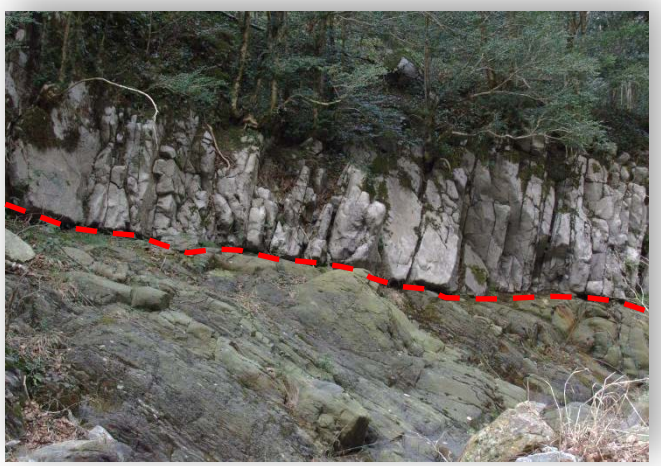
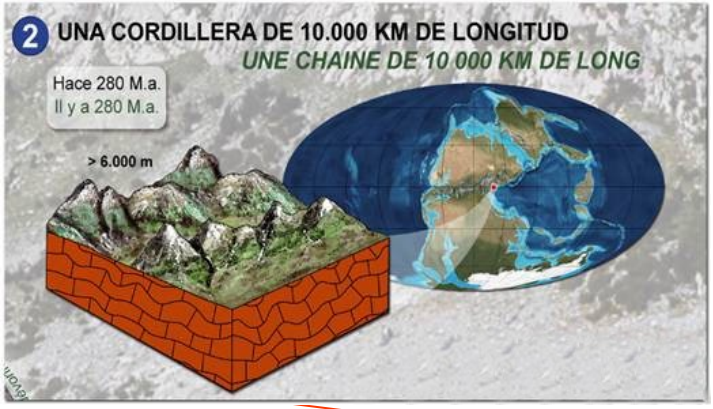
LA SALLE DE LA VERNA, RESEAU DE LA PIERRE SAINT MARTIN

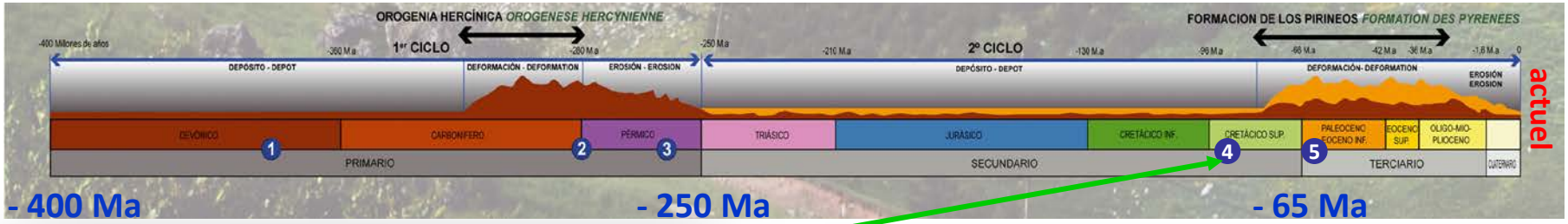
Visite géologique, 8 novembre 2015, 8ème édition



LES PYRENEES : UNE CHAINE A DOUBLE HISTOIRE



- l'ancienne **cordillère hercynienne** : 10 000 km de long, plus de 6 000 m d'altitude
- formée des terrains du Paléozoïque (**Primaire**) fortement plissés.
- érodée au **Permien** (fin du Primaire) : la chaîne devient une pénéplaine

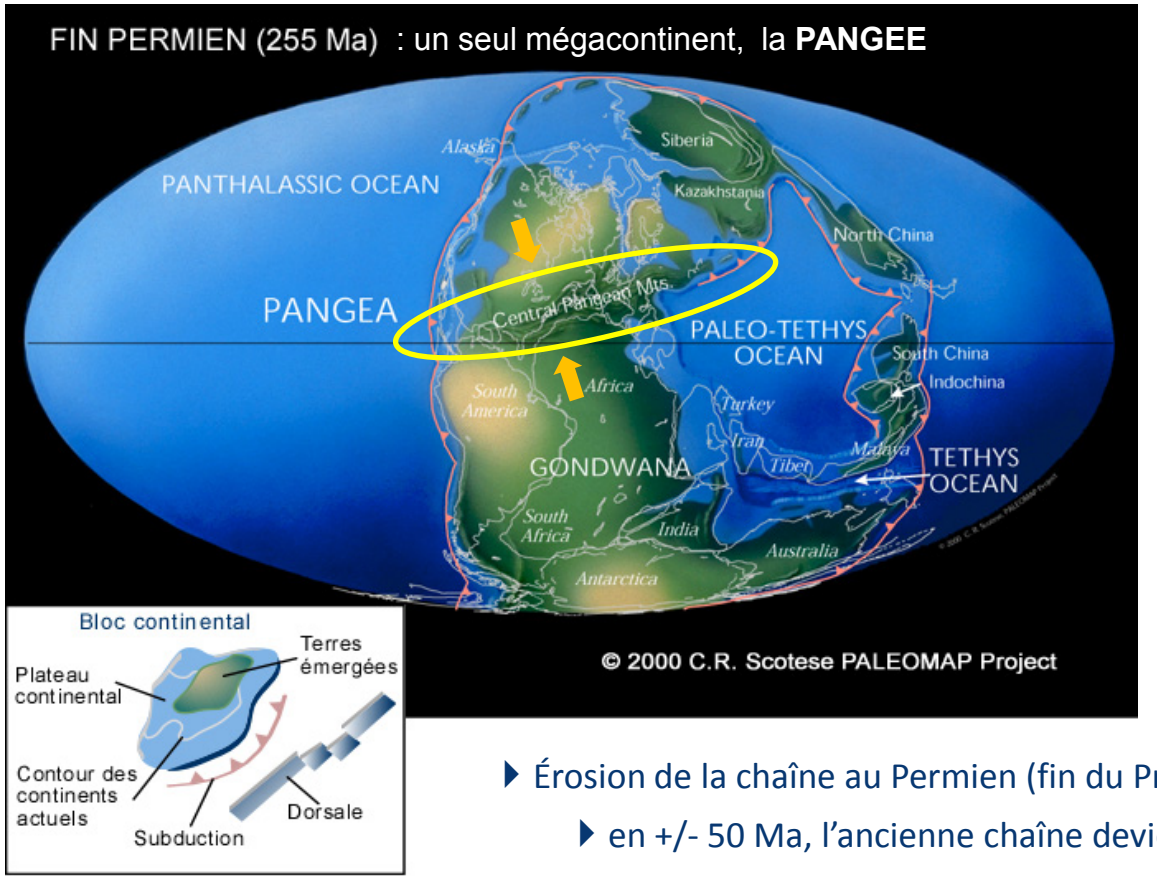


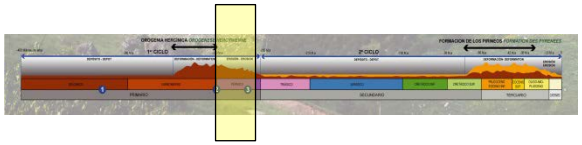
- Mésozoïque (**Secondaire**) : le niveau de la mer remonte
- des calcaires se déposent au **Crétacé supérieur**, dans une mer peu profonde au début
- Ils reposent en **discordance** sur l'ancienne pénéplaine

- à partir de la fin du Crétacé et durant le Cénozoïque (**Tertiaire**) : collision entre les plaques Ibérique et Européenne
- Formation des **Pyrénées** actuelles
- les anciens reliefs érodés, et les nouveaux sédiments déposés ensuite, sont de nouveau plissés et portés en altitude.

L'OROGENESE HERCYNIENNE (CARBONIFERE)

- l'ancienne **cordillère hercynienne** : 10 000 km de long, plus de 6 000 m d'altitude, formée des terrains du Paléozoïque (**Primaire**) fortement plissés.
- Résultat de la collision de deux « super-continents », il y a plus de 300 Ma (millions d'années).

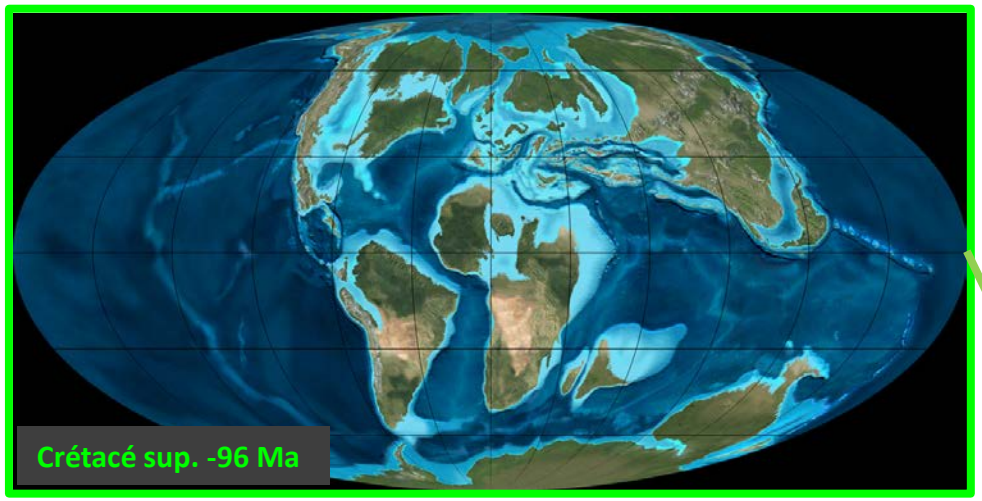


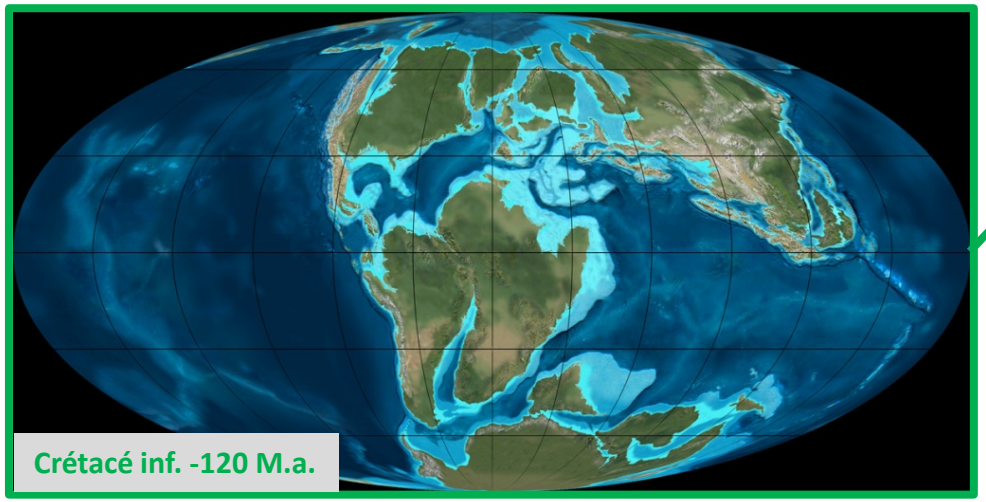


- Érosion de la chaîne au Permien (fin du Primaire) :
  - en +/- 50 Ma, l'ancienne chaîne deviendra une pénéplaine.
  - Fin du Permien = limite Primaire / Secondaire : - 250 Ma.
- Et plus tard … une nouvelle valse des continents dispersera les restes de la chaîne : Appalaches, Bretagne, … et futures Pyrénées

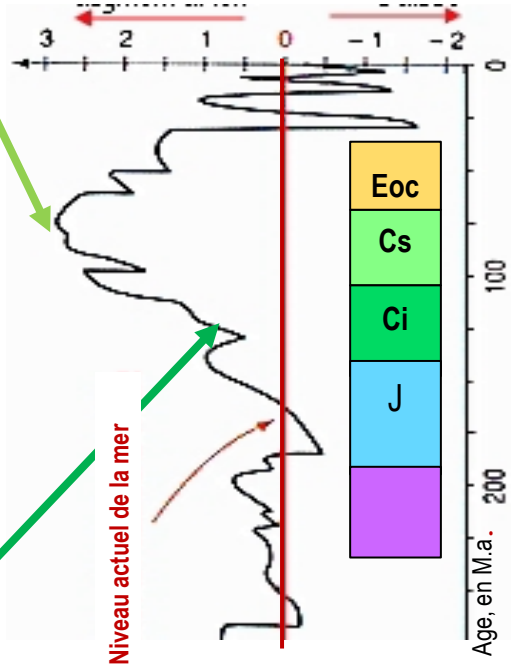
LA TRANSGRESSION CENOMANIENNE

- - 100 Ma, début du Crétacé supérieur : débordement généralisé des océans sur les continents
- Le niveau est remonté de +/- 300 m depuis le Jurassique

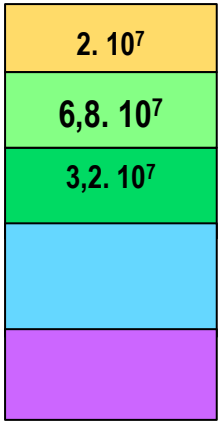




Variation du niveau des mers (en centaines de mètres)



Estimation du volume de lave émise par les dorsales

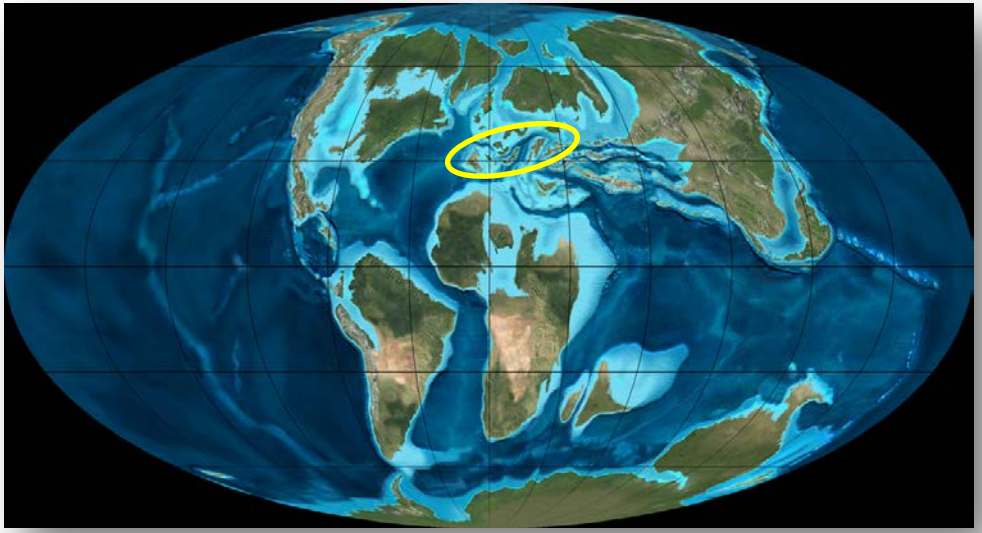


en millions de m^3

GéolVal

CRETACE SUPERIEUR : DEPOTS MASSIFS DE CALCAIRES

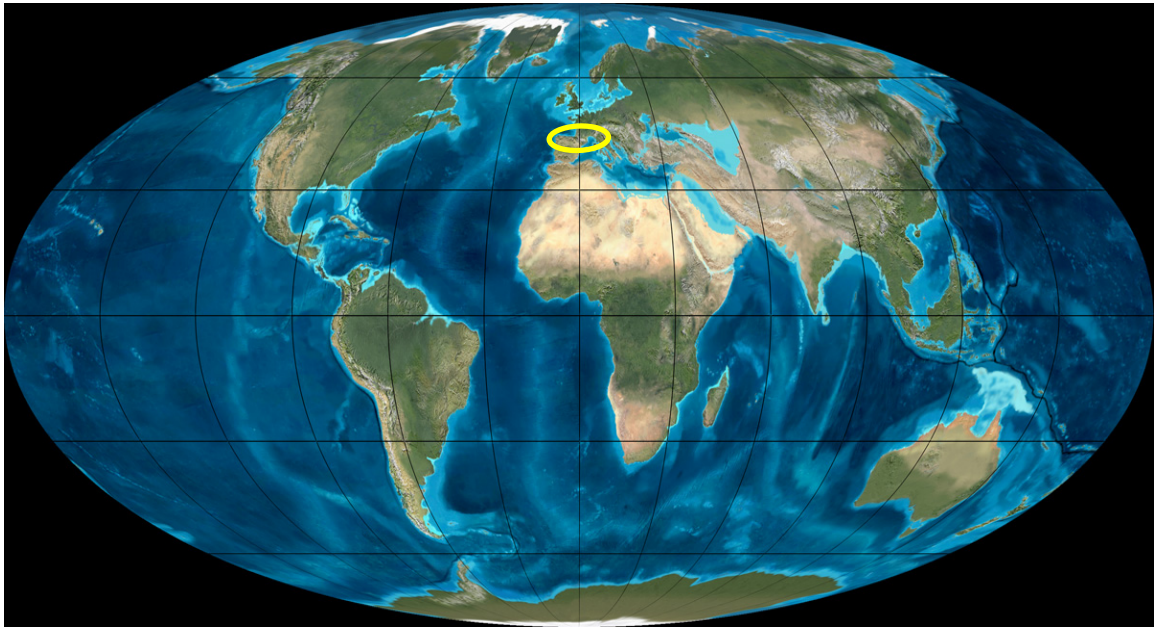
- la mer peu profonde envahit la pénéplaine : plateformes et lagons
- des calcaires se déposent (entre autres dans le secteur de la PSM) : calcaires « des canyons »
- *âge : Turonien à Campanien*

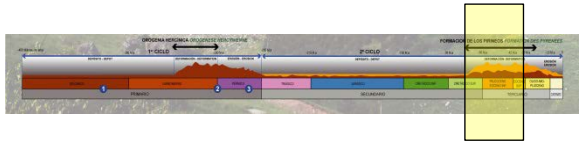


- Amont de **La Verna** : la plage abandonnée

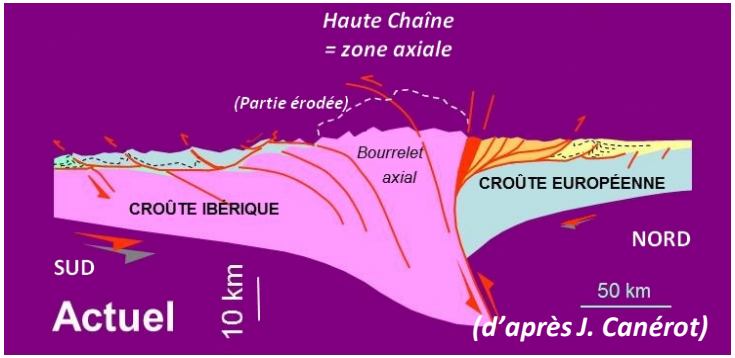
- Les falaises d'Etretat *(et de Douvres)*

GéolVal





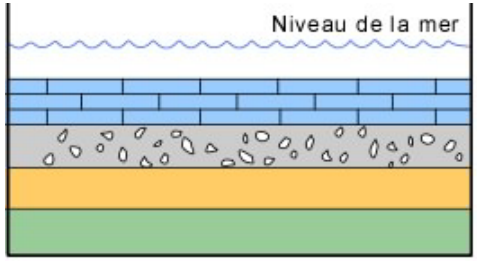
- à partir de la fin du Crétacé et durant le Tertiaire : collision entre les plaques **Ibérique** et **Européenne**
- cette collision forme les **Pyrénées** actuelles
- les anciens reliefs (Primaire) érodés, et les nouveaux sédiments déposés ensuite (Secondaire), sont plissés et portés en altitude.



- Résultat de la collision (vu en coupe)

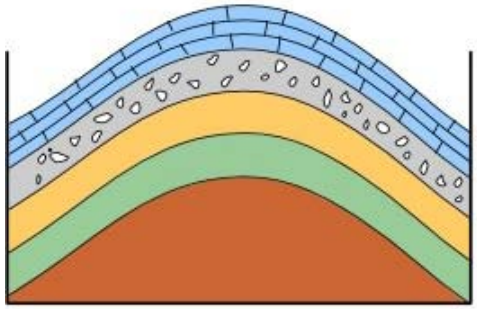
GéolVal

FORMATION D'UNE DISCORDANCE



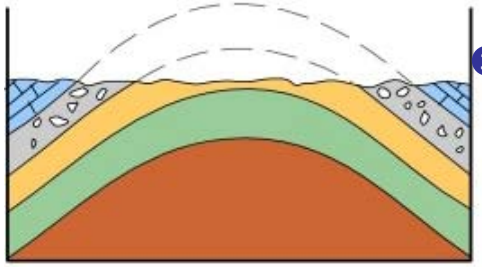
1 **Dépôt des couches sédimentaires à l'horizontale**

(ici : durant l'ère Primaire)



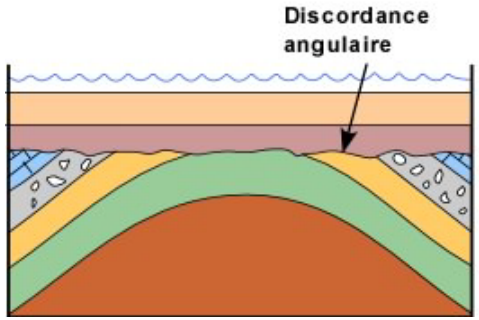
2 **plissement des couches**

(ici: durant la fin du Carbonifère, ère Primaire)



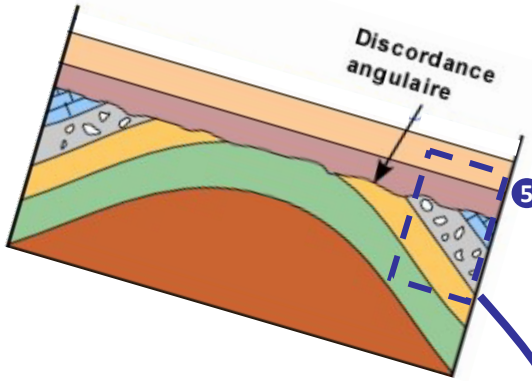
3 **érosion → les anciens reliefs sont aplanis**

(ici: durant le Permien, fin de l'ère Primaire)



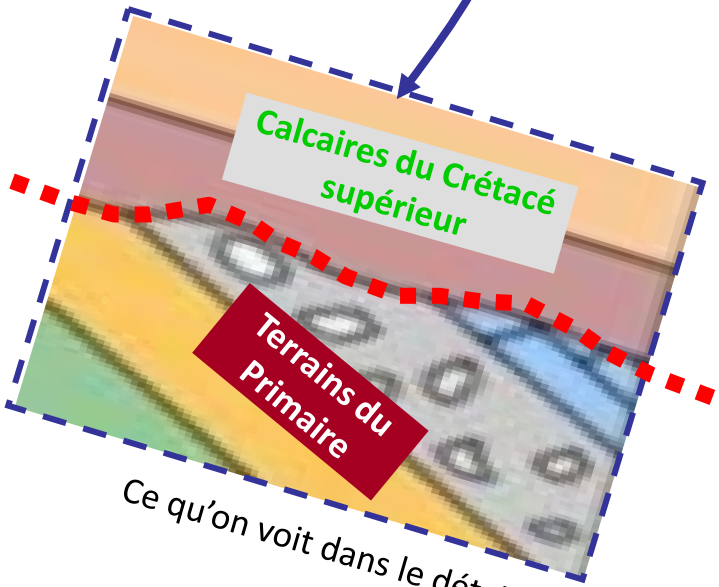
4 **de nouvelles couches se déposent au-dessus des anciennes**

(ici: durant le Crétacé, ère Secondaire) **→ la surface qui sépare les 2 ensembles est une discordance angulaire**



5 **un 2ème plissement bascule l'ensemble**

(ici: durant le Tertiaire)



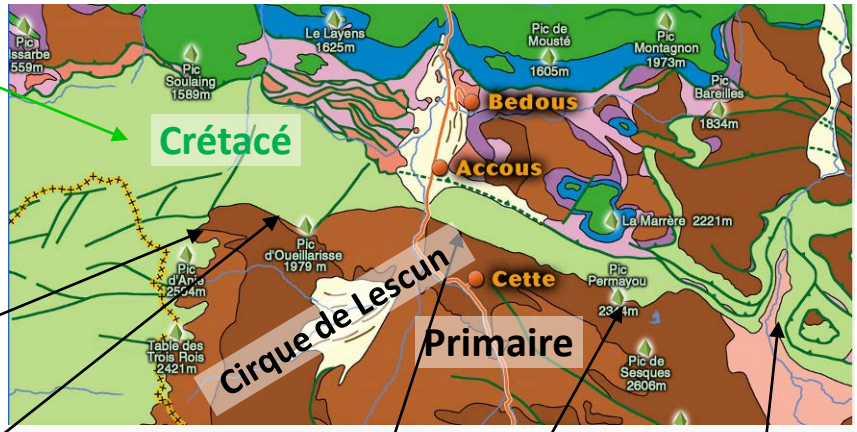
Ce qu'on voit dans le détail

Source des dessins: université de Laval, Québec

GéolVal

LA DISCORDANCE HERCYNIENNE (DH) DANS LE PAYSAGE

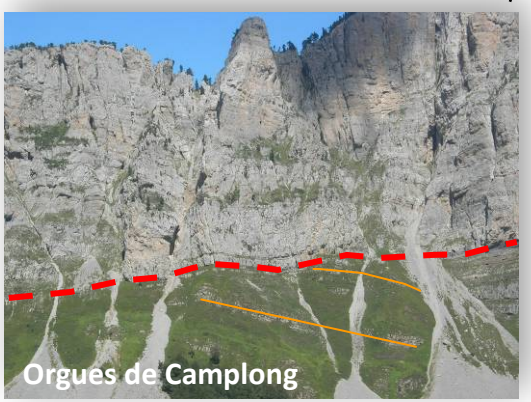
- Les calcaires du **Crétacé supérieur** (dont les « calcaires des canyons ») reposent en **discordance** sur le **Primaire** (Paléozoïque).
- On peut voir cette discordance à différents endroits : en montagne … et sous terre



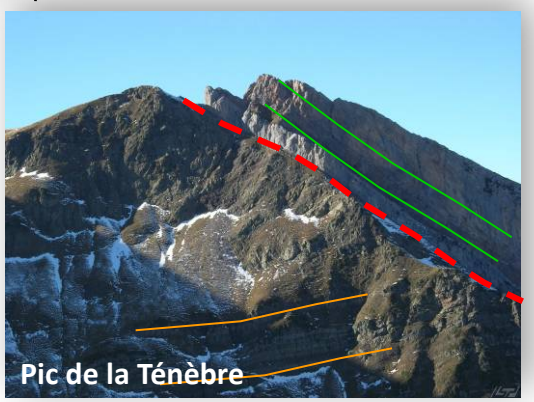
Montée au Pic d'Anie

Au-dessus de Cette

Sur le granite des Eaux-Chaudes

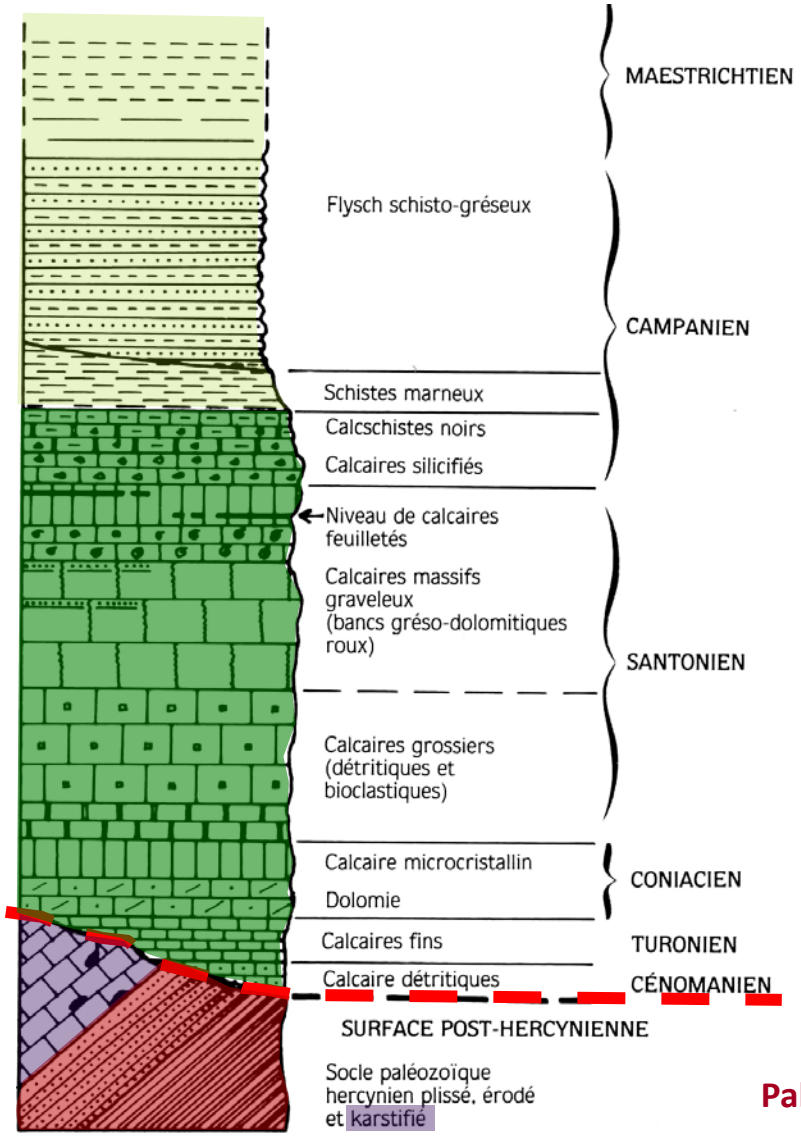

Orgues de Camplong

Amont de la Verna (détail)


Pic de la Ténèbre

GéolVal

COLONNE STRATIGRAPHIQUE, SECTEUR DE LA PIERRE SAINT MARTIN



Flysch
fin Crétacé
-80 à – 65 Ma

Calcaires des canyons
(Crétacé sup.)
-100 à -80 Ma
Épaisseur : 300 à 400 m

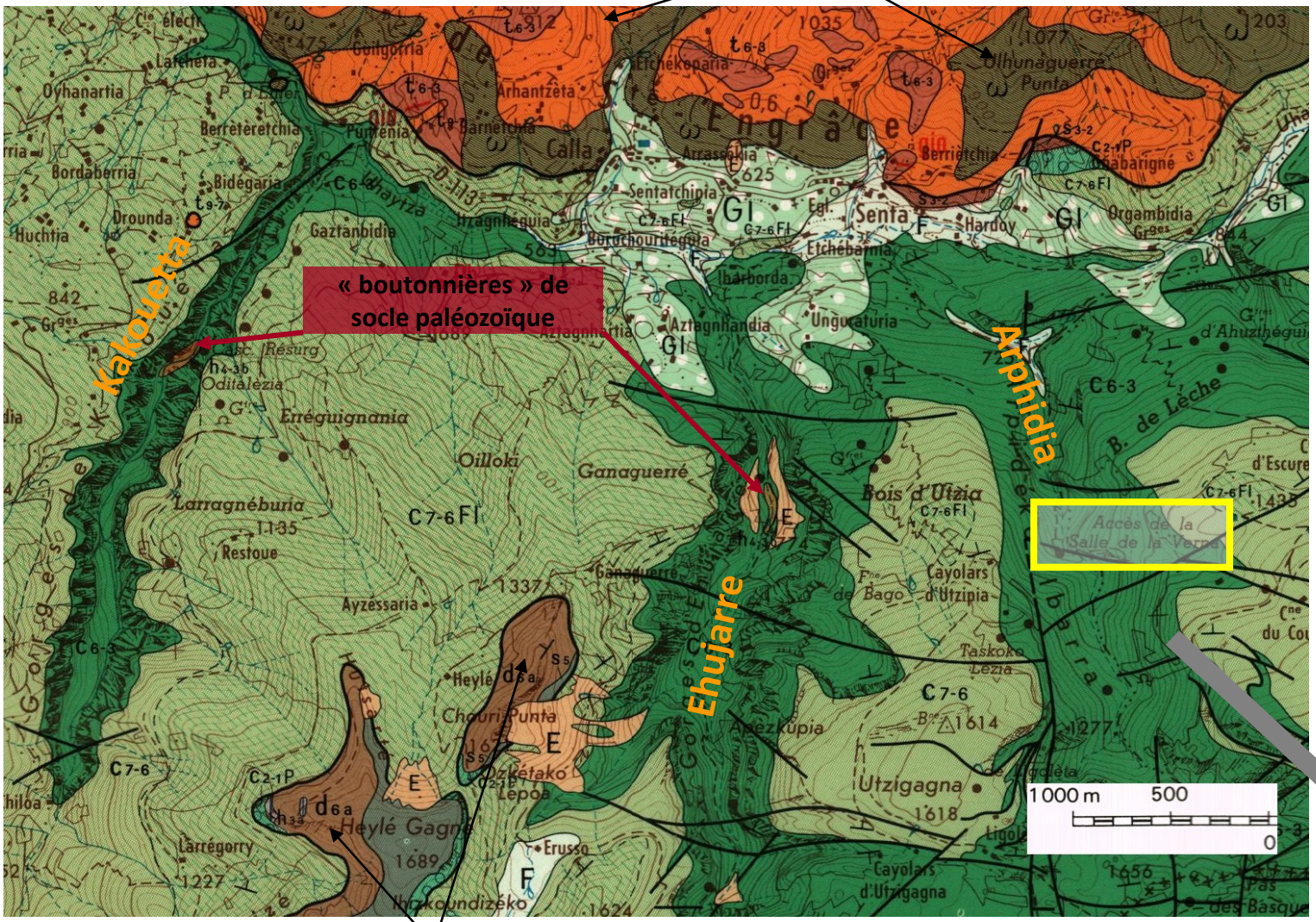
(discordance)

Calcaires du Dévonien

Paléozoïque (Primaire) -370 à -300 Ma

CARTE GEOLOGIQUE (SAINTE ENGRACE)

(Unité chevauchante: Trias, ophites)



Source : carte géologique de la France 1/50 000, feuille LARRAU

(Klippes de Paléozoïque)

C7-6Fl

Flysch fin Crétacé
(Campanien – Maest.)

C6-3

Calcaire des canyons
Crétacé sup.
(Turonien – Campanien)

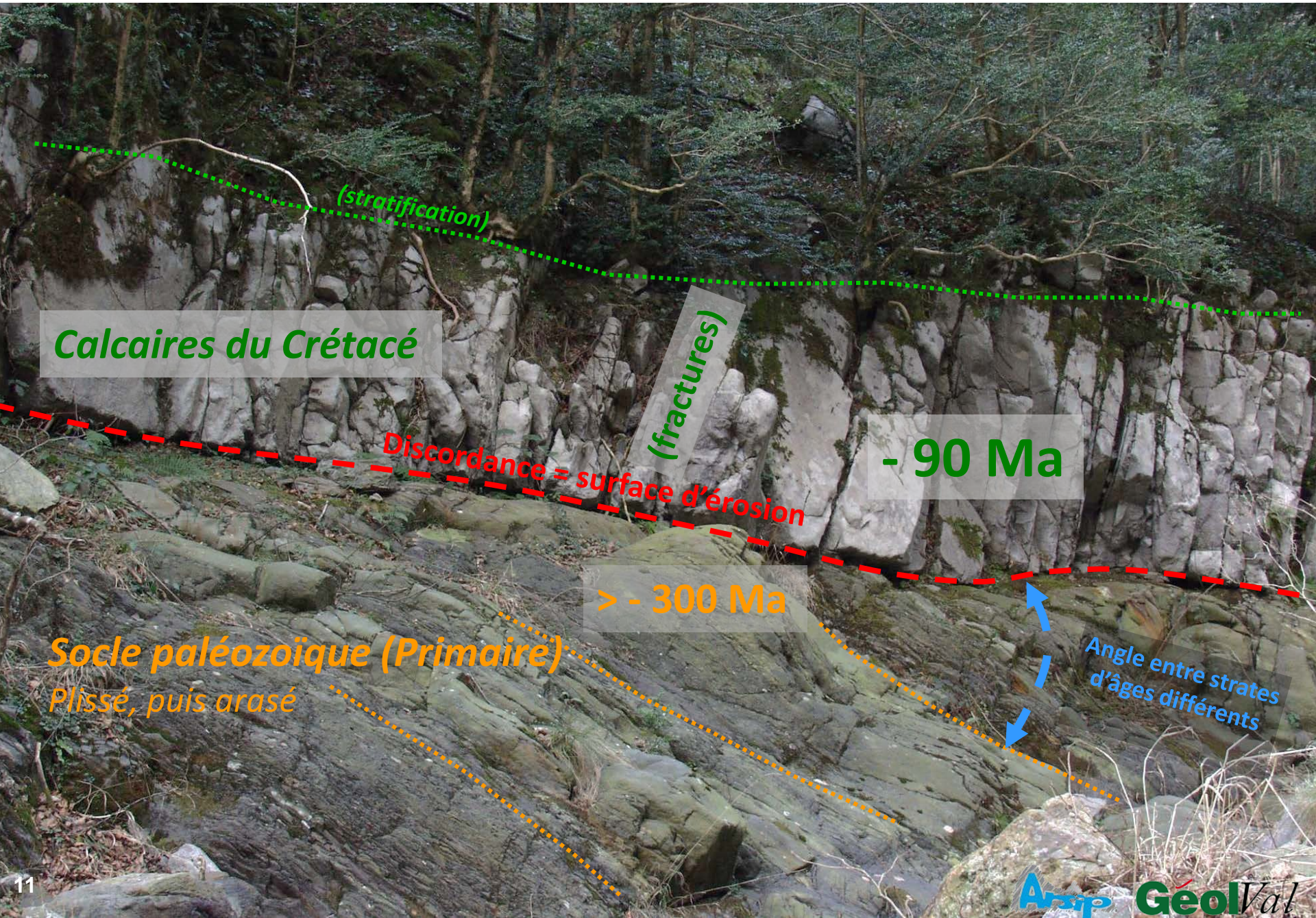
d6a

« socle » paléozoïque
Schistes et grès
(Dévonien – Carbonifère)

(amont du réseau souterrain)

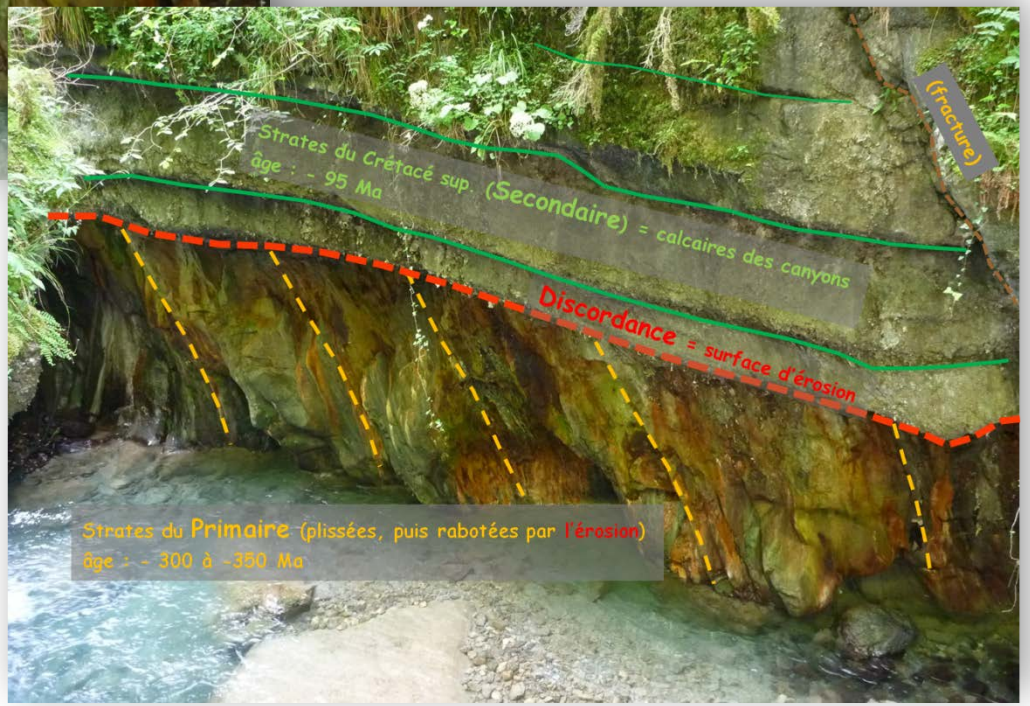
GéolVal

DISCORDANCE SUR LE TERRAIN (GORGES D'EHUJARRE)



DISCORDANCE SUR LE TERRAIN (GORGES DE KAKOUETTA)

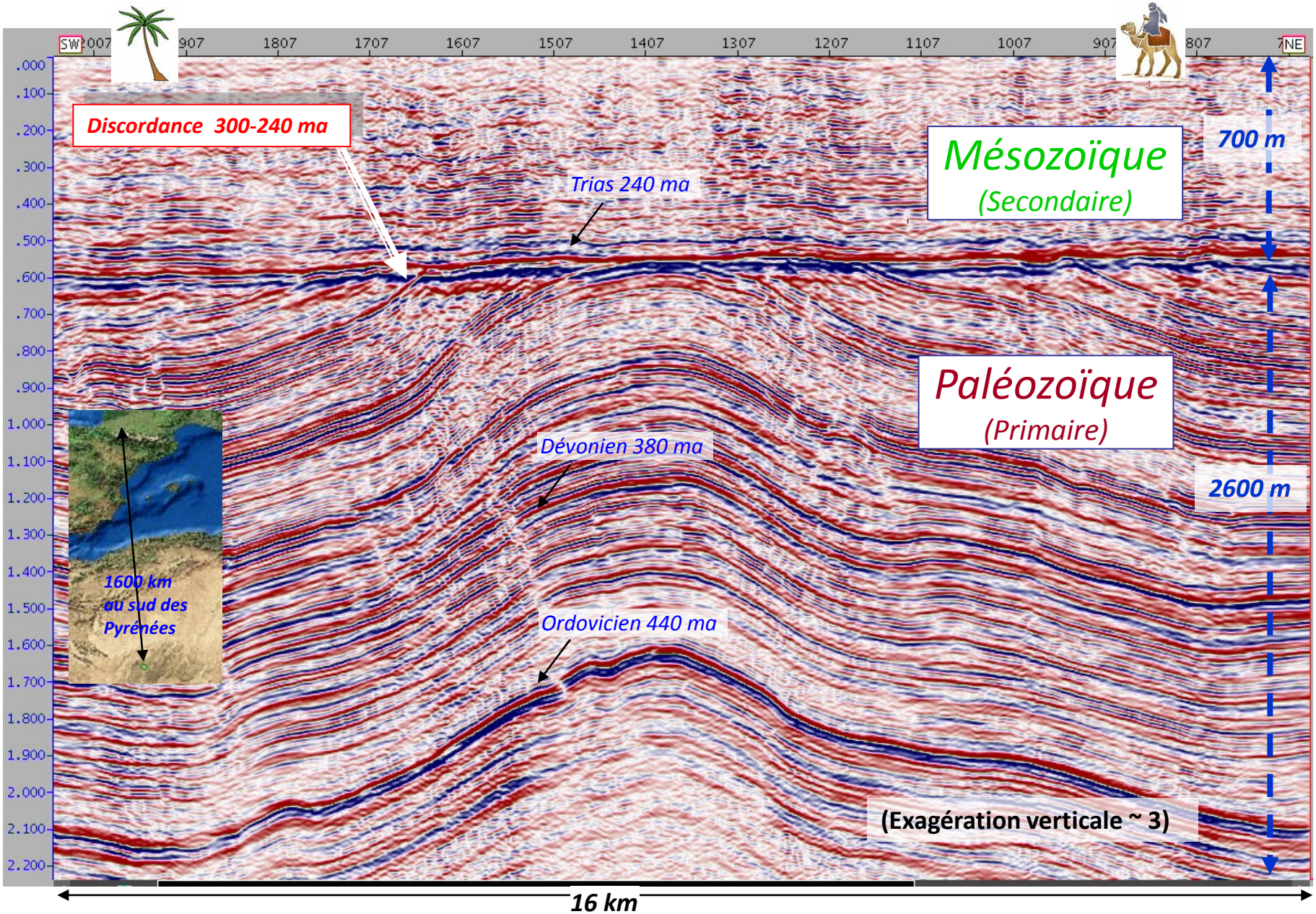
- Vue depuis la passerelle



- Vue par le géologue

GéolVal

LA DH … DANS LE SUD DE L'ALGERIE



(avec la collaboration de Pierre Vinçotte)

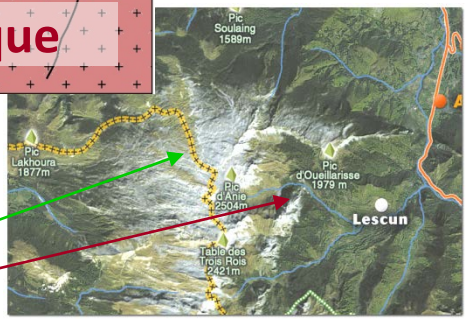
GéolVal

(unité chevauchante:
Trias, ophites, poudingue Crétacé, …)

Massif d'Igounce
Gave du Lourdios
Sainte Engrâce
résurgences
(445 m)
Dorsale Benou - Billare
l'Uhaïtza
Gave d'Aspe
Athas
Kakouetta
l'Aidy
Bassin versant oriental
Lées
La Verna
St Vincent
Orgues de Camplong
Pic d'Anie (2 504 m)
St Georges
Bassin versant occidental
Lescun
Le Billare
Crétacé supérieur (calcaires)
Rio Esca
Nord
0 2 4 km
Socle paléozoïque

socle paléozoïque
massif d'Igounce
dorsale Benou - Billare
escarpement d'érosion des calcaires crétacés
trace du chevauchement
circulations de surface
émergence
circulation souterraine supposée
circulation souterraine prouvée
réseaux souterrains

Emergences :
1 - Laminako Ziloa
2 - Grotte de Bentia
3 - Cascade de Kakouetta
4 - Les Oueils d'Issaux
5 - Emergence de la Pisciculture



Vue satellite:
"carapace" de ***Crétacé***
sur le " socle " ***Primaire***

GéolVal

(UNE PARTIE DU) RESEAU SOUTERRAIN DE LA PSM

Développement total : 80 km
Dénivelé maxi : 1 410 m

Entrées supérieures

Puits de découverte

Soum Couye

Anie

Arlas

Alt.

2 000

1 500

1 000

Alt. 1 050 m à la plate-forme

LA VERNA

Puits Lépineux

Gouffre de la Tête Sauvage

SC3

M3

M31

Ravin d'Arphidia

Bentia (barrage)

GOUFFRE DE LA PIERRE SAINT MARTIN

GROTTE D'ARPHIDIA

TROU DU RENARD

1 km

Nord

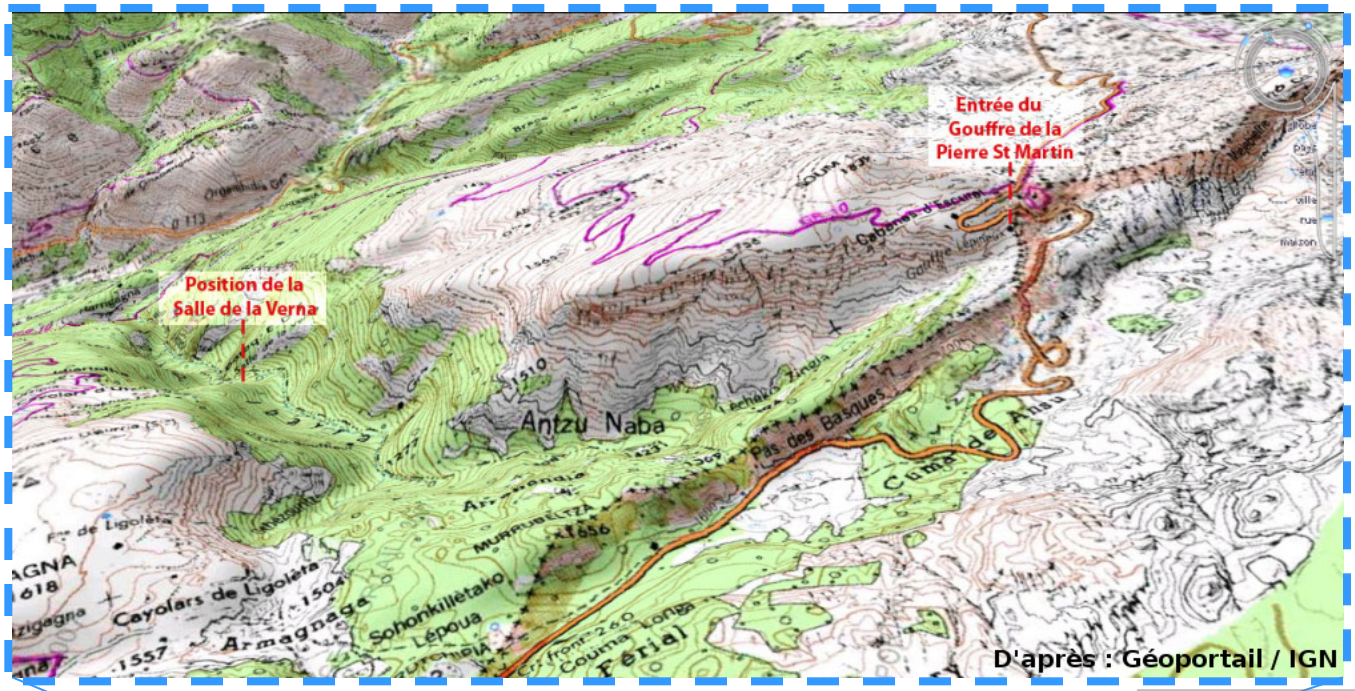
W-NW

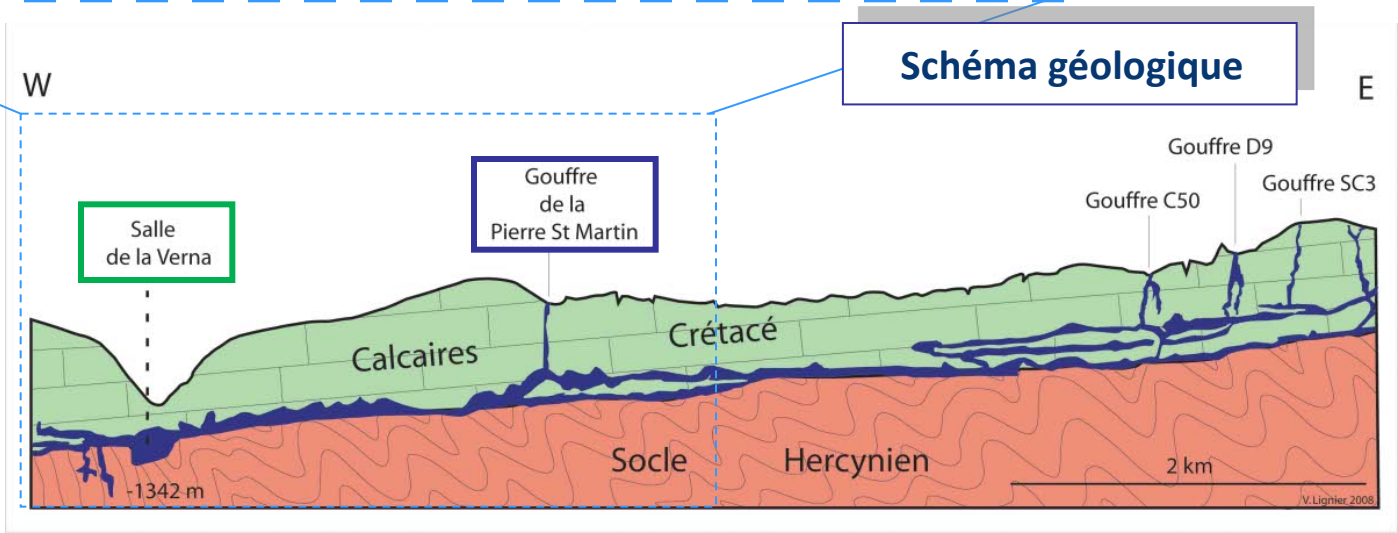
E-SE

Niveau de base actuel du réseau souterrain : 435 à 445 m d'altitude (résurgences d'Illamina et de Bentia)

- descente du puits Lépineux

(UNE PARTIE DU) RESEAU SOUTERRAIN DE LA PSM





LA DISSOLUTION DES CALCAIRES

(photo Luc Henri Fage)

CO_2 (dioxyde de carbone) + H_2O + $CaCO_3$ (carbonate de calcium) → Ca^{2+} + $2HCO_3^-$

Ca^{2+} + $2HCO_3^-$
Hydrogénocarbonate de Calcium

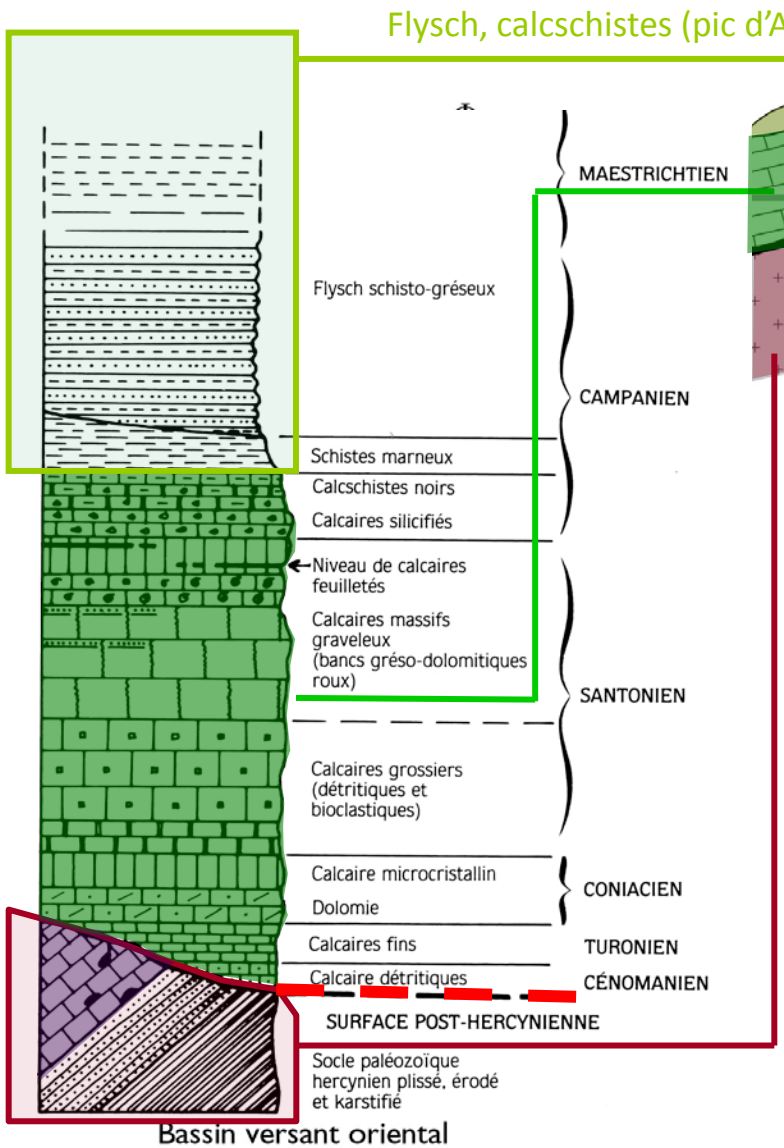
→ **Transporté en solution dans l'eau**

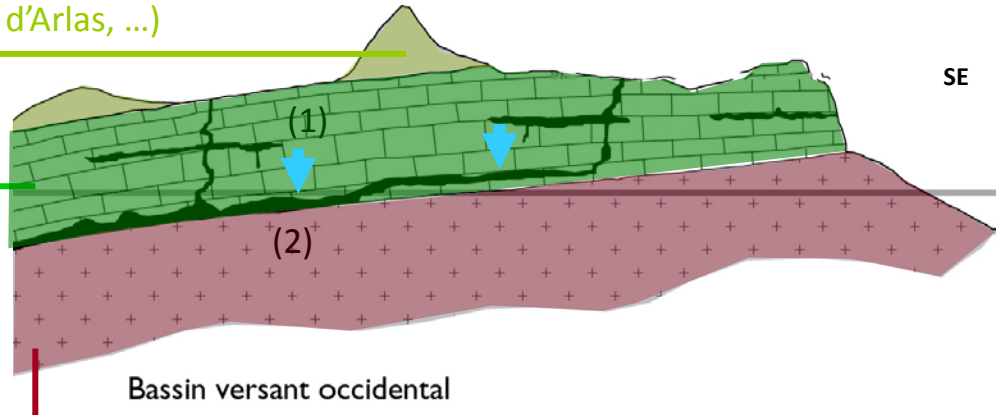
- **Dissolution du Calcaire**
  Eau pure : 15 mg / litre
  Eau météorique: 60 à 80 mg / litre
  Eau en contact avec le sol: 200 mg / litre

- **Quelques facteurs**
  T° de l'eau
  Abondance de l'eau
  Nature de la roche
  Teneur en CO_2
  Fractures, fissures, diaclases, cavités …
  Durée de contact entre l'eau et la roche

- Formation du **KARST** :
  = paysage résultant de la dissolution de roches solubles (calcaires en général)

(avec la collaboration d'Eric Braccini)
GéolVal

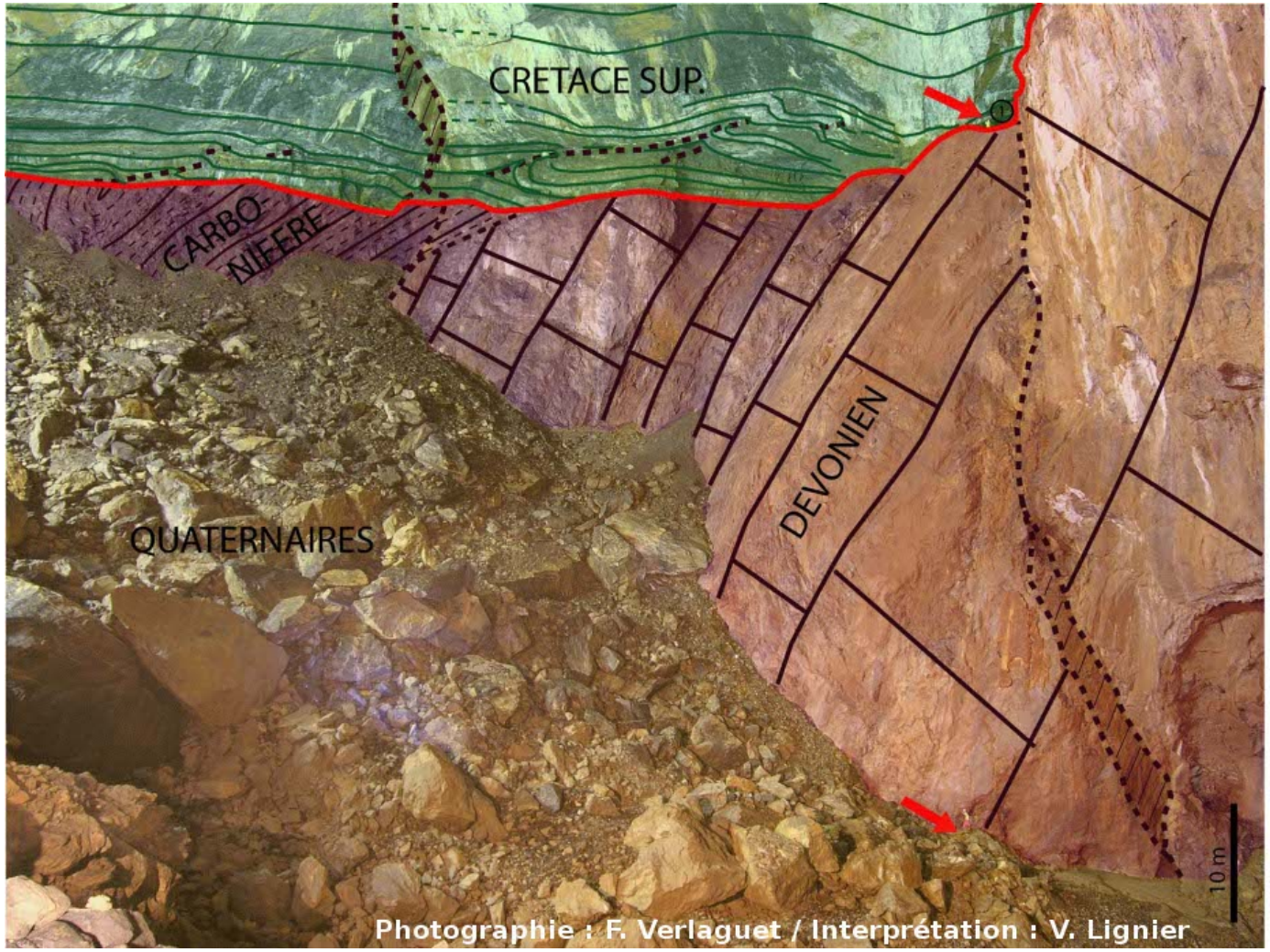




- Développement du karst dans les **calcaires des canyons.**
  - Les niveaux étagés témoignent de plusieurs phases de karstification, et d'un **abaissement progressif** du niveau de base.
    - Les galeries principales / actuelles se développent au contact avec le « socle » **Primaire** (hercynien) non soluble …
- … sauf au niveau de la Verna, où les **calcaires du Dévonien** sont aussi dissous.

LA SALLE DE LA VERNA

LA SALLE DE LA VERNA : INTERPRETATION DE LA GEOLOGIE



LEGENDE

Position des personnages (80m entre les deux)

① ouverture de la galerie Aranzadi

Contact par faille

Plan de faille strié

Eboulis
Quaternaire (Holocène)
(issus de l'effrondrement du plafond de la salle)

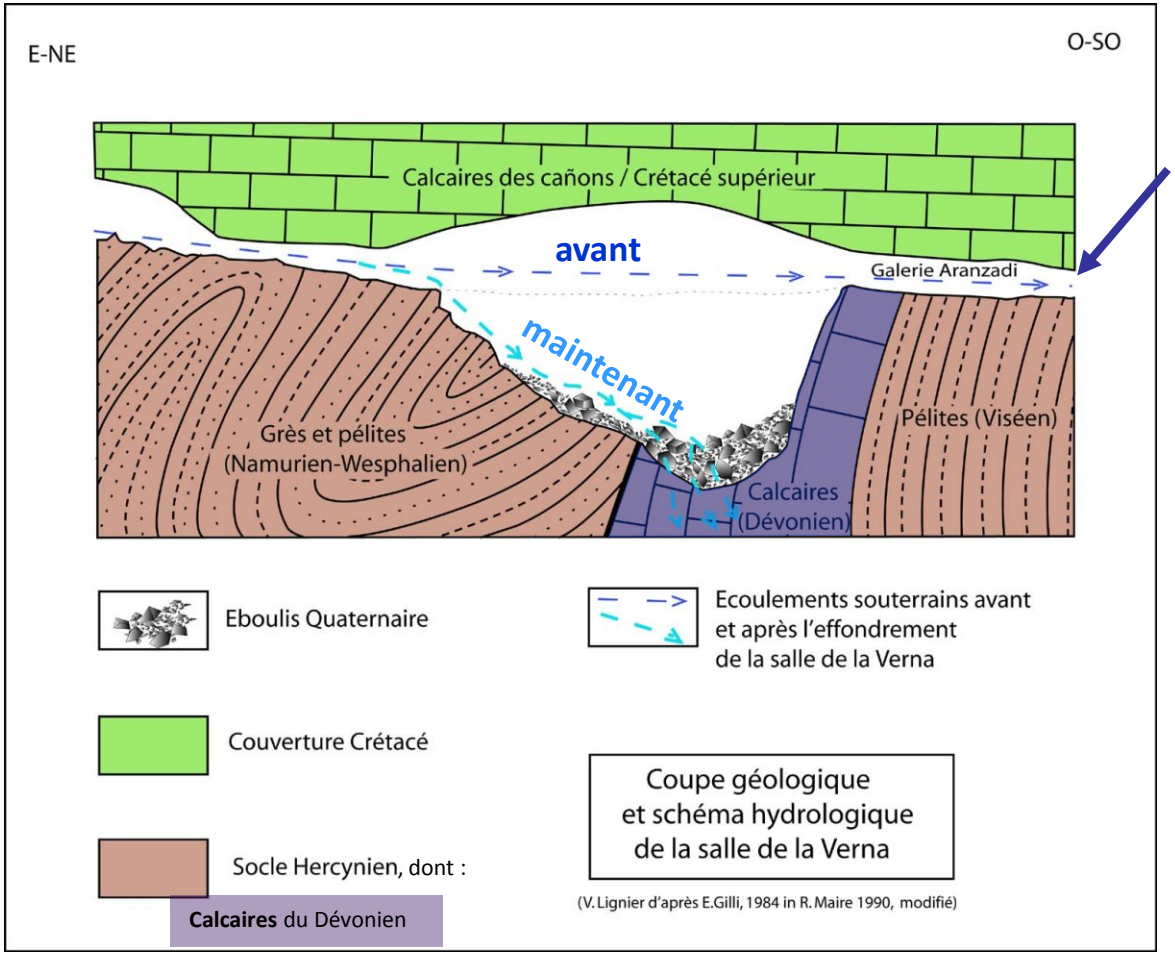
"Calcaires des cañons"
Crétacé Supérieur (Santonien)

Discordance hercynienne

Socle hercynien
Calcaires du Dévonien ;
grès et pélites du Carbonifère
(Namurien - Wesphalien)

http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/objets/img_sem/XML/db/planetterre/metadata/LOM-Img251-2008-11

GéolVal



http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/objets/img_sem/XML/db/planetterre/metadata/LOM-Img251-2008-11

La galerie **Aranzadi** correspond à **l'ancien** cours de la rivière Saint Vincent, **avant** sa disparition dans les calcaires du Dévonien (Primaire).

GéolVal

LA DISCORDANCE ENTAMEE PAR LA RIVIERE (AMONT DE LA VERNA)

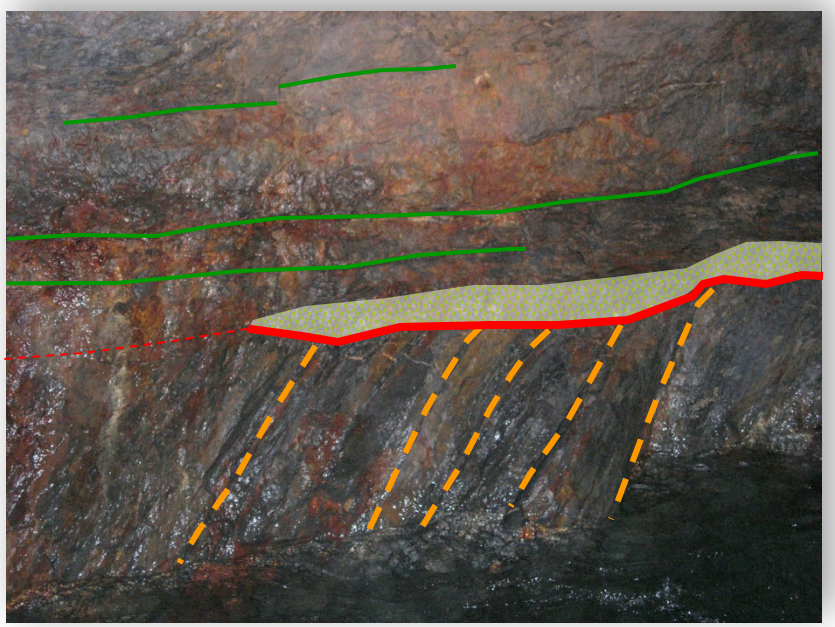
~ 2 m

Calcaire Crétacé sup
(100 -> 80 Ma)

Conglomérat de base
(~ 100 Ma)

Discordance = surface d'érosion

Grès Carbonifère (~ 320 Ma)



GéolVal

GROS PLAN SUR LA DISCORDANCE

Calcaire Crétacé sup
(100 -> 80 Ma)

Niveau rubéfié ?

Conglomérat de base
(~ 100 Ma)

Discordance

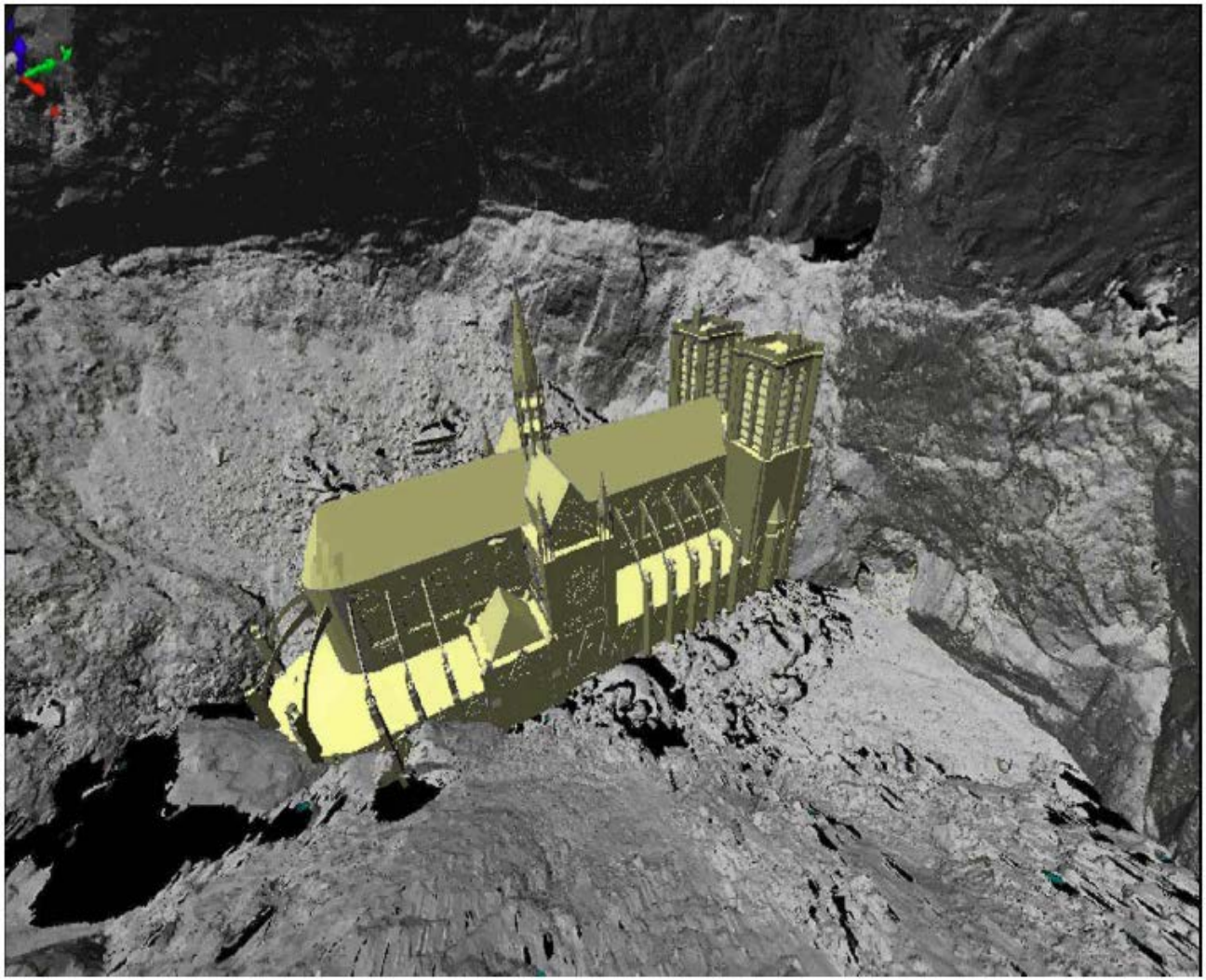
Grès-pélites du
Carbonifère sup
(~ 320 Ma)

Amont de La Verna *(sous terre)*

Gorges d'Ehujarre *(à l'air libre)*

GéolVal

MISE A L'ECHELLE : MODELE INFOGRAPHIQUE



insertion d'un modèle infographique de Notre-Dame de Paris, à l'échelle dans le modèle topographique de la Salle de la Verna.

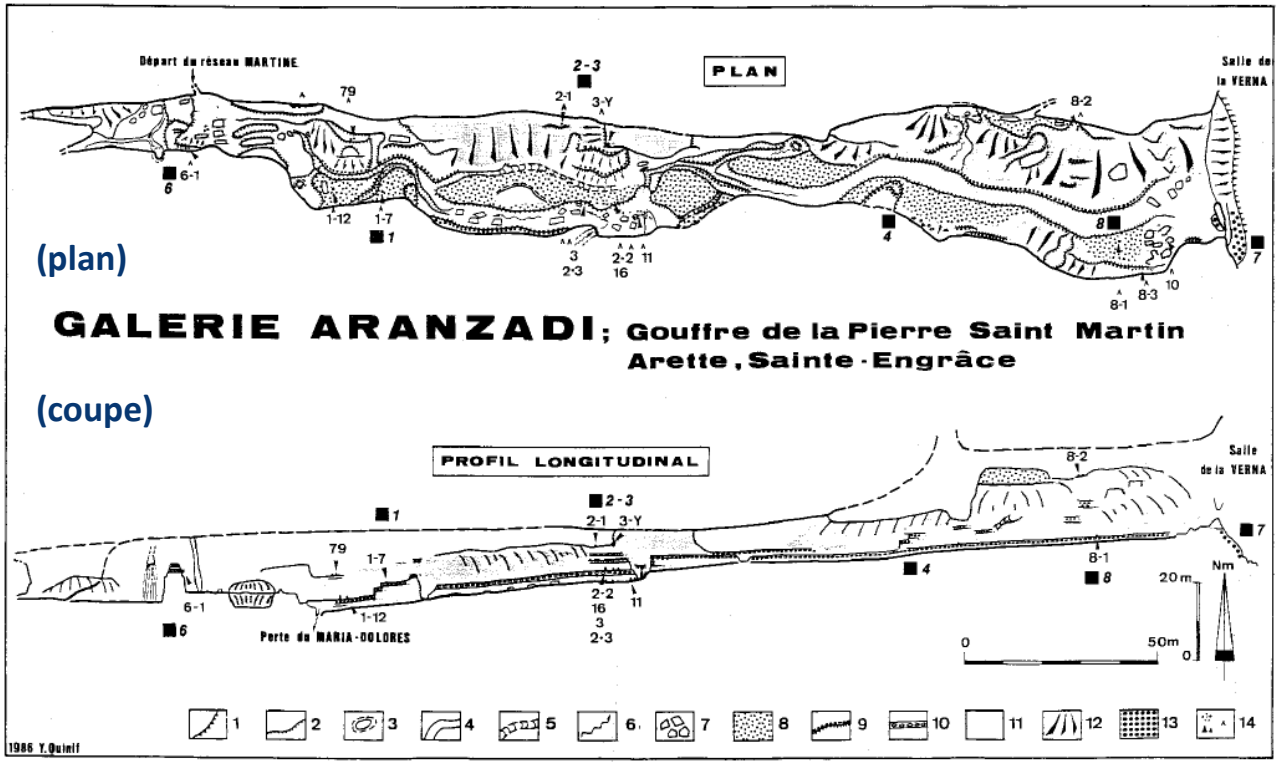
http://www.atm3d.com/v5/pdf/verna.pdf

- **240 m de diamètre**
- **194 m de haut**
- **~ 3,6 millions de m3**

GéolVal

Photo : Fred Verlaguet

les sédiments de la galerie ARANZADI



(LA VERNA)

Fig. 3.- Topographie de l'Aranzadi et distribution des dépôts.

1. Escarpement de plus de 5 m ; 2. Escarpement de moins de 5 m ; 3. Cheminée ; 4. Talweg ; 5. Talweg abandonné ; 6. Ecoulement ; 7. Eboulis (roche ou sédiment) ; 8. Dépôt de terrasse fluviatile ; 9. Rebord de terrasse ; 10. Niveau de terrasse ; 11. Dépôts de l'ensemble principal ; 12. Pente ; 13. Dépôts de l'ensemble inférieur ; 14. Stalagmites. Celles qui sont étudiées sont numérotées (nous avons omis d'indiquer les lettres AR-ST pour alléger le dessin).

documents d'après ▶

CHRONOSTRATIGRAPHIE ET EVOLUTION SEDIMENTAIRE EN MILIEU ALPIN DANS LA GALERIE ARANZADI (GOUFFRE DE LA PIERRE SAINT MARTIN, PYRENEES, FRANCE)[1]

par

Richard MAIRE[2] & Yves QUINIF[3]

Annales de la Société géologique de Belgique, T. 111 - 1988, pp. 61-77

GéolVal

les sédiments de la galerie ARANZADI

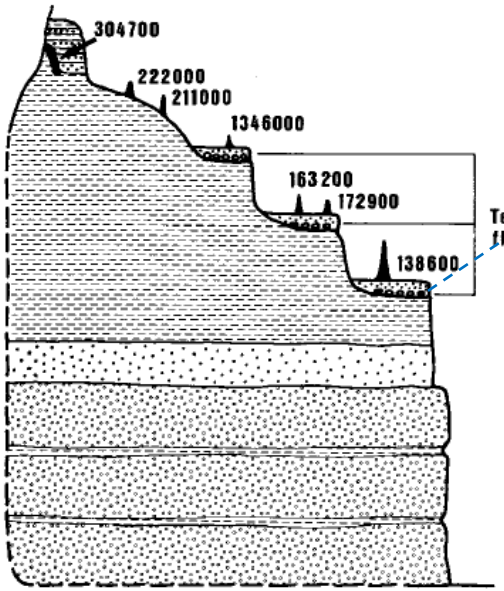


Fig. 4.- Coupe de principe des remplissages de la Galerie Aranzadi, montrant les trois ensembles sédimentaires détritiques et quelques stalagmites datées.

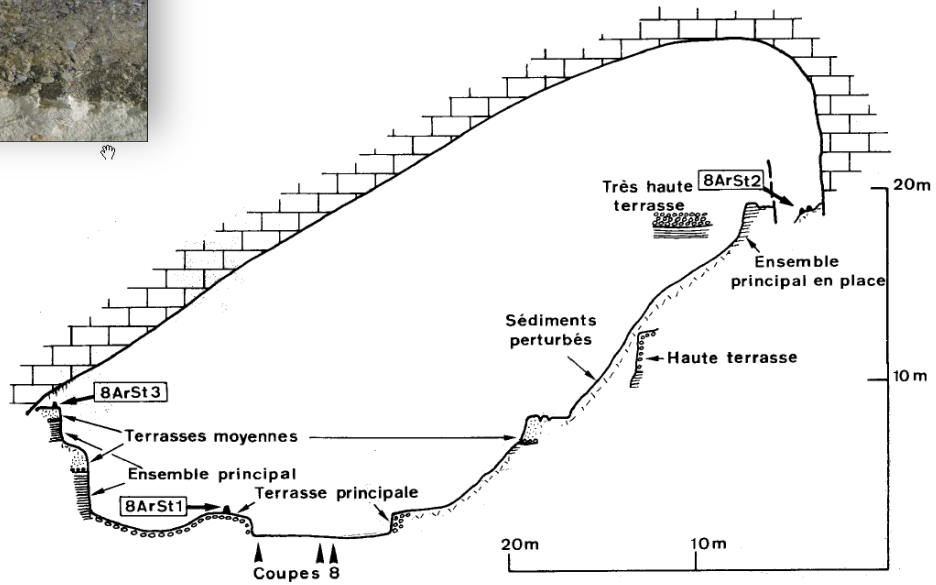


Fig. 9.- Section de la Galerie Aranzadi, à quelques dizaines de mètres du porche s'ouvrant sur la Salle de la Verna.

▲

les ensembles sédimentaires :

coupe schématique

(datation des stalagmites, en années)

▲

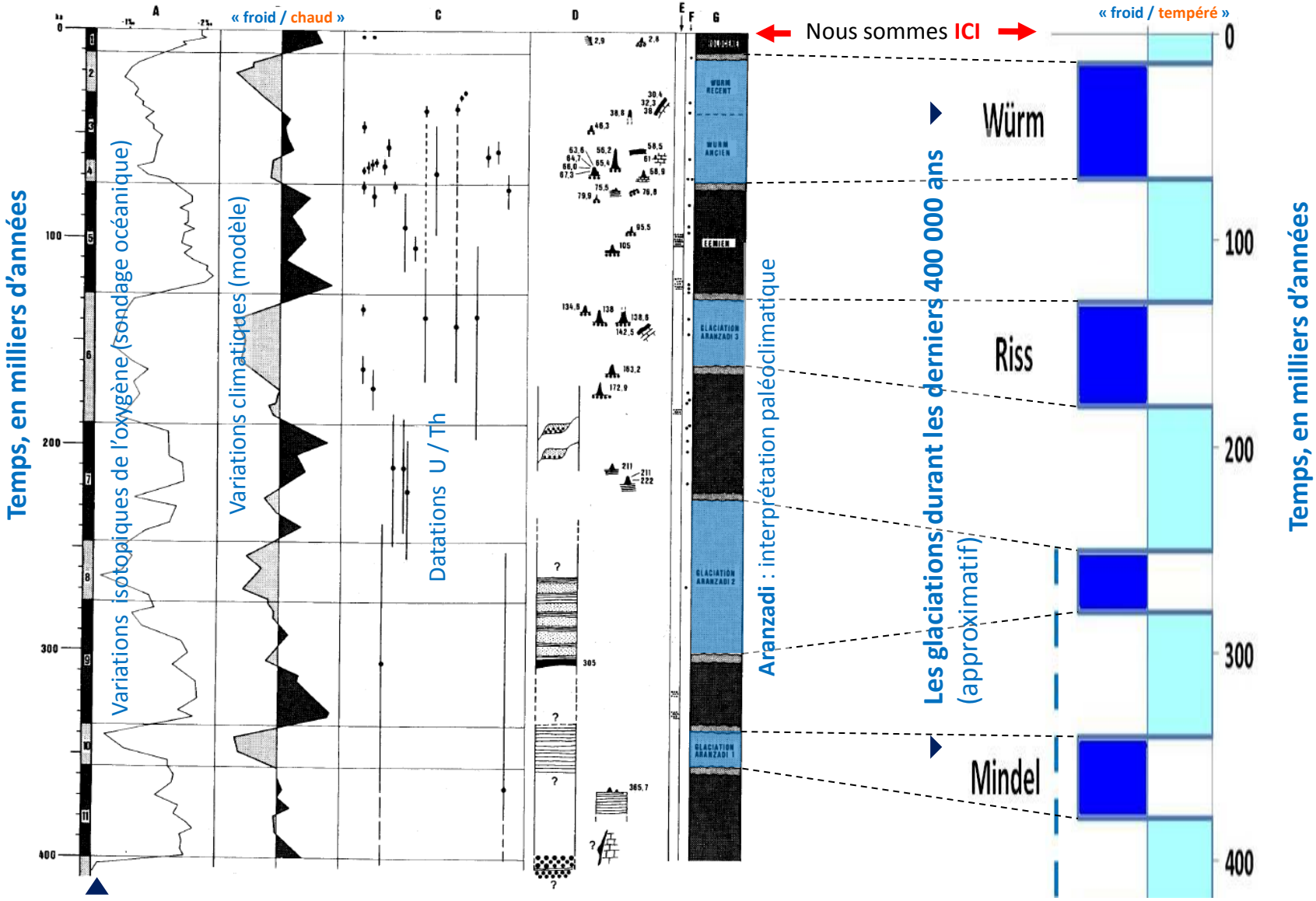
Section de la galerie

(près du porche d'entrée)

(d'après R. Maire et Y. Quinif)

GéolVal

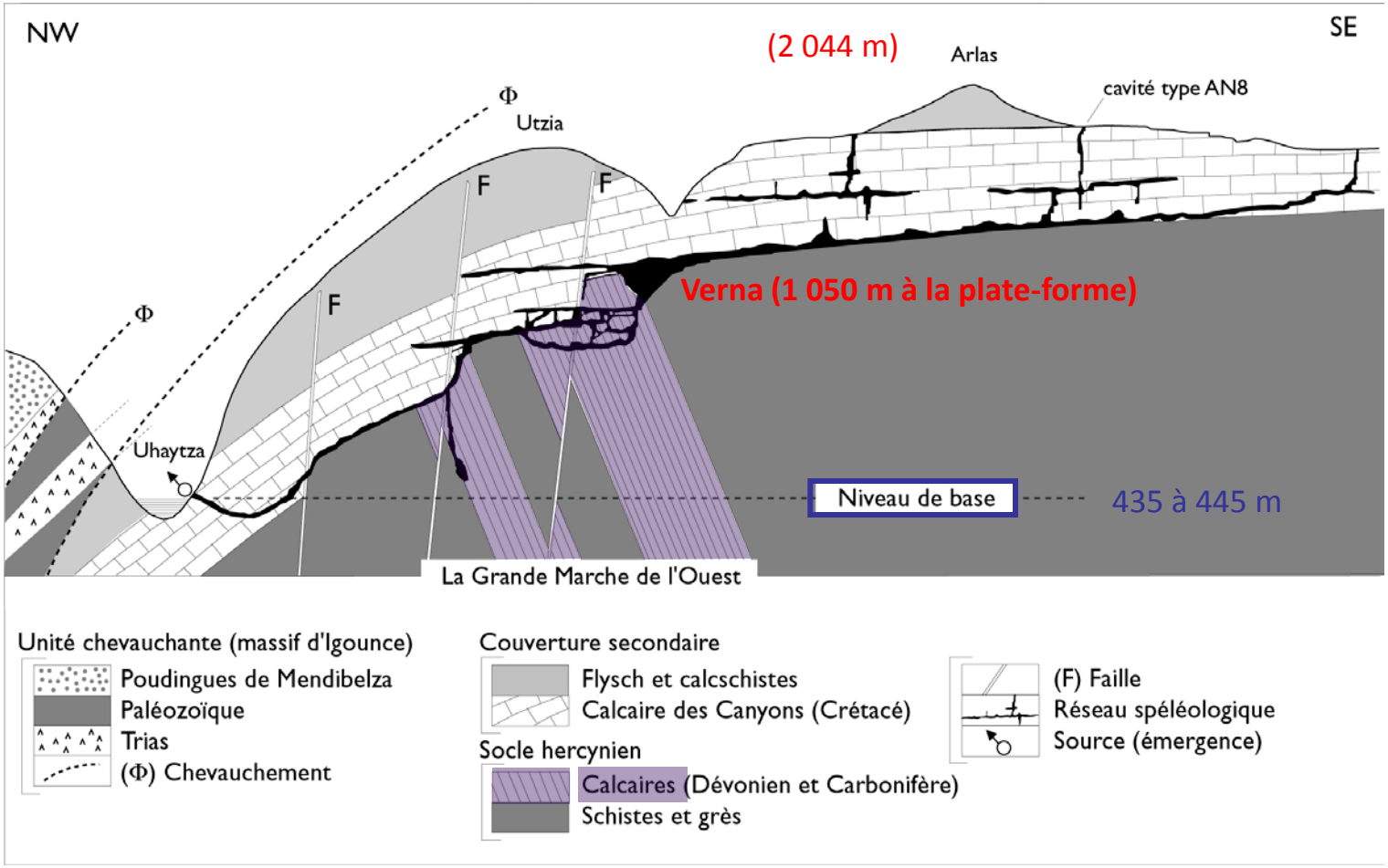
les sédiments de la galerie ARANZADI



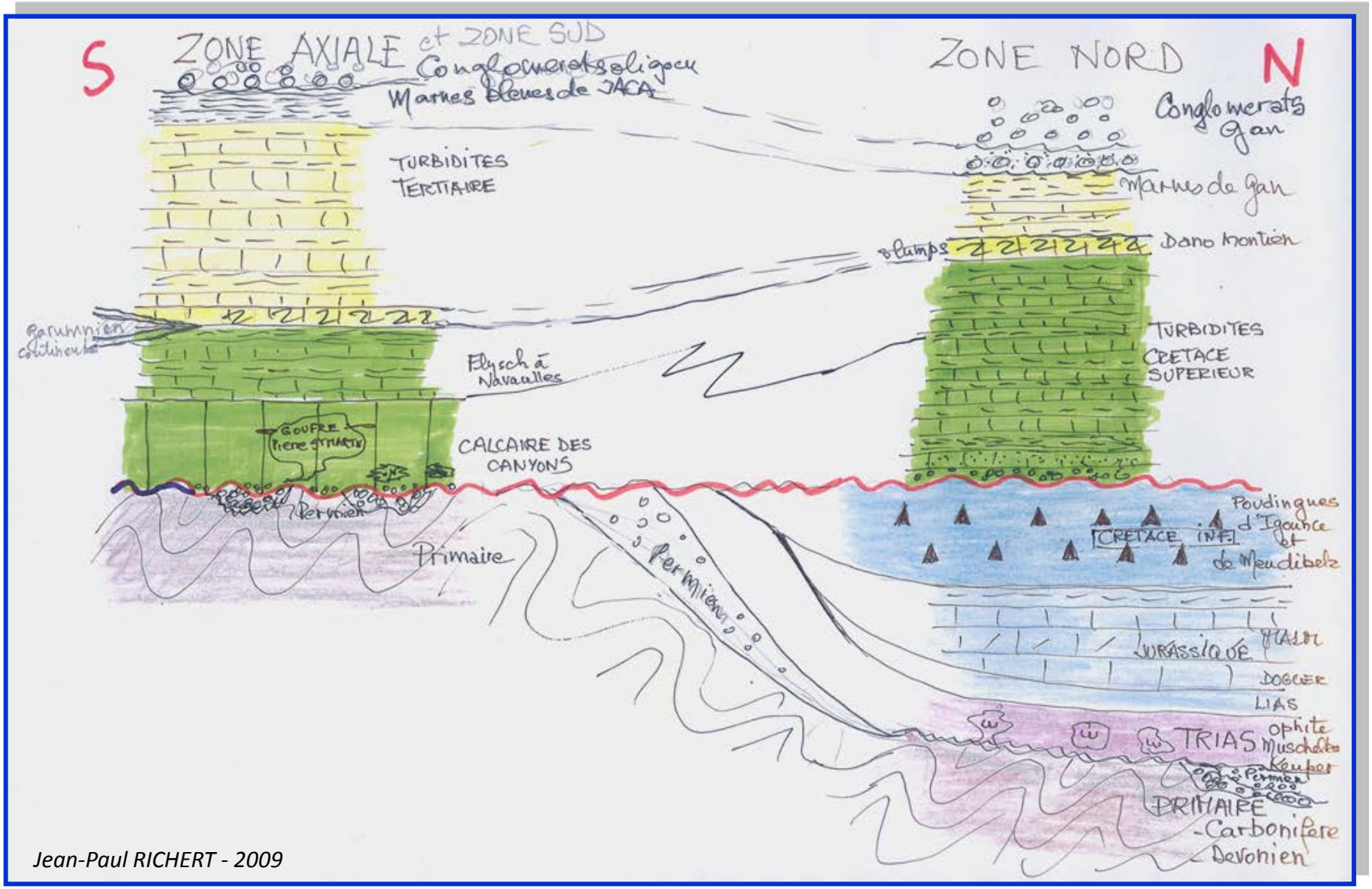
Essais de datations et de corrélation avec les épisodes glaciaires

(d'après R. Maire et Y. Quinif)

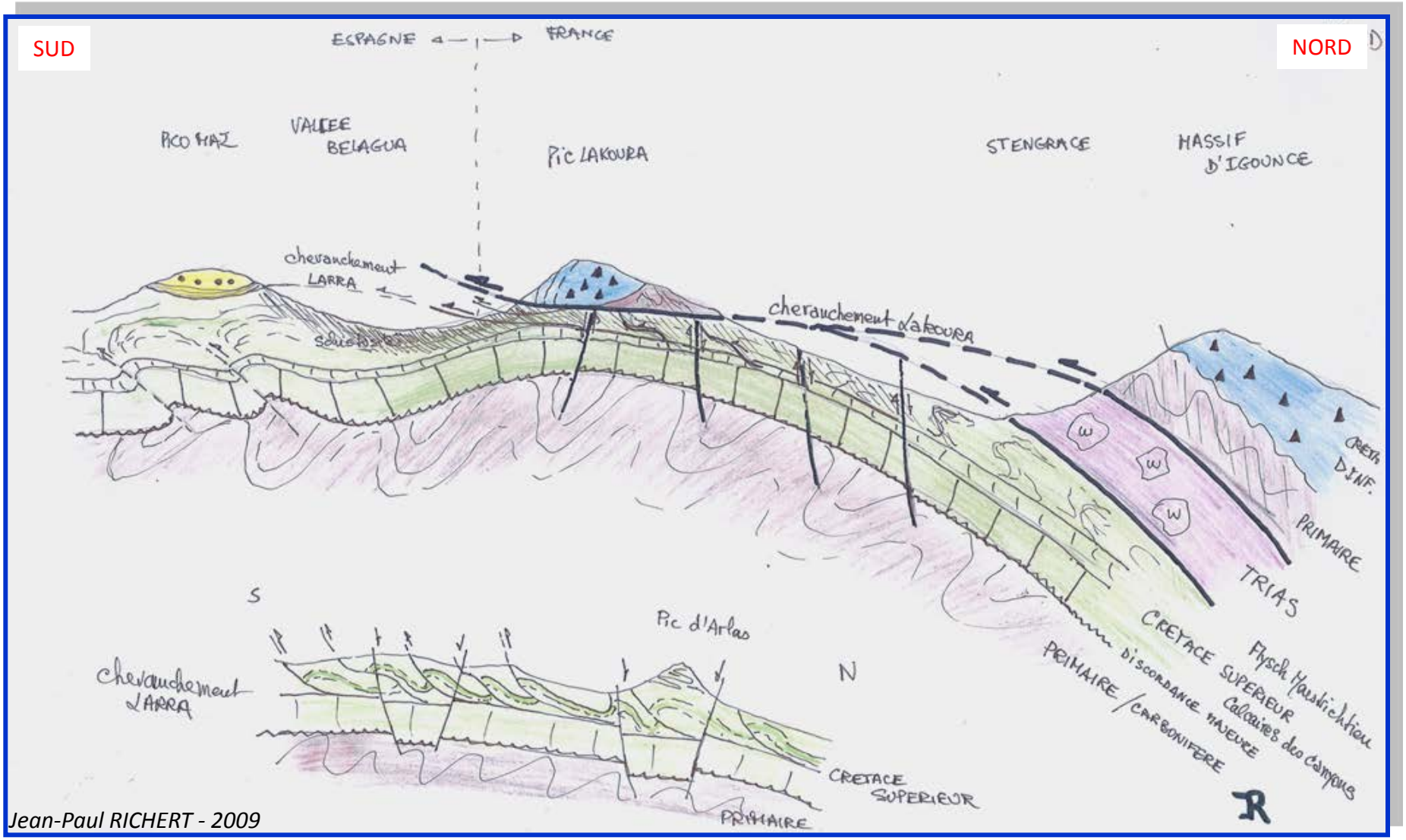
GéolVal



L'hypothèse: à l'ouest du massif, une série de failles décalent l'ensemble « socle » Primaire et couverture Crétacée, ce qui permet au réseau de continuer à se creuser plus bas.



Jean-Paul RICHERT - 2009



Jean-Paul RICHERT - 2009

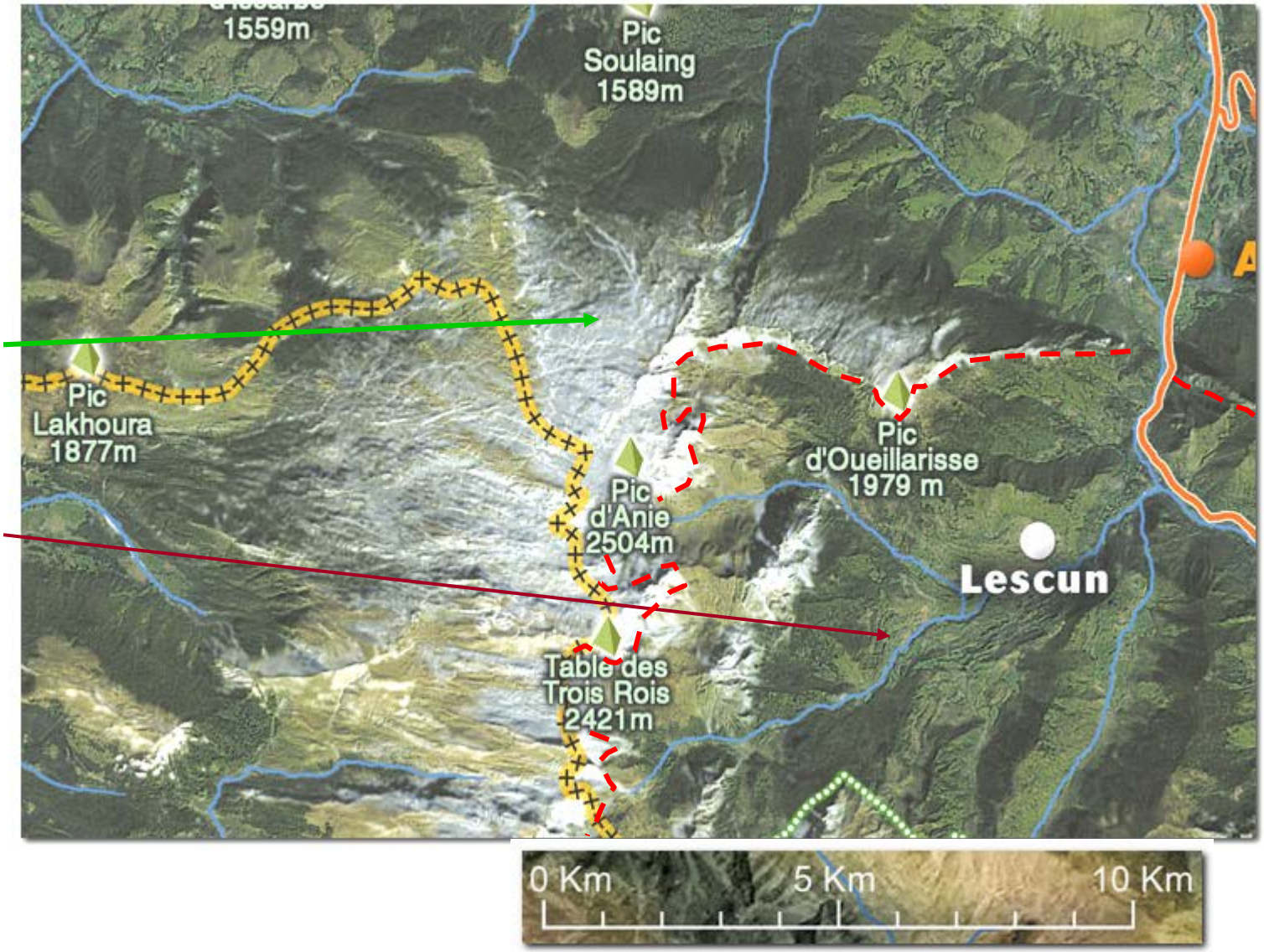
Vue satellite :

à G les arres d'Anie (Crétacé), à D le cirque de Lescun (Primaire)

… entre les deux : la discordance

"carapace" de ***Crétacé***

sur le " socle " ***Primaire***



GéolVal