col d'Et*



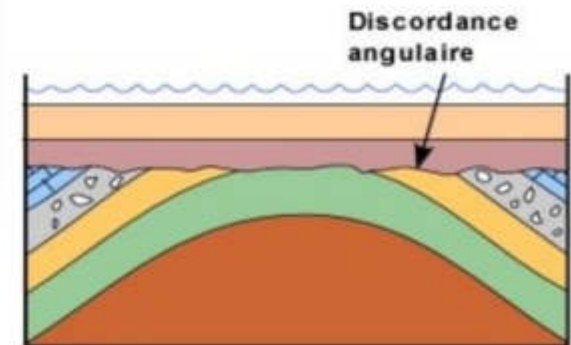
# ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE

De -100 Ma à -65 Ma SECONDAIRE – Crétacé sup.



calcaires  
du Crétacé supérieur  
- 100 à -80 Ma

les formations  
du Primaire plissées  
-380 Ma



© université de Laval, Québec

- ▶ Au Sud, des calcaires massifs à fossiles marins (calcaires des canyons) **en discordance** sur les Pyrénées ancestrales érodées

# LES PYRÉNÉES, UNE ÉPOPÉE EN PLUSIEURS ACTES...

Prologue – Comment les montagnes se forment-elles ?

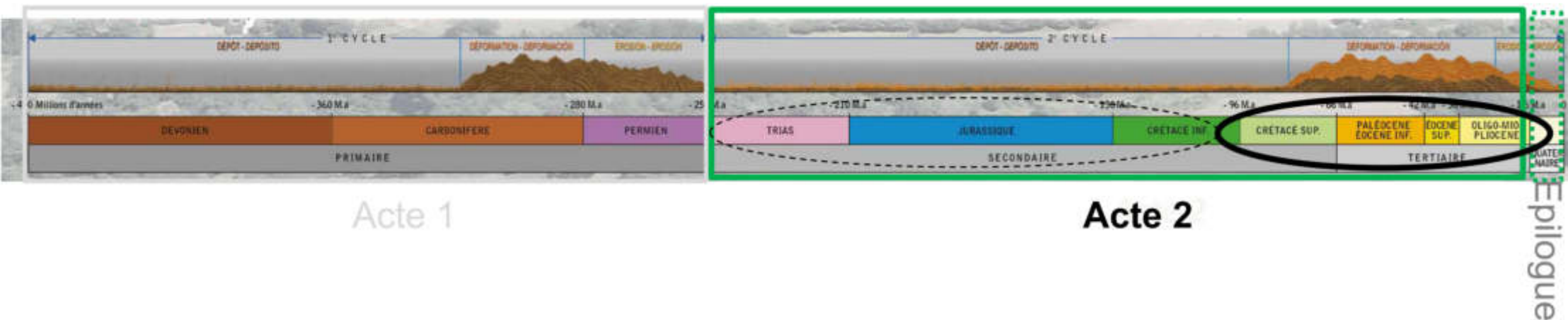
*Acte 1 – Les Pyrénées ancestrales : une montagne disparue*

**Acte 2 – Les Pyrénées actuelles: une montagne active**

*Scène 1 – Sédimentation (dépôt) puis déformation (extension)*

**Scène 2 – Déformation (compression) puis érosion**

*Epilogue – Le basculement du climat : le relief actuel des Pyrénées*



Acte 1

Acte 2

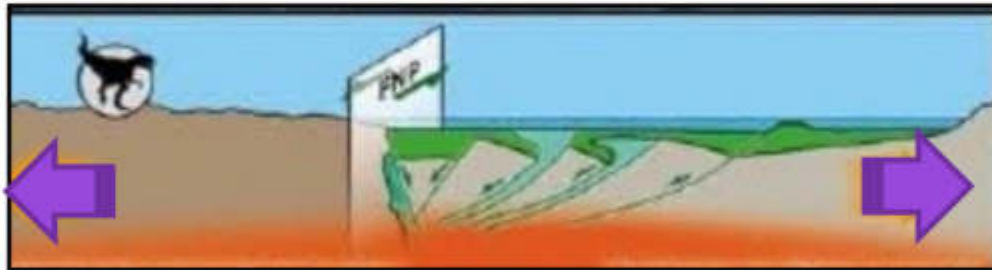
Epilogue



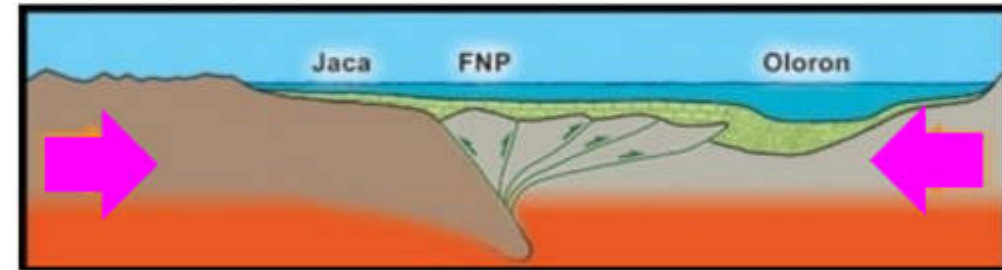
# ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE

Il y a environ 80 millions d'années, la dynamique des plaques change. L'Ibérie, jusque là éloignée de l'Europe, amorce un mouvement vers le nord, vient la percuter puis s'enfoncer sous cette dernière. C'est la formation de la chaîne des Pyrénées qui peu à peu s'élève dans le paysage.

Scène 1 – SÉDIMENTATION et EXTENSION

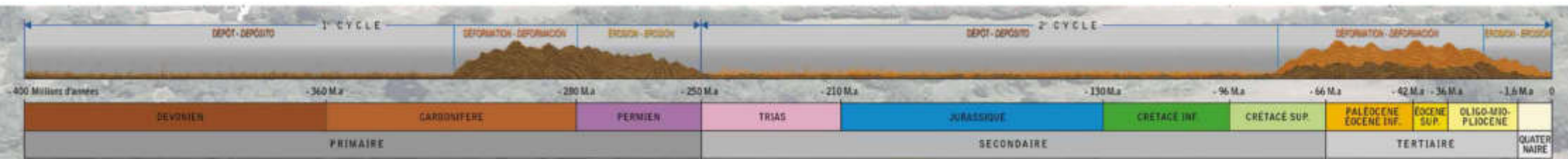


Scène 2 – COMPRESSION puis ÉROSION



de -250 à -80 Ma:  
Extension

À partir de -80 Ma:  
Compression

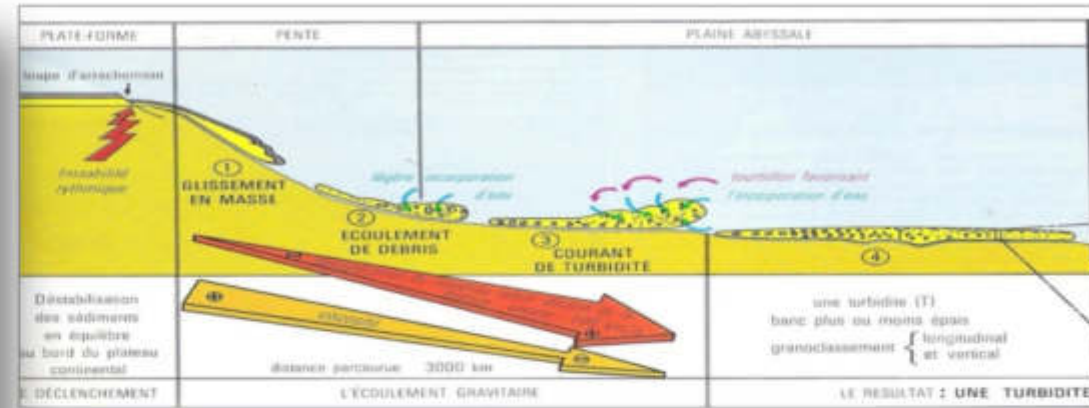


Acte 1

Acte 2

# ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE

De -80 Ma à -65 Ma SECONDAIRE – Crétacé sup.

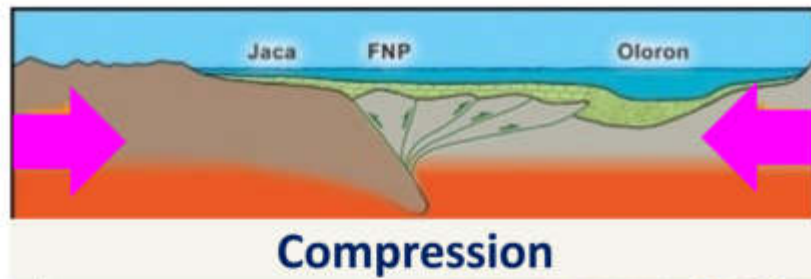


► Les mêmes phénomènes, et les mêmes objets actuellement



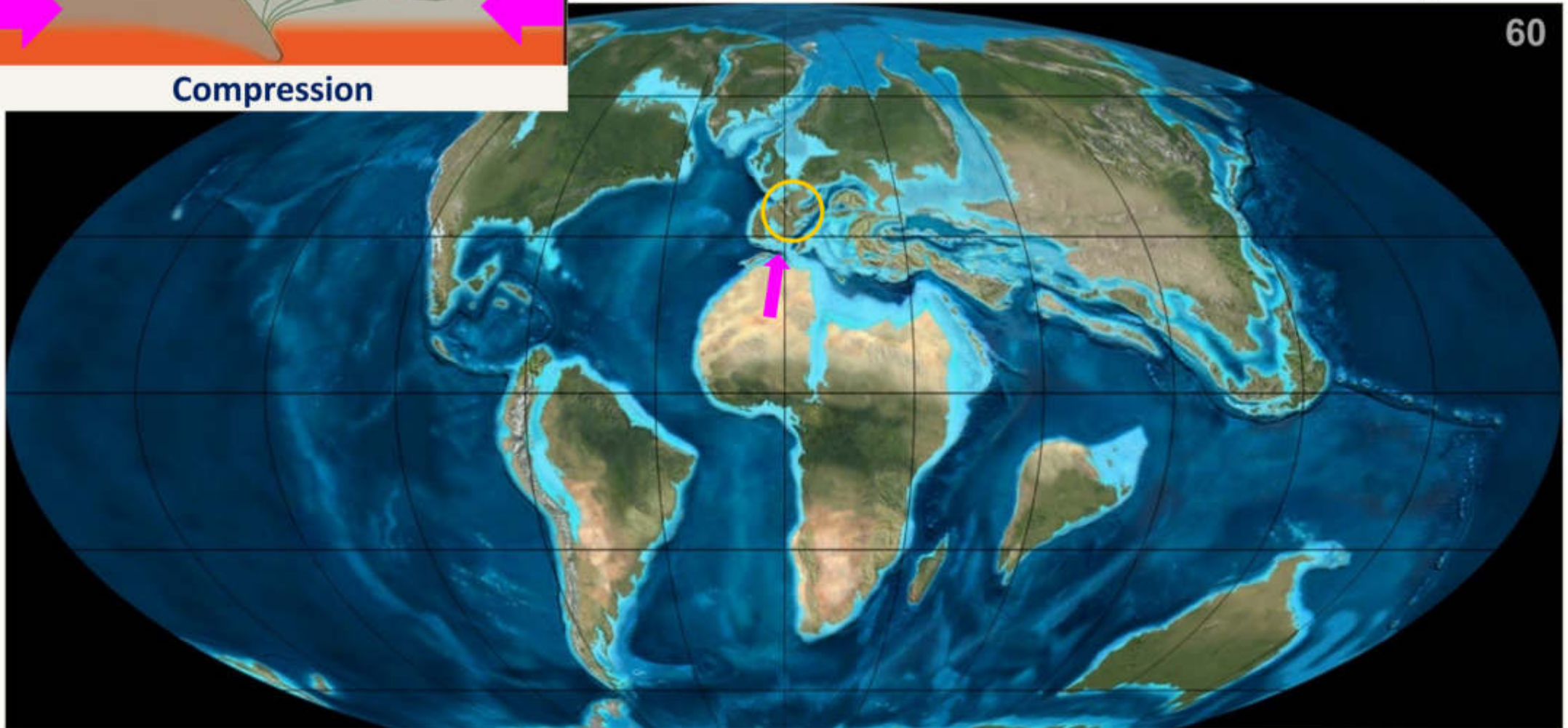
► Au Nord, des **turbidites**, résultat d'avalanches sous marines = Premiers indices de compression:

## ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE



L'ouverture de l'Atlantique sud provoque la remontée de l'Afrique vers le Nord et donc de l'Ibérie vers l'Europe !

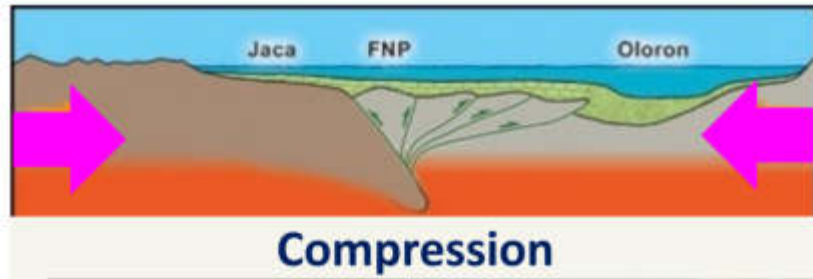
60



-60 Ma Tertiaire – Paléocène

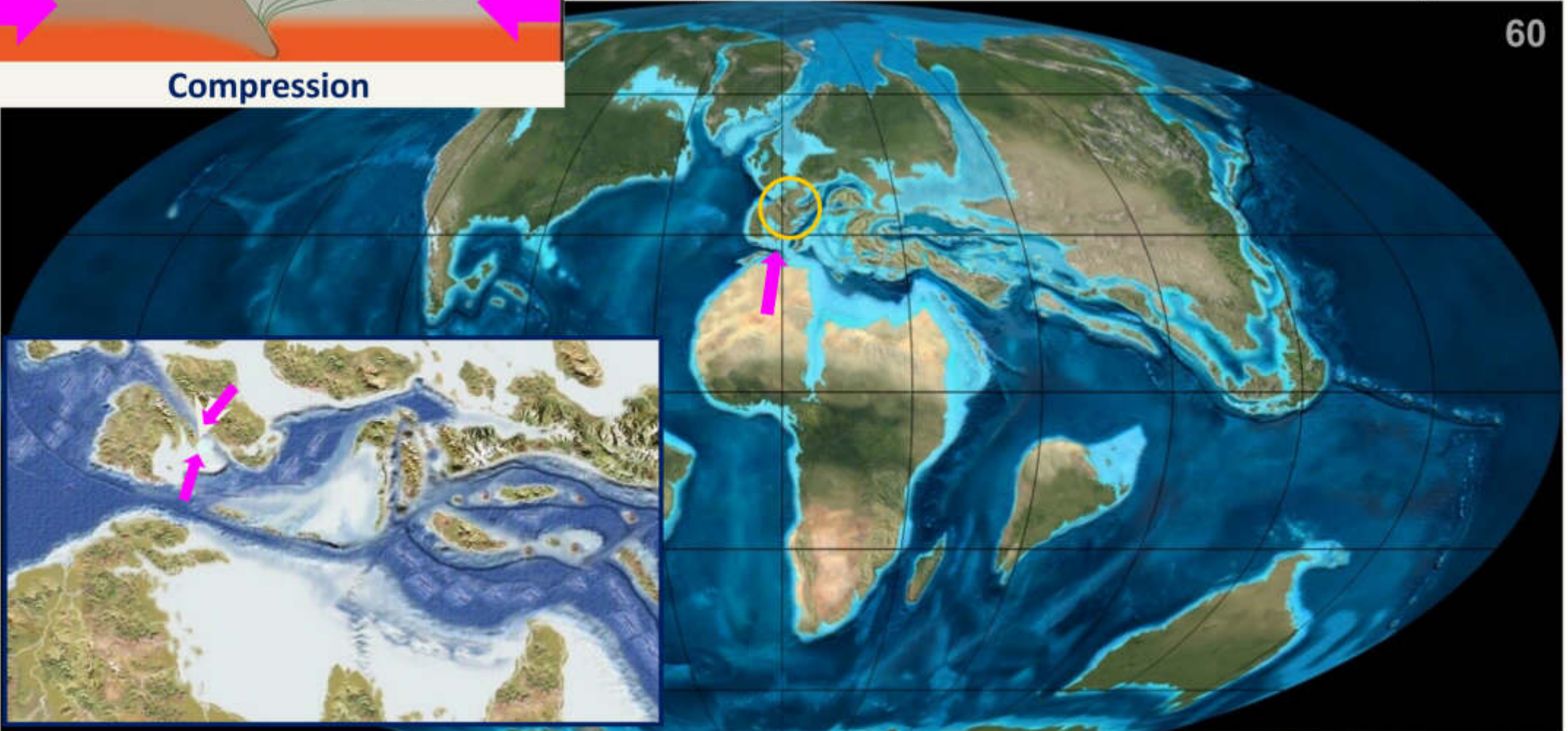
ouverture de l'Atlantique / remontée de l'Afrique vers le Nord

# ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE



L'ouverture de l'Atlantique sud provoque la remontée de l'Afrique vers le Nord et donc de l'Ibérie vers l'Europe !

60

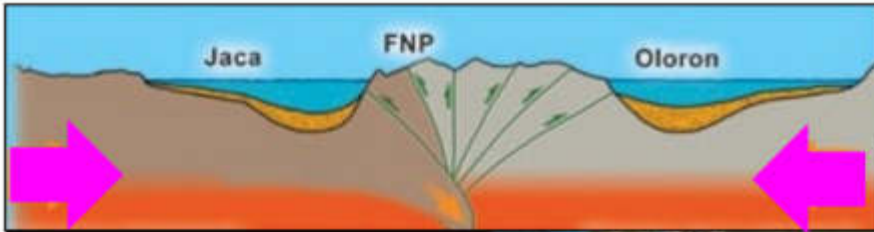


-60 Ma Tertiaire – Paléocène

ouverture de l'Atlantique / remontée de l'Afrique vers le Nord

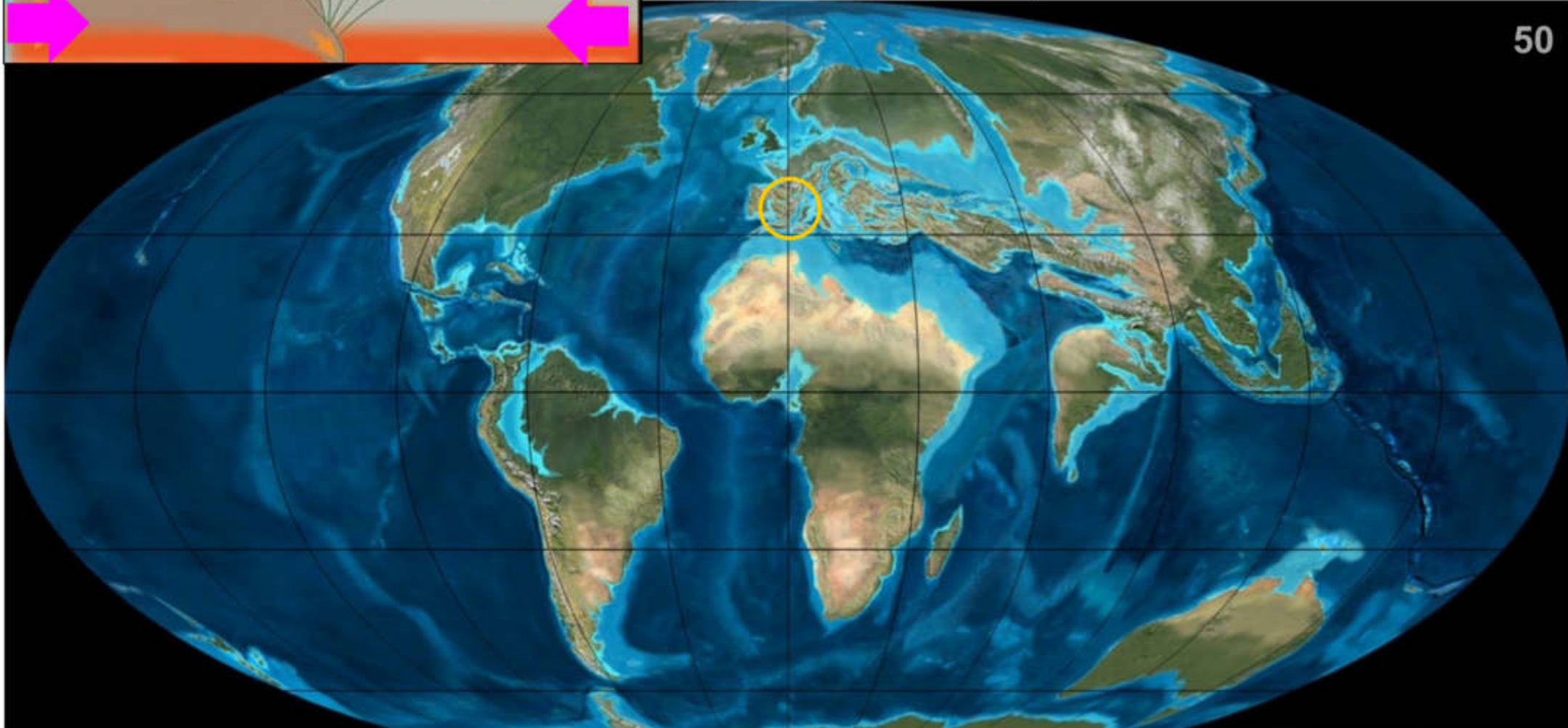
- ▶ Premier choc entre Ibérie et Europe
- ▶ Chevauchements
- ▶ Dépôt d'une quantité considérable de sédiments détritiques marins: les turbidites

## ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE



**l'Atlantique poursuit son ouverture  
remontées de l'Afrique et de l'Inde vers le Nord**

50

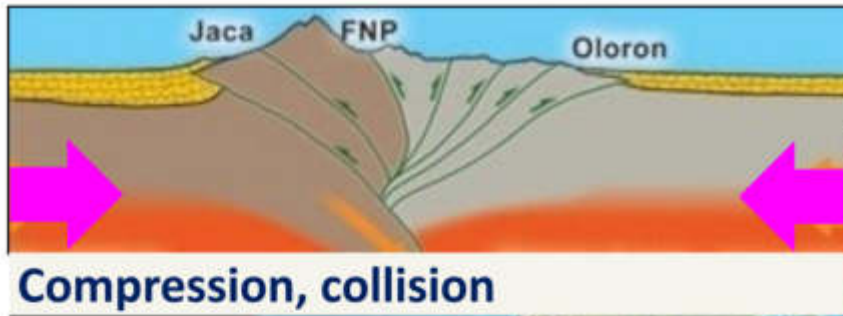


**- 50 Ma** Tertiaire – Eocène

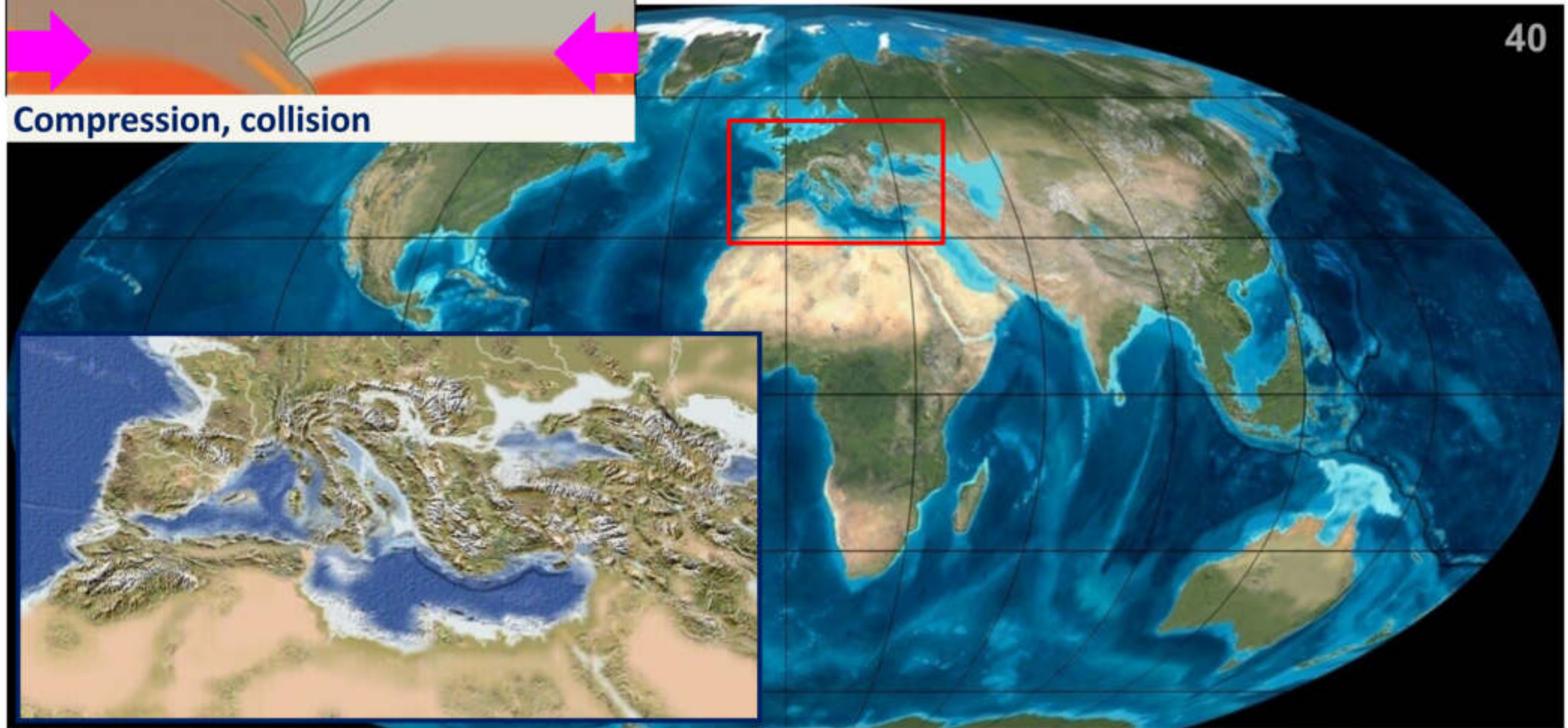
ouverture de l'Atlantique / remontée de l'Afrique et de l'Inde vers le Nord

- ▶ Poursuite de la compression entre Ibérie et Europe
- ▶ Remplissages de bassins à turbidites au Sud comme au Nord
- ▶ Émersion d'une zone centrale et début d'érosion

# ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE



érosion



- 40 Ma Tertiaire – Eocène

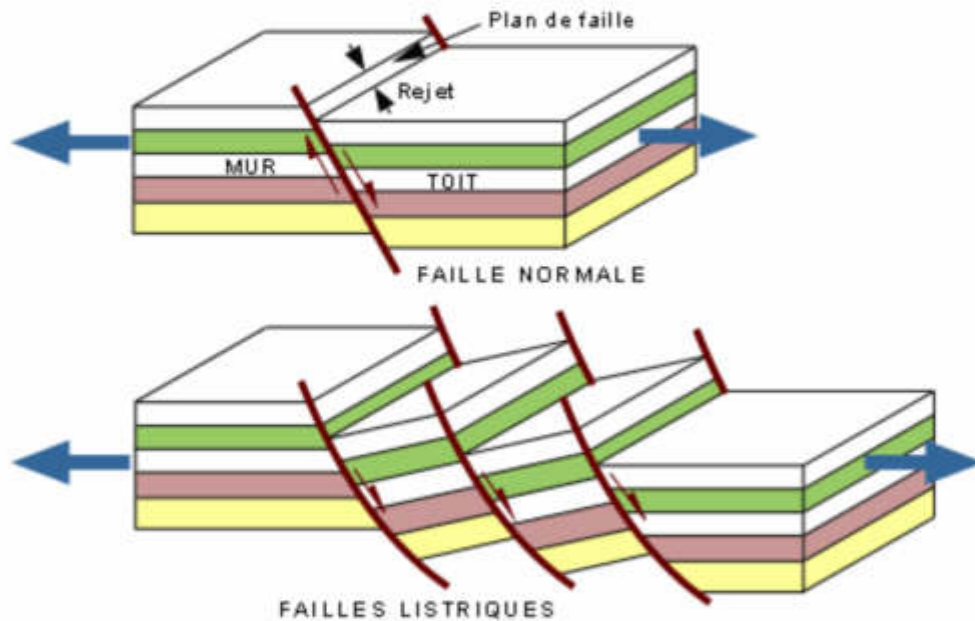
ouverture de l'Atlantique / fermeture de la Méditerranée

- ▶ Vers -40 Ma, au **Nord** de la chaîne la déformation s'atténue, puis s'arrête
- ▶ La déformation se poursuit au Sud

# ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE

## Scène 1 – Régime extensif: EXTENSION

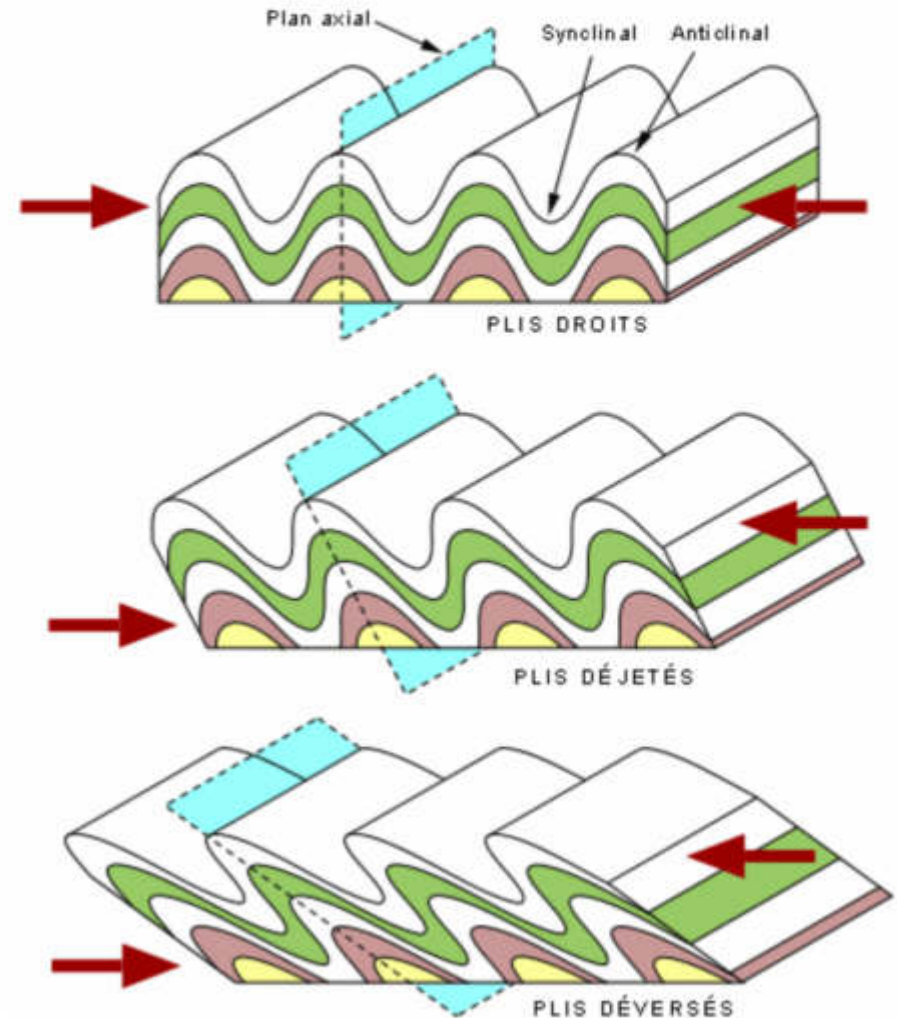
- Création de bassins et de fosses
- Amincissement - Allongement



Images:© université de Laval, Québec

## Scène 2 – Régime compressif: COMPRESSION

- Création de plis et de chevauchements
- Epaissement - Raccourcissement



## ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE

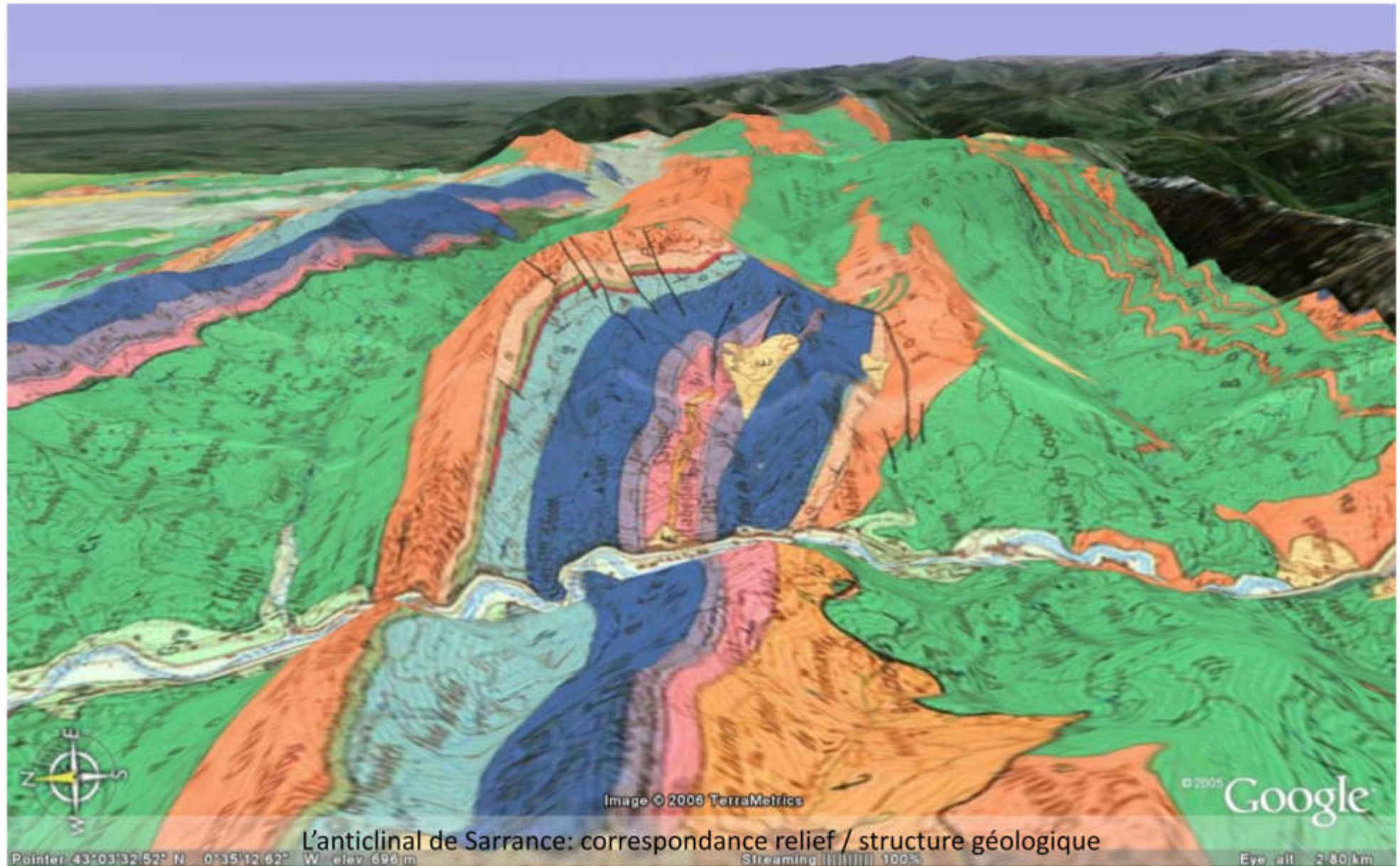
La compression génère des plis





# ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE

La compression génère des plis



# ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE

La compression génère des plis

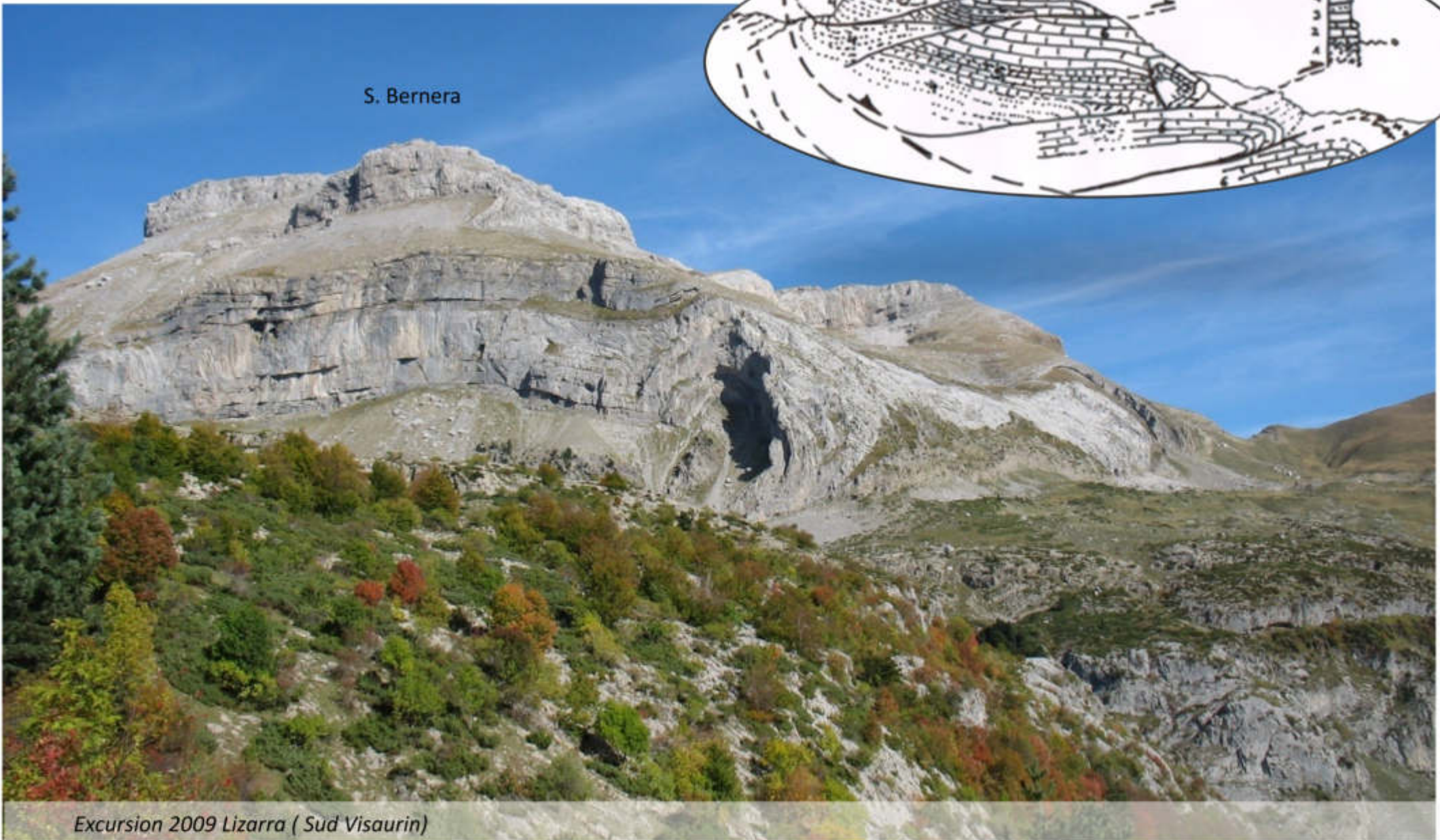


► des plis à différentes échelles



# ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE

La compression génère des plis



Excursion 2009 Lizarra ( Sud Visaurin)

# ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE

## La compression génère des plis

- ▶ Des plis et des chevauchements  
*Excursion GéolVal Pierre St Martin 2006*



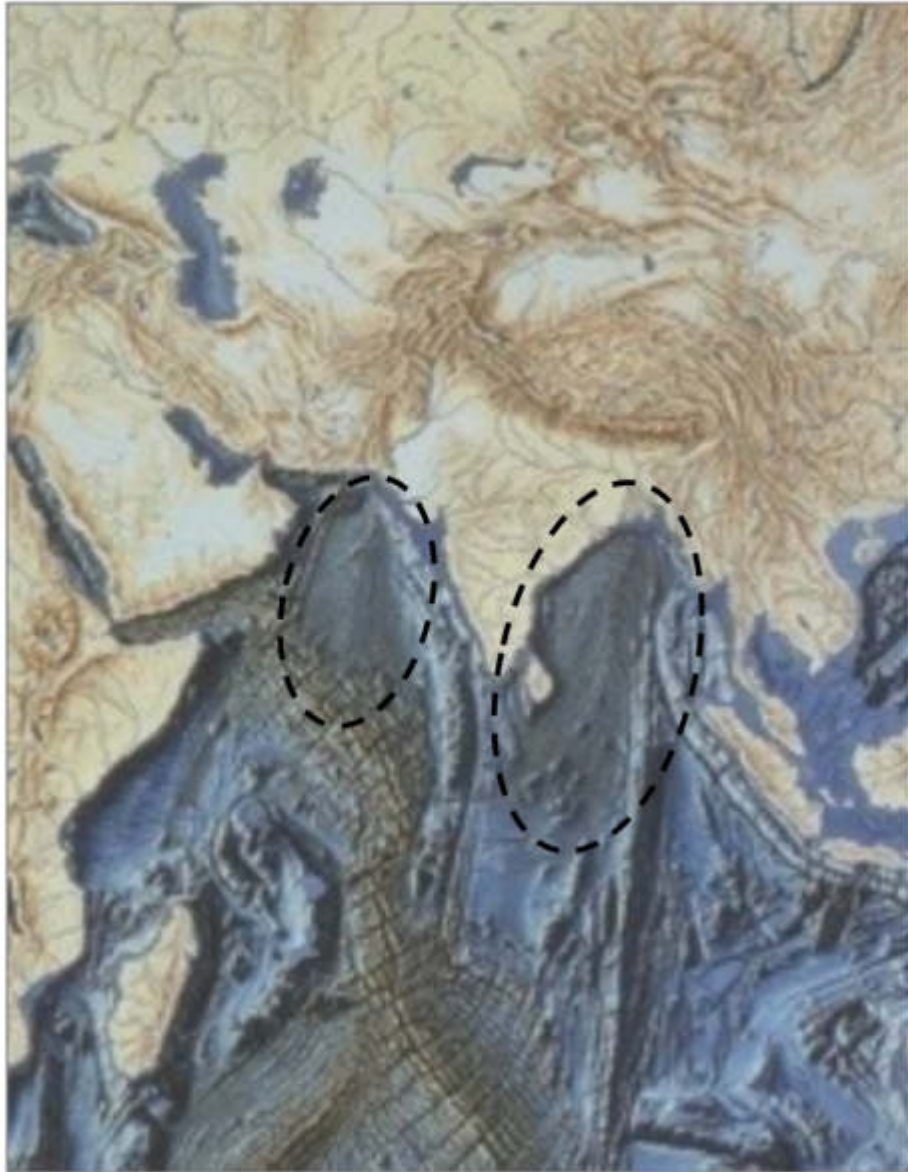


Structure anticlinale  
des Pyrénées :  
modélisation papier  
improvisée sur le terrain

Photo: René Bougues



La compression génère des sédiments



Eventails détritiques profonds de part et d'autre de l'Inde

érosion



Cônes d'éboulis actuels au pied du Castillo de Acher

- ▶ Des sédiments détritiques sous marins
- Des sédiments détritiques continentaux

De -34 à -23 Ma TERTIAIRE – Oligocène

érosion

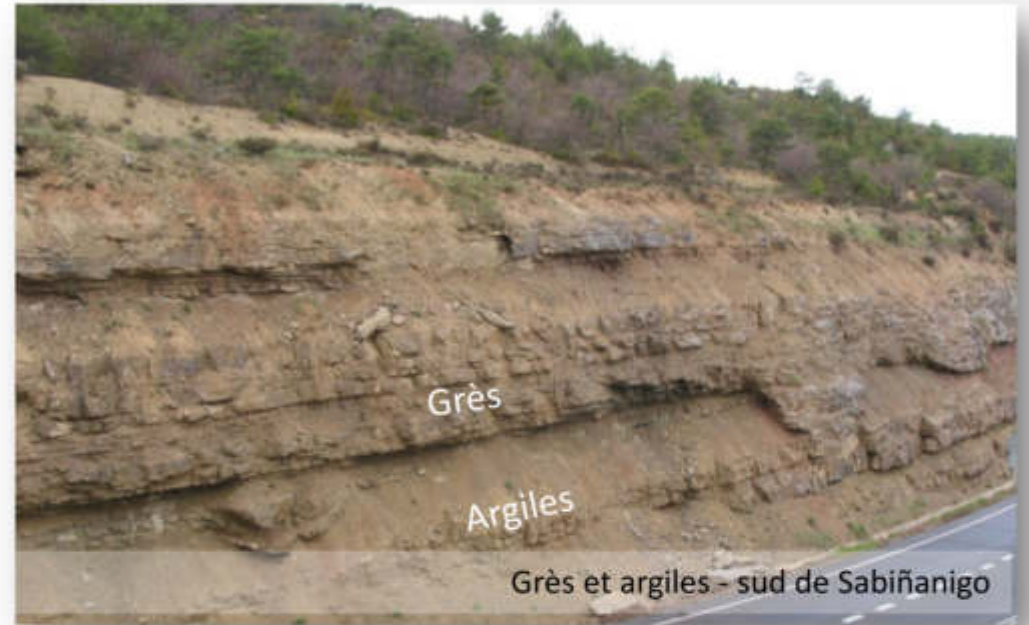


- ▶ La Peña de Oroel, une falaise de conglomérats



# ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE

De -34 à - 23 Ma TERTIAIRE – Oligocène

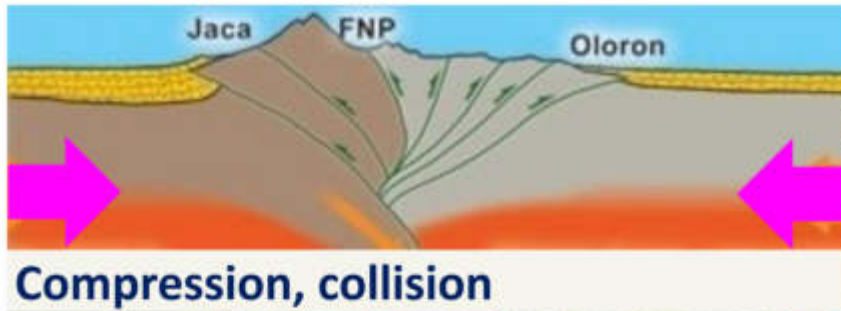


- ▶ Une épaisseur considérable de roches détritiques continentales fluviales

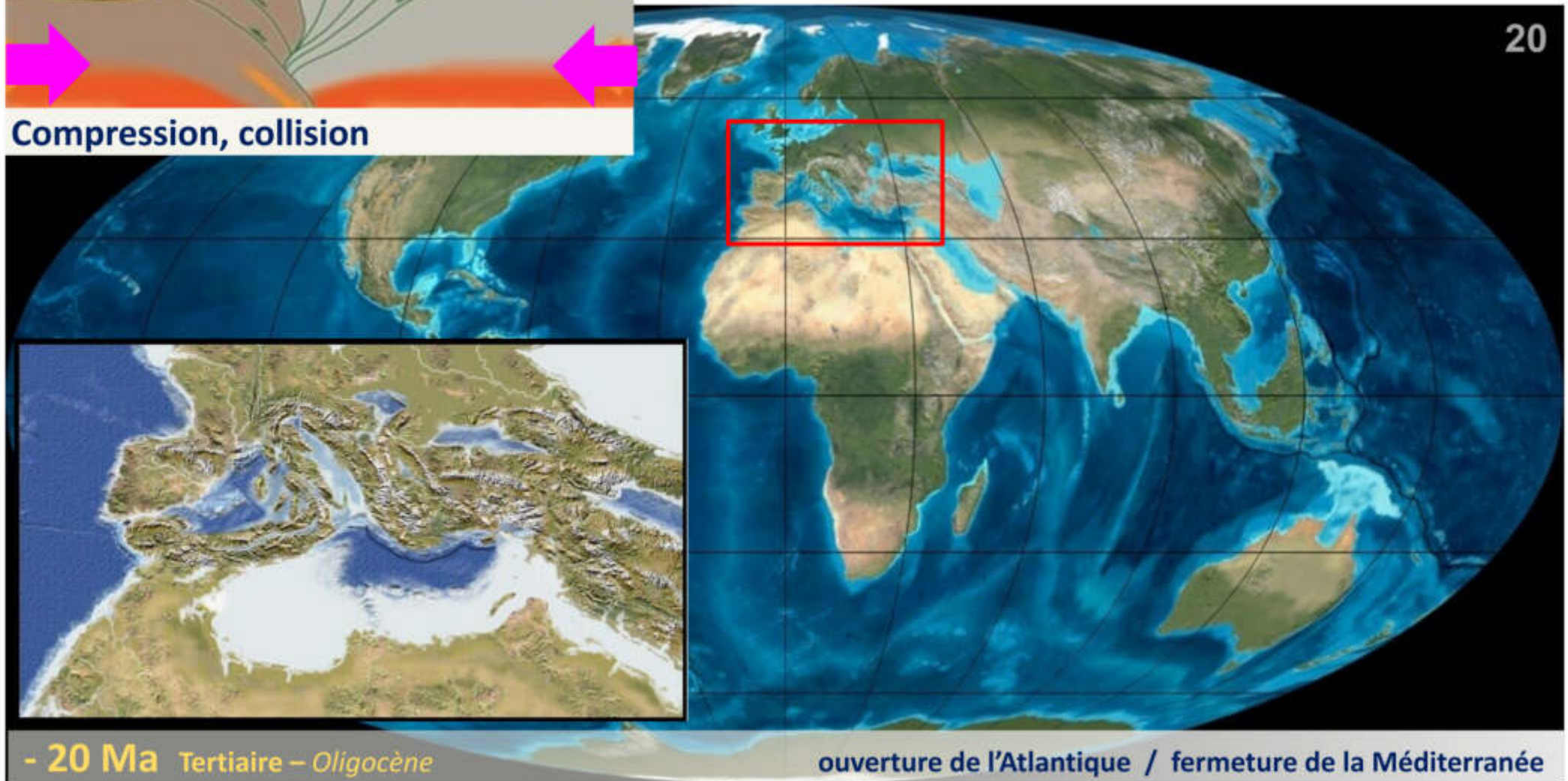


*Le même phénomène et les mêmes objets actuellement*

# ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE



## Déformation et érosion



- ▶ Retrait de la mer, dépôt de conglomérats provenant de l'érosion de part et d'autre des reliefs en voie de surrection.
- ▶ Blocage de la déformation au N. et poursuite au S.

## ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE

De - 13 à -2 Ma Tertiaire — Miocène - Pliocène



- ▶ Conglomérats des Mallos de Riglos (Aragon) déposés dans des méga chenaux de rivières démantèlement de la chaîne des Pyrénées

# ACTE 2 : LES PYRÉNÉES ACTUELLES: UNE MONTAGNE ACTIVE

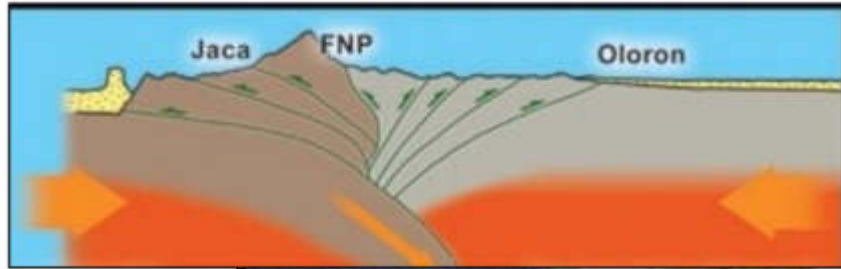
De - 13 à -2 Ma Tertiaire — Miocène - Pliocène

-5 M.a.

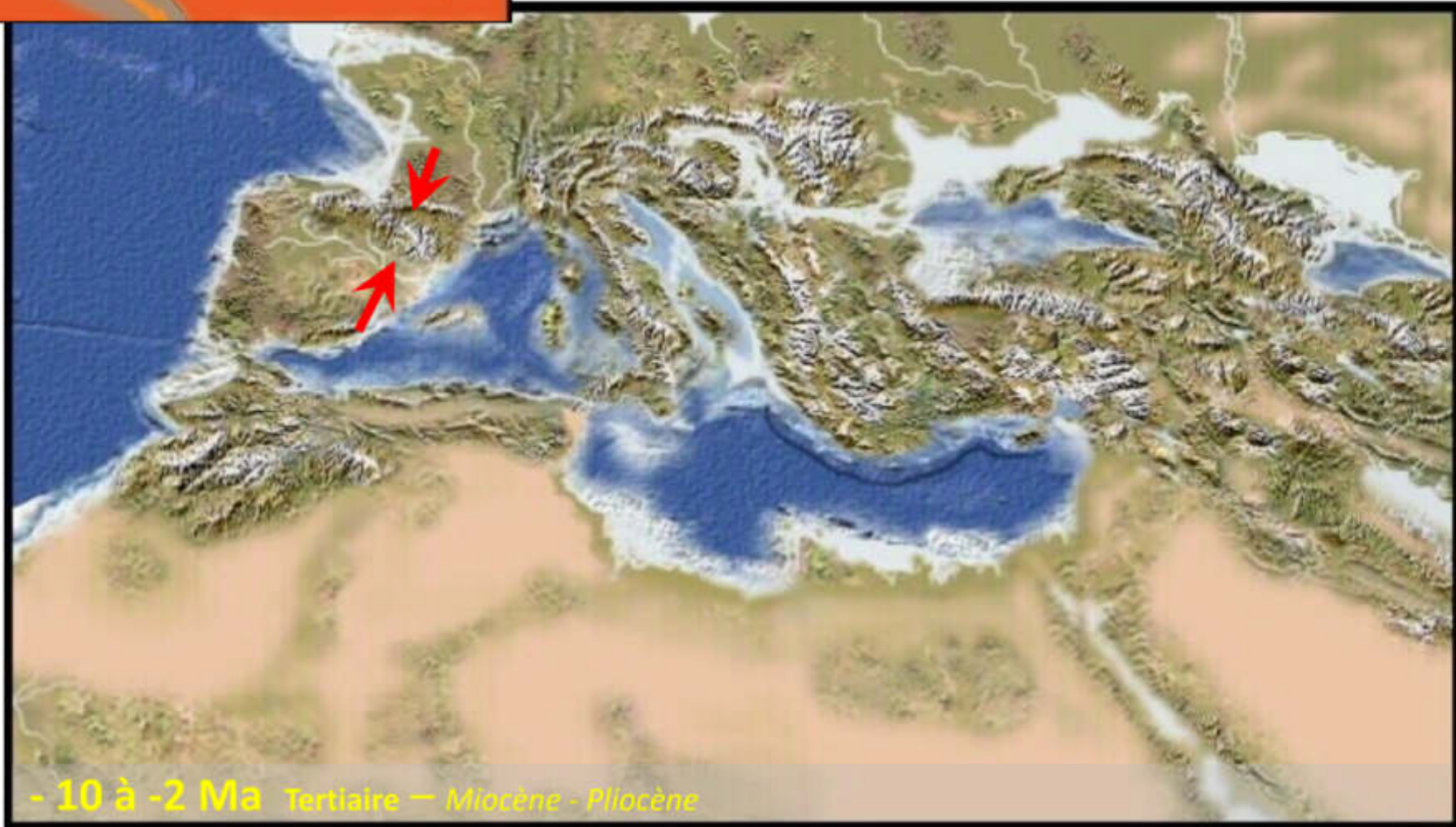


- ▶ Sables fauves et argiles à galets : un immense épandage de sables et galets
- ▶ résultat de l'érosion des Pyrénées sous un climat chaud et plus ou moins humide

-13 M.a.



## Érosion



- 10 à -2 Ma Tertiaire — *Miocène - Pliocène*

- ▶ Poursuite de la déformation au **Sud** ...
- ▶ ... puis : blocage et scellement des chevauchements par des dépôts fluviatiles

# LES PYRÉNÉES, UNE ÉPOPÉE EN PLUSIEURS ACTES...

*Prologue – Comment les montagnes se forment-elles ?*

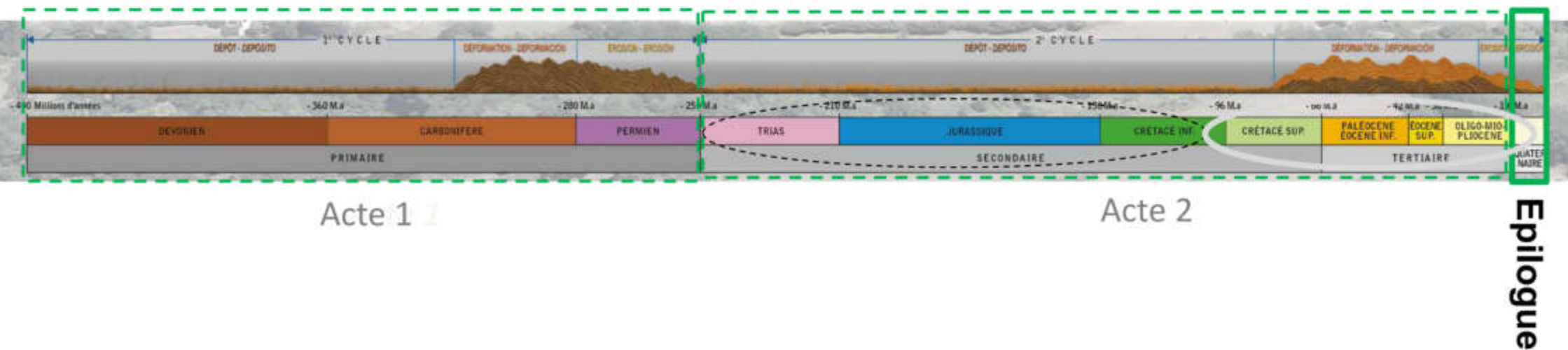
*Acte 1 – Les Pyrénées ancestrales : une montagne disparue*

*Acte 2 – Les Pyrénées actuelles: une montagne active*

*Scène 1 - La cordillère érodée sous la mer: extension*

*Scène 2 – Emergence et érosion des Pyrénées: compression*

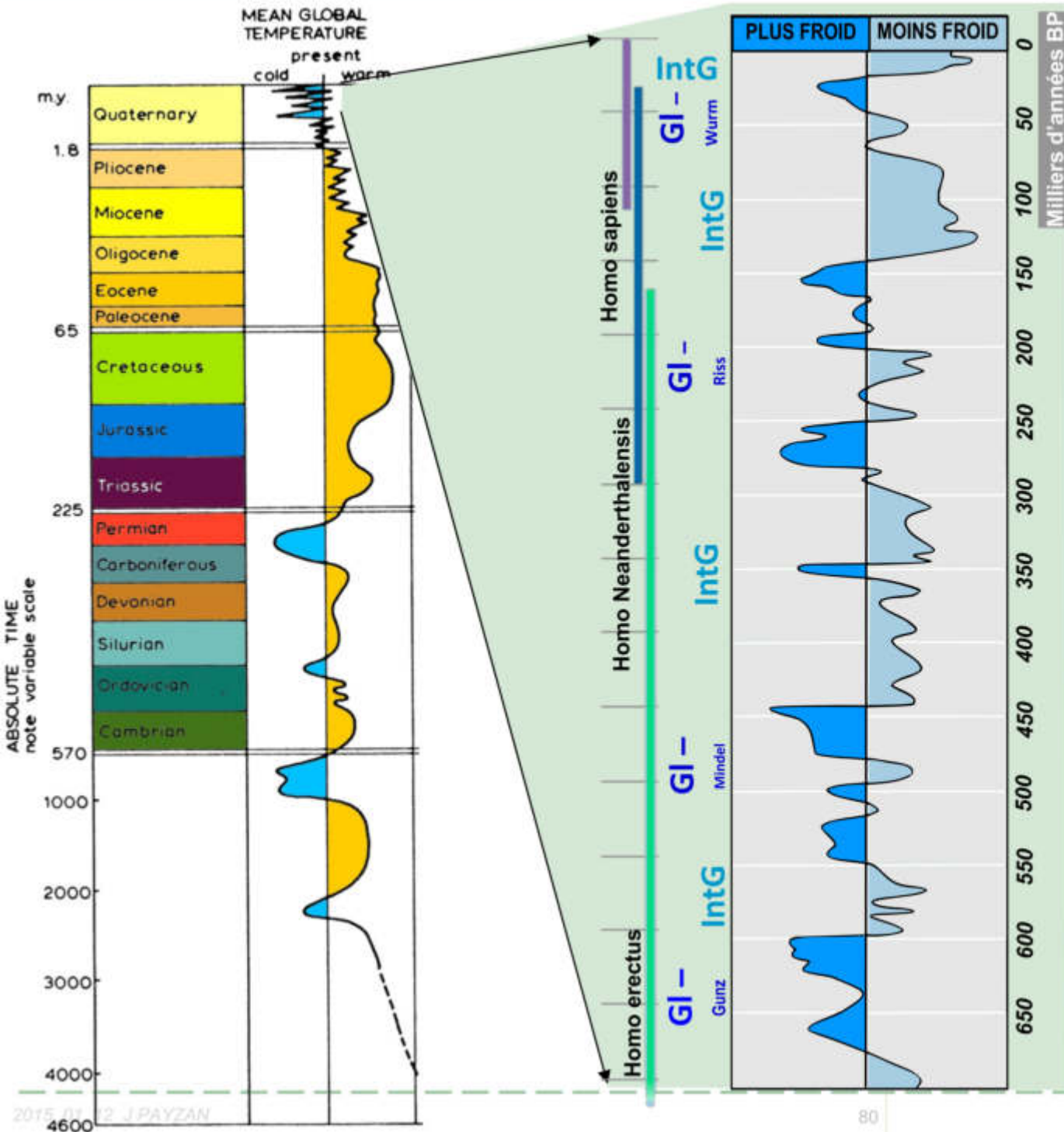
**Epilogue – Le basculement du climat : le relief actuel des Pyrénées**





L'ambiance en Aquitaine entre -13 et -2 MA : paysage actuel du N. du Pérou : climat chaud, sols « rouges »

# EPILOGUE – LE BASCULEMENT DU CLIMAT, LES PYRÉNÉES ACTUELLES



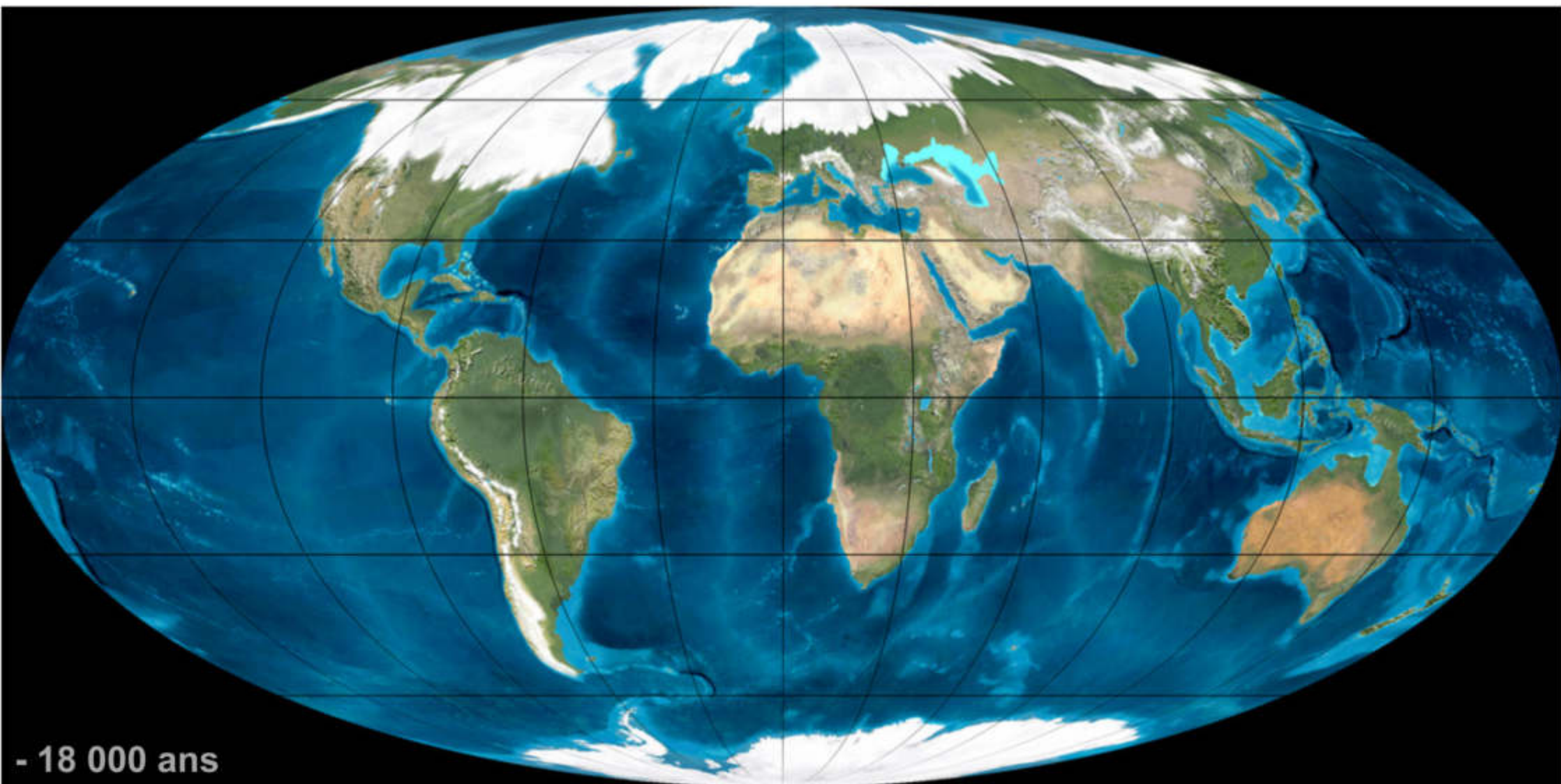
**Le début de l'Ère Quaternaire est marqué par l'entrée en PERIODE GLACIAIRE.**

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

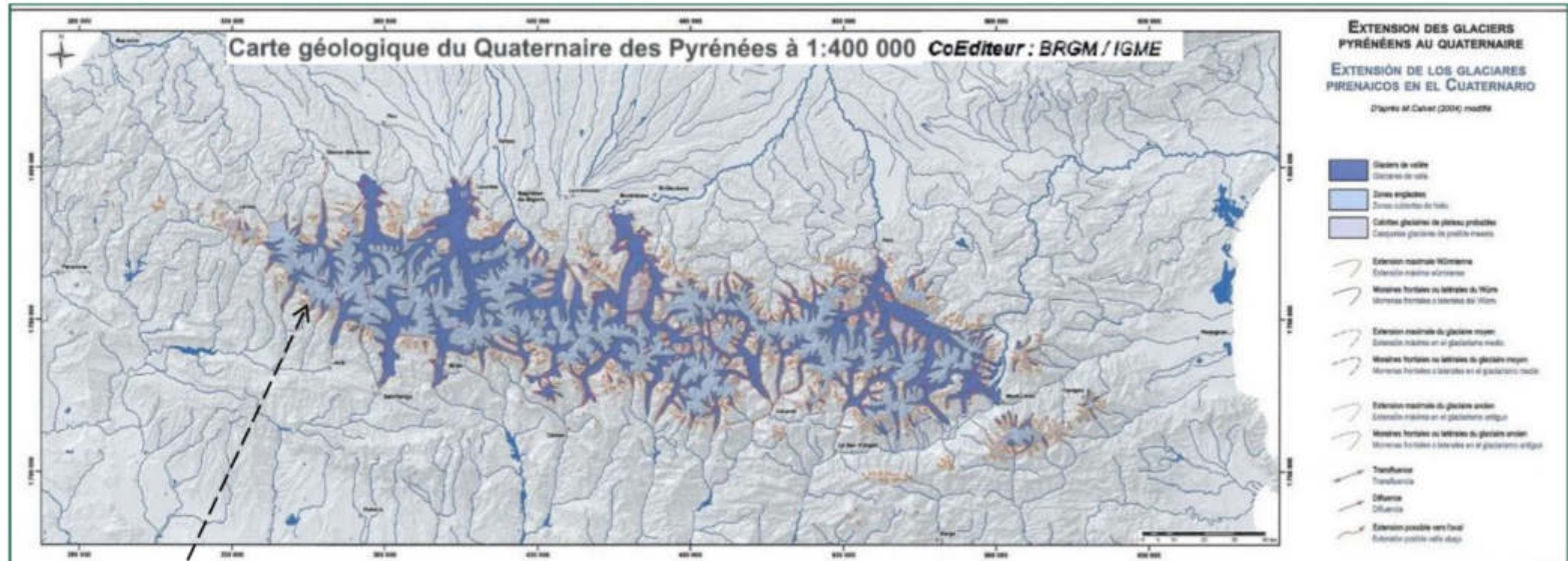
**Ecart ligne de rivage ≈ 120 m**  
**Glaciaire = Bas niveau marin**  
**Ecart de température: 5°C**

**Il y a environ 10.000 ans, a débuté l'Interglaciaire dans lequel nous nous trouvons actuellement.**





- ▶ Deux calottes glaciaires : arctique et antarctique
- ▶ Bas niveau marin
- ▶ Continents englacés : essentiellement hémisphère Nord



Extension des glaciers pyrénéens il y a environ 20 000 ans

# EPILOGUE – LE BASCULEMENT DU CLIMAT, LES PYRÉNÉES ACTUELLES

Il y a  
18 000  
ans!

*180 siècles*

*ou 600  
générations..  
si 33 ans/  
génération*

Carte du Fleuve  
Manche

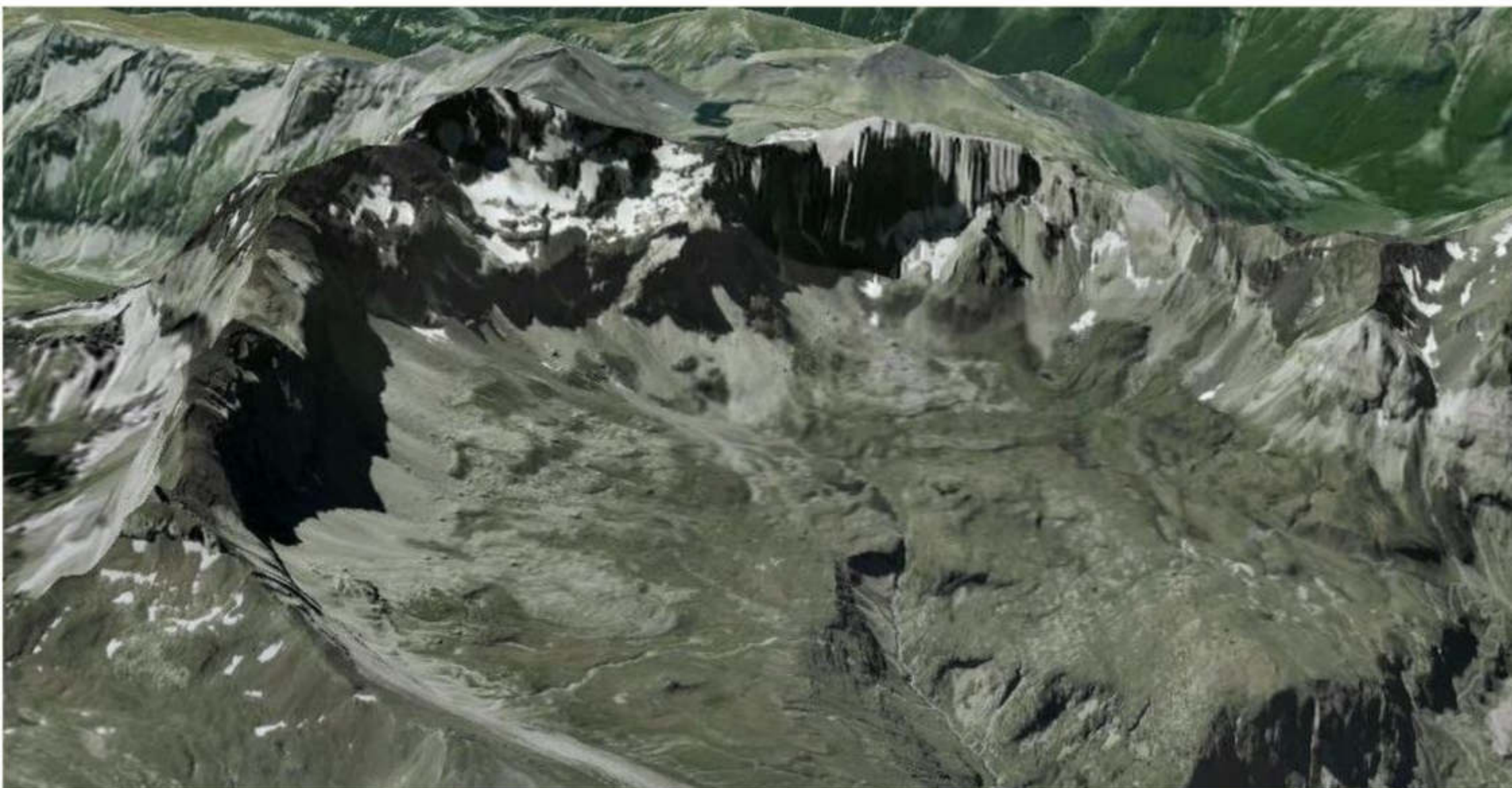
*Source:  
Sébastien  
Zaragosi  
Laboratoire  
EPOC Université  
de Bordeaux*

## EPILOGUE – LE BASCULEMENT DU CLIMAT, LES PYRÉNÉES ACTUELLES



L'ambiance à Oloron entre -100.000 ans et -20.000 ans, lors de la dernière période glaciaire

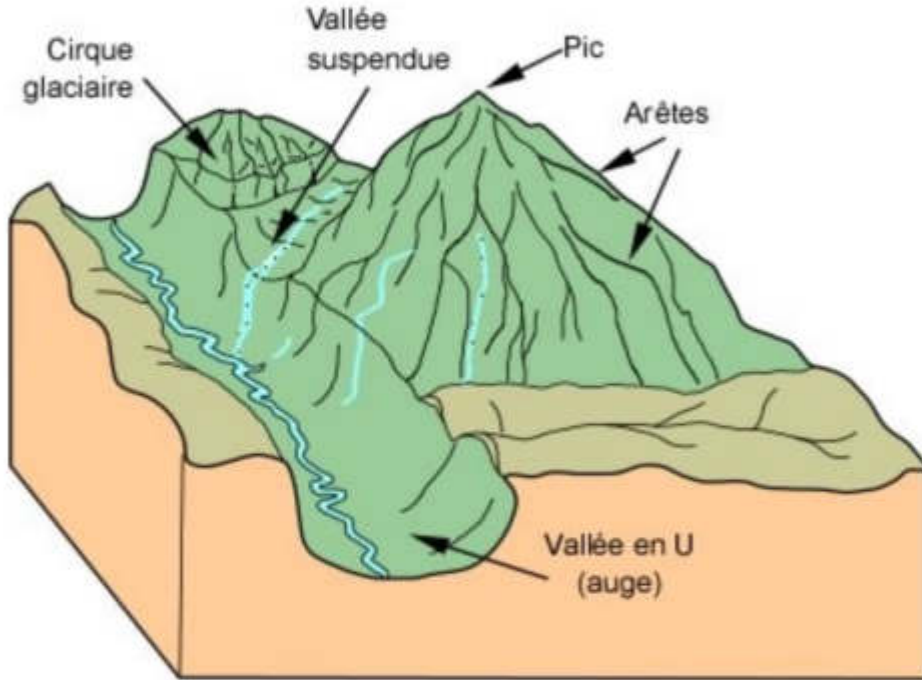
Matanuska Glacier, Alaska



Cirque de Troumouse, un cirque glaciaire

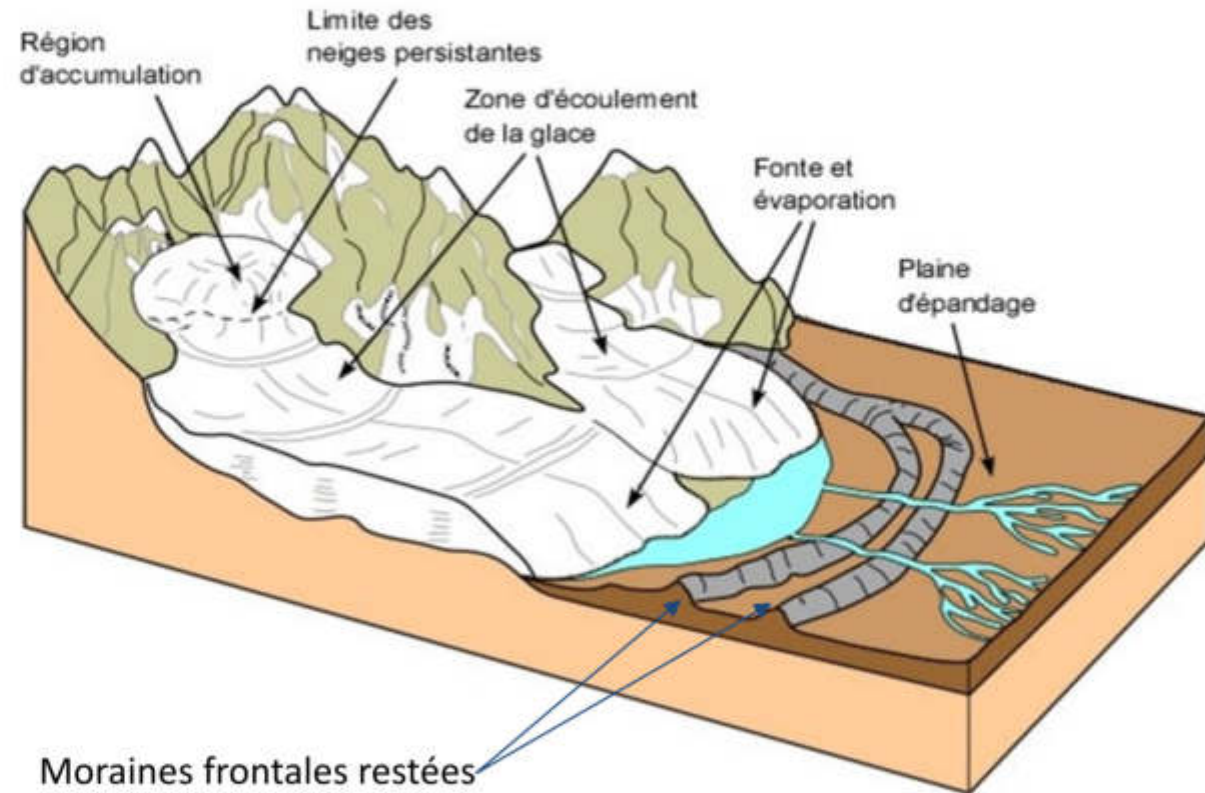
Cirque, vallée en auge:

## EROSION



Ecoulement de la glace

## TRANSPORT



Moraines frontales restées  
après le retrait du glacier:

## SEDIMENTATION

localement

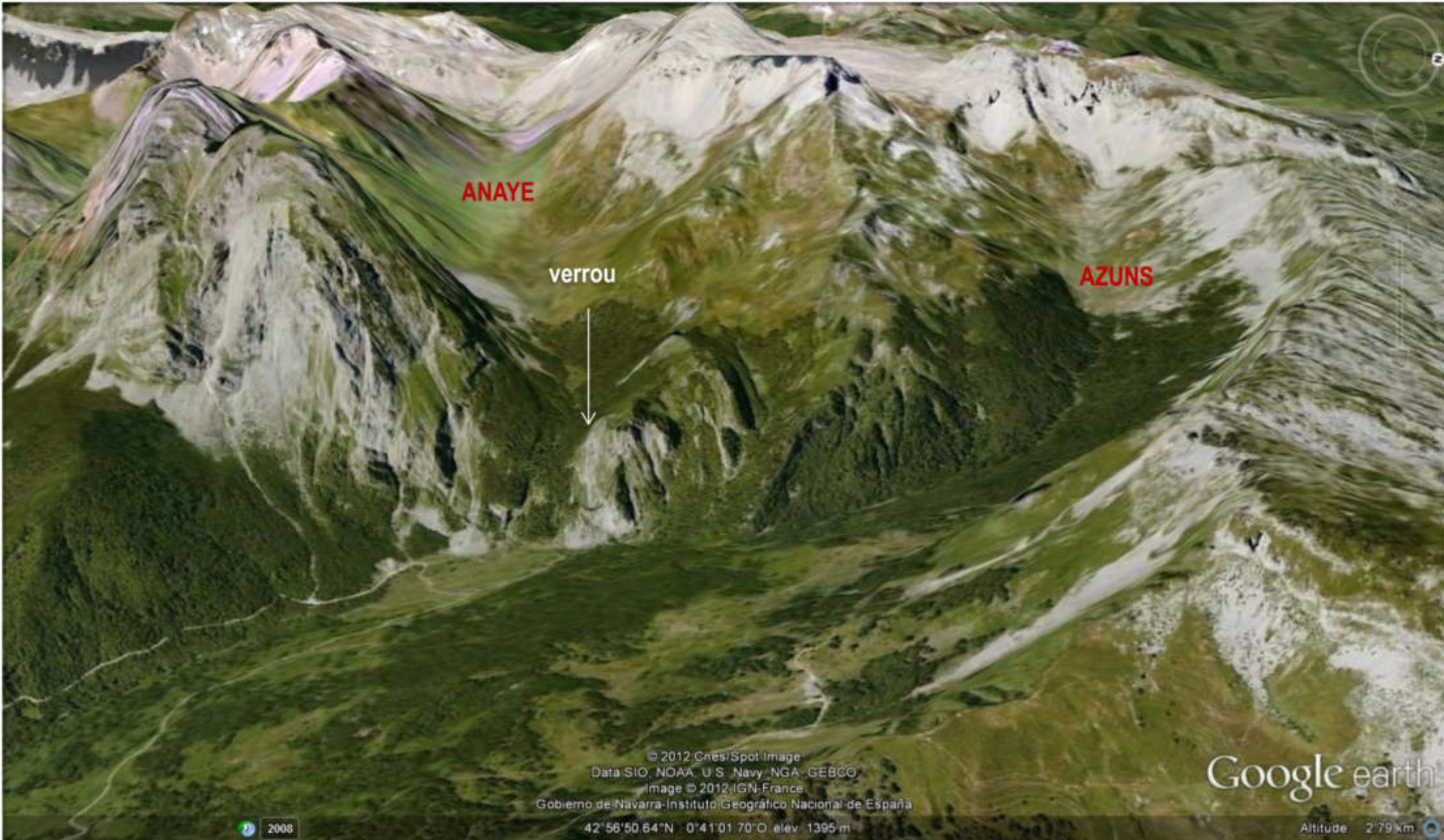
Reprise de sédiments des moraines  
et épandage en vallée:

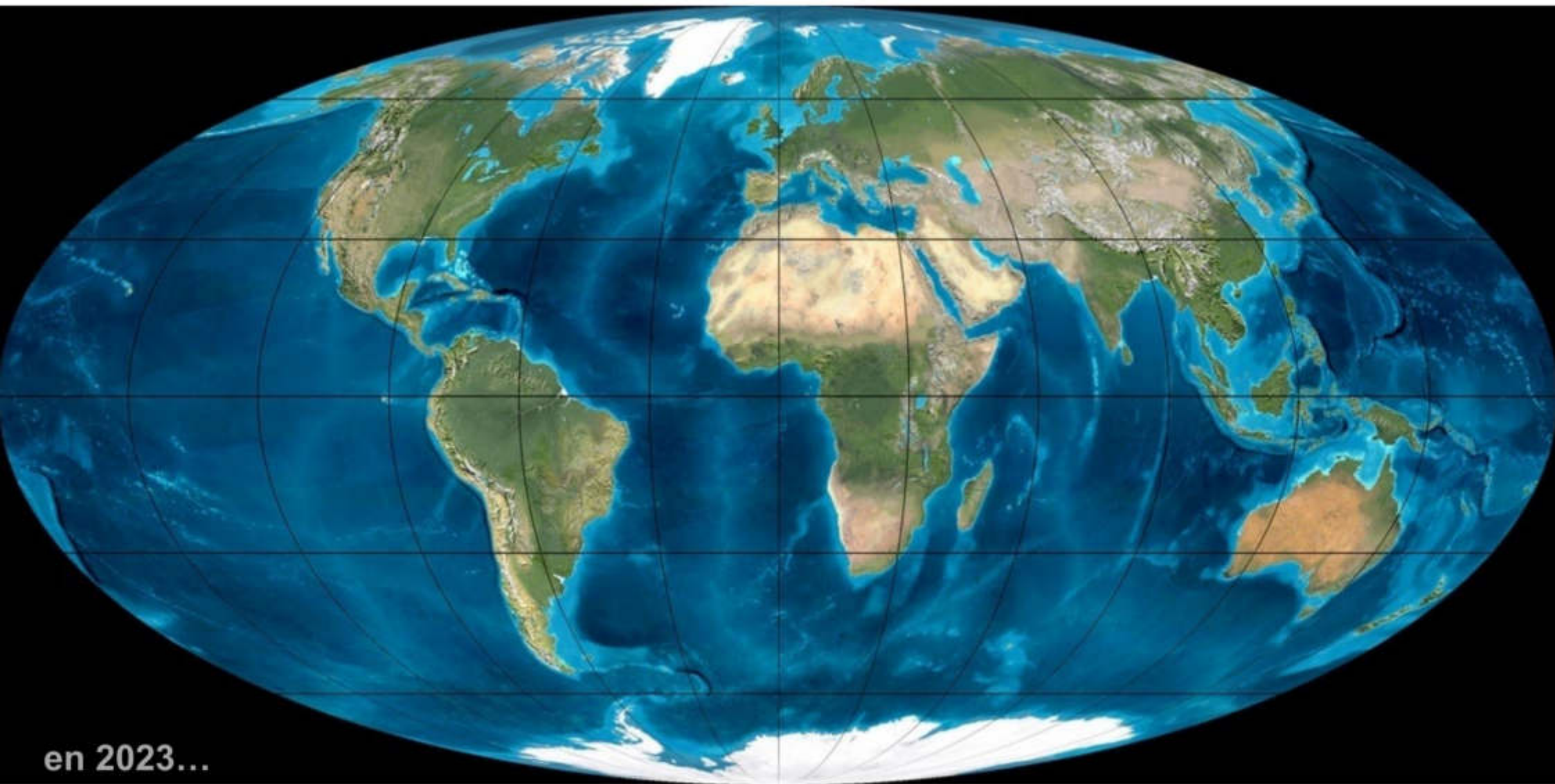
## SEDIMENTATION

sur grandes distances

Cirque de Troumouse, un cirque glaciaire

Anaye , un verrou et un vallon glaciaires ; Azuns , un vallon glaciaire





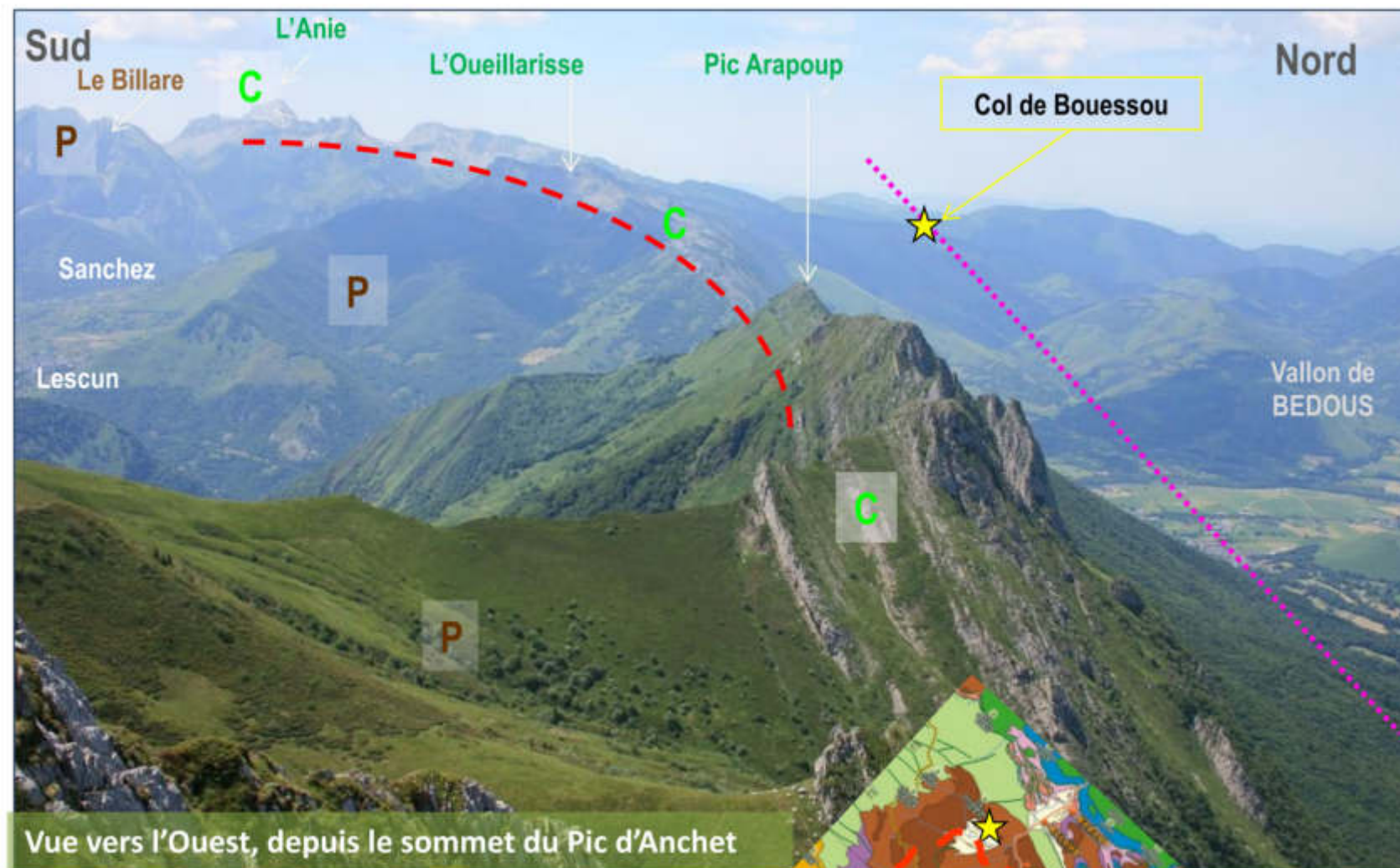
en 2023...

► ... nous sommes dans l'interglaciaire « Holocène » depuis 12 000 ans



# EPILOGUE – LE RELIF DES PYRÉNÉES ACTUELLES

Une discordance, un bombement, une érosion glaciaire



La haute chaîne:  
une structure anticlinale  
d'axe orienté Est-Ouest  
(N 110°E)

soulignée par  
**1 - la barre des calcaires du  
Crétacé supérieur C:**

- verticale à Arapoup
- courbée sous les Orgues
- horizontale sous l'Anie

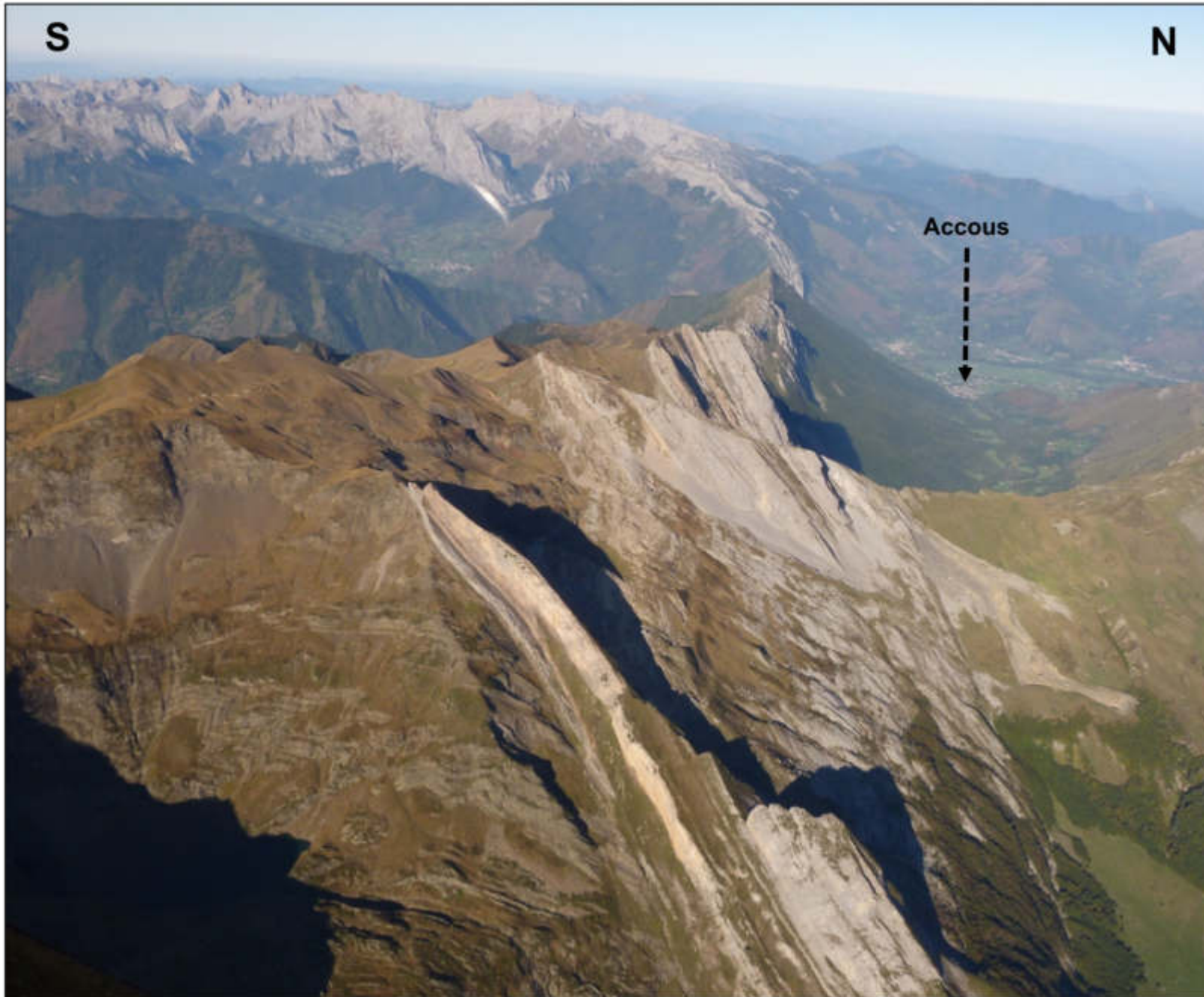
**2 – La discordance** entre ces  
calcaires et les formations  
plus tendres du Primaire (P)

Vision sur la zone  
d'affrontement entre:

- Ibérie au Sud
- Europe au Nord

Extrait du livret guide de la randonnée  
GéoVal CETTE RONGLET - Juin 2011





Les Pyrénées actuelles:  
zone frontière  
entre Europe et Ibérie,

Leur morphologie actuelle,  
résultat de l'orogénèse  
et du travail d'érosion  
des glaciers.

JACA

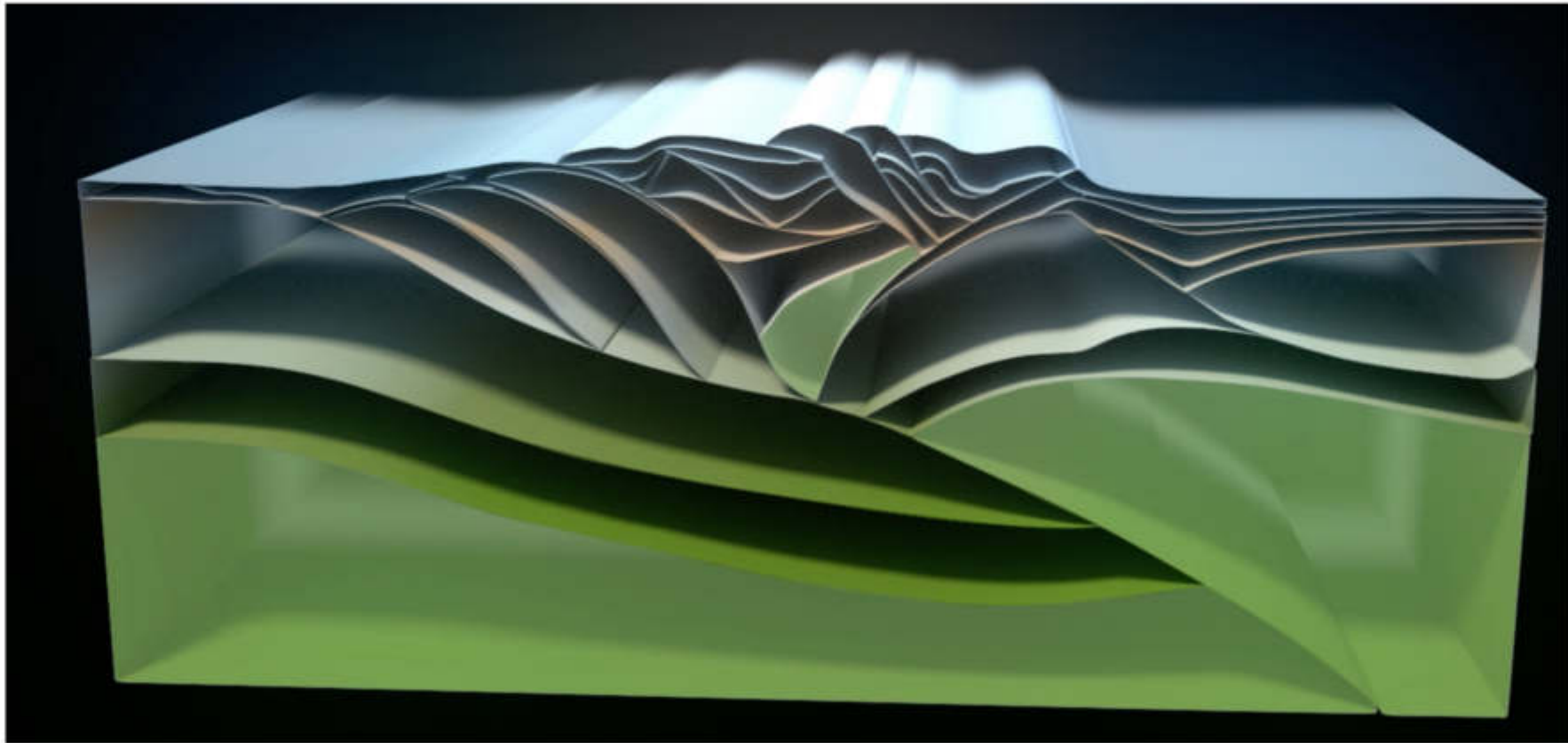
Col du Somport

Fort du Pourtalet

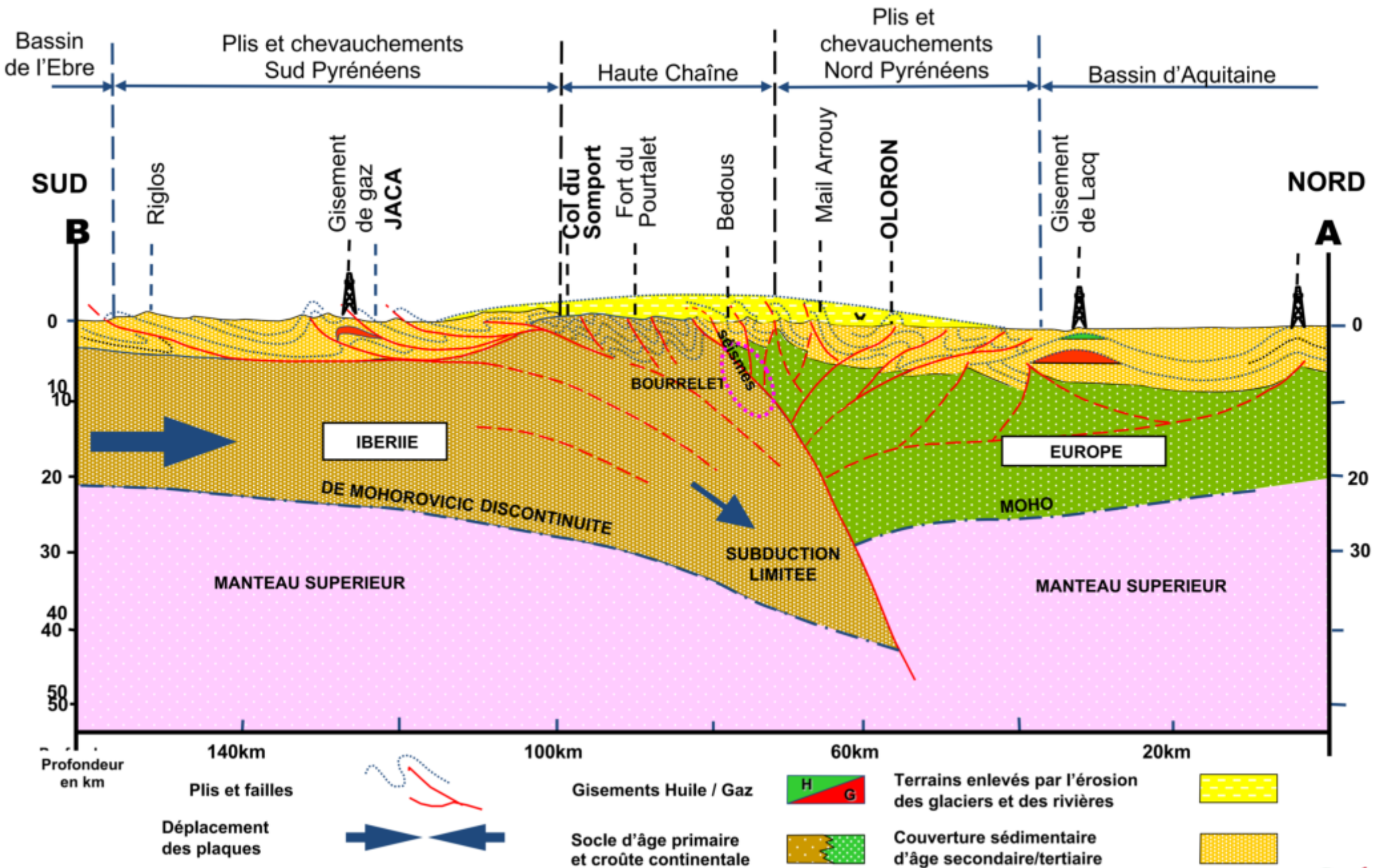
Bedous

Mail Arrouy

OLORON



# COMMENT LES PYRÉNÉES SE SONT-ELLES FORMÉES ?



# EN GUISE DE CONCLUSION.....



