Le cirque de Troumouse – samedi 12 septembre 2021

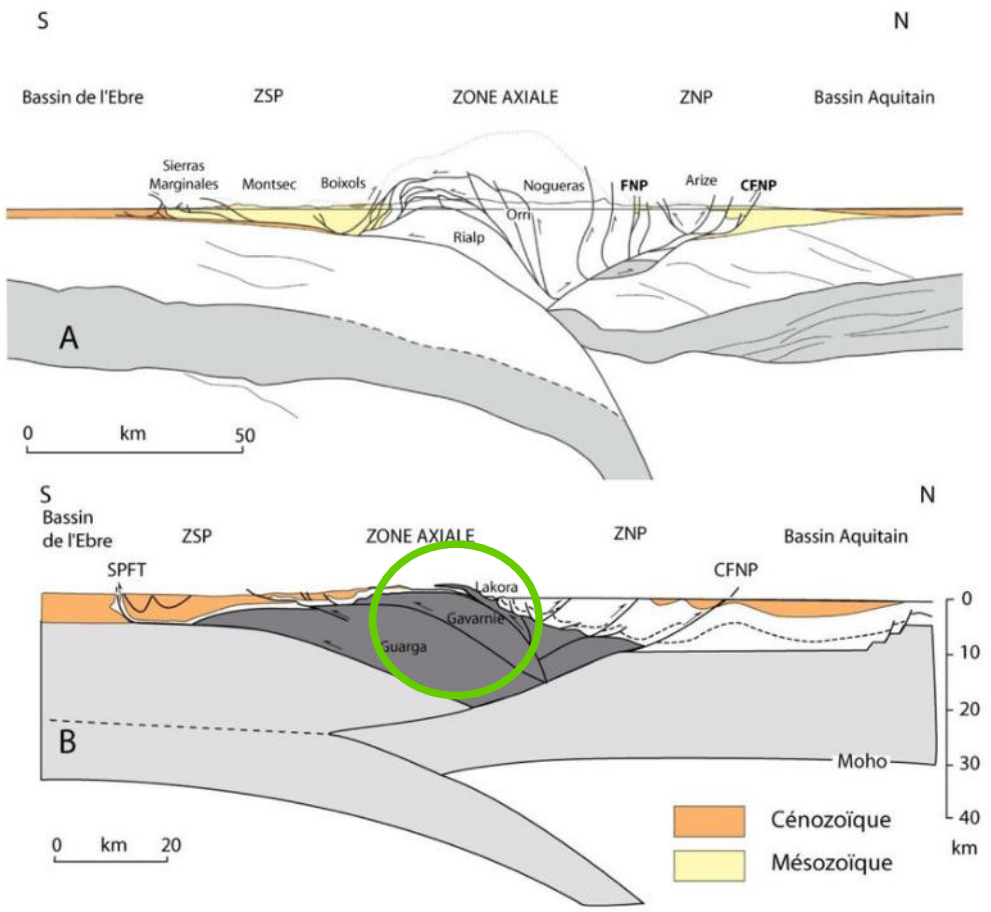


Par Audrey Billerot et Alain Péré

D’après le guide géologique des Hautes-Pyrénées de Y. Hervouet et A. Péré

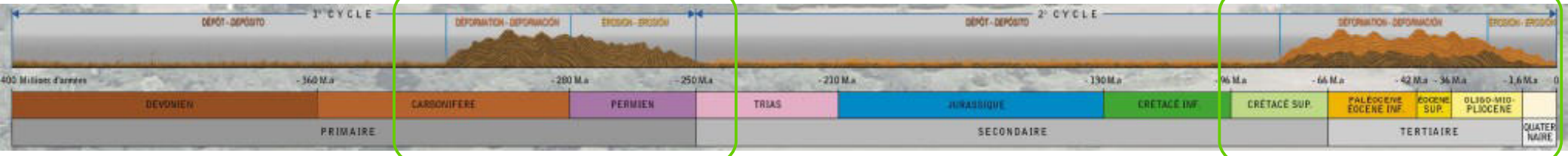
CONTEXTE GENERAL

Les Pyrénées sont le résultat de la collision entre la plaque Européenne et la plaque Ibérique qui a débuté il y a environ 70 à 65 Ma. Cependant, l'histoire des Pyrénées commence bien avant cette date, puisque l'on observe aussi des traces de l'histoire Primaire de la région, marquée par la formation de roches sédimentaires de plus de 450 Ma et leur déformation lors d'une collision entre deux plaques qui a conduit à la formation d'une gigantesque chaîne de montagnes il y a 350 Ma environ, que l'on appelle la chaîne Hercynienne.



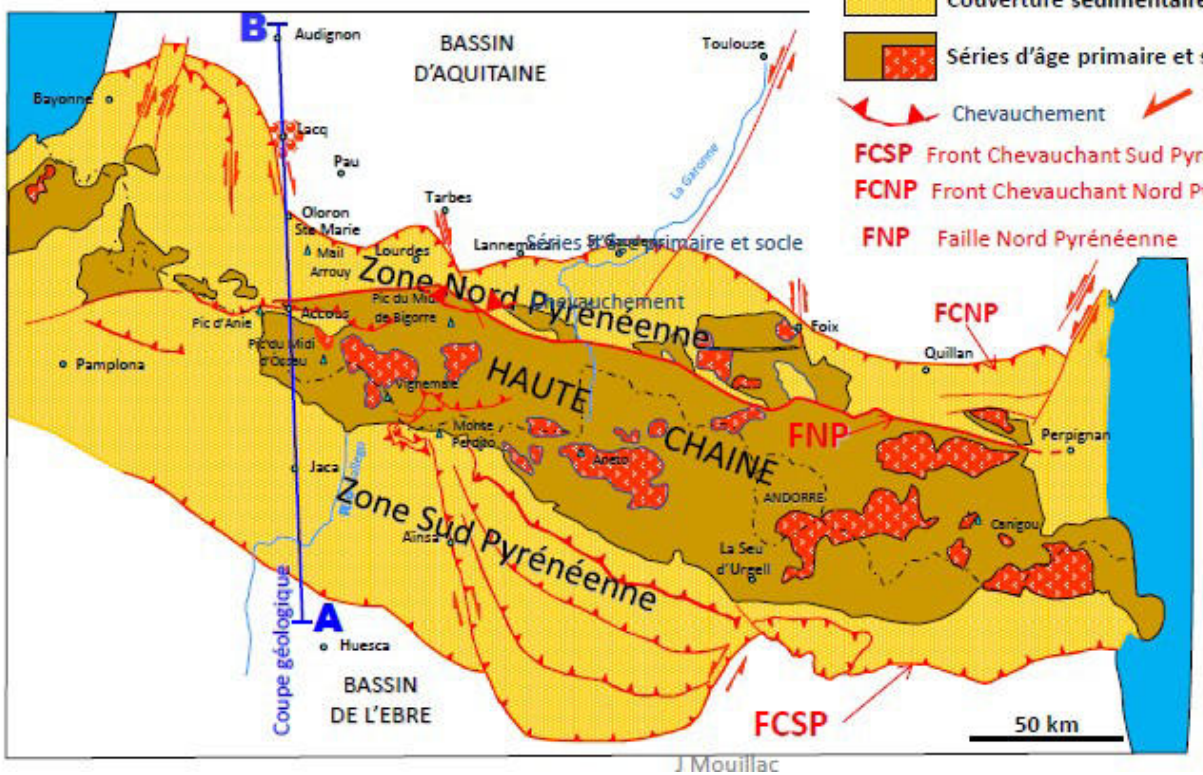
Coupes schématiques des Pyrénées centrales interprétée d'après le profil sismique ECORS, d'après Muñoz, 1992 (A) et Teixell, 1998 (B). Extrait de Trincal 2015 DOI:10.13140/RG.2.1.5016.5848

-360 à -250 Ma, formation et démantèlement de la chaîne Hercynienne



-70 à 0 Ma, formation des Pyrénées actuelles

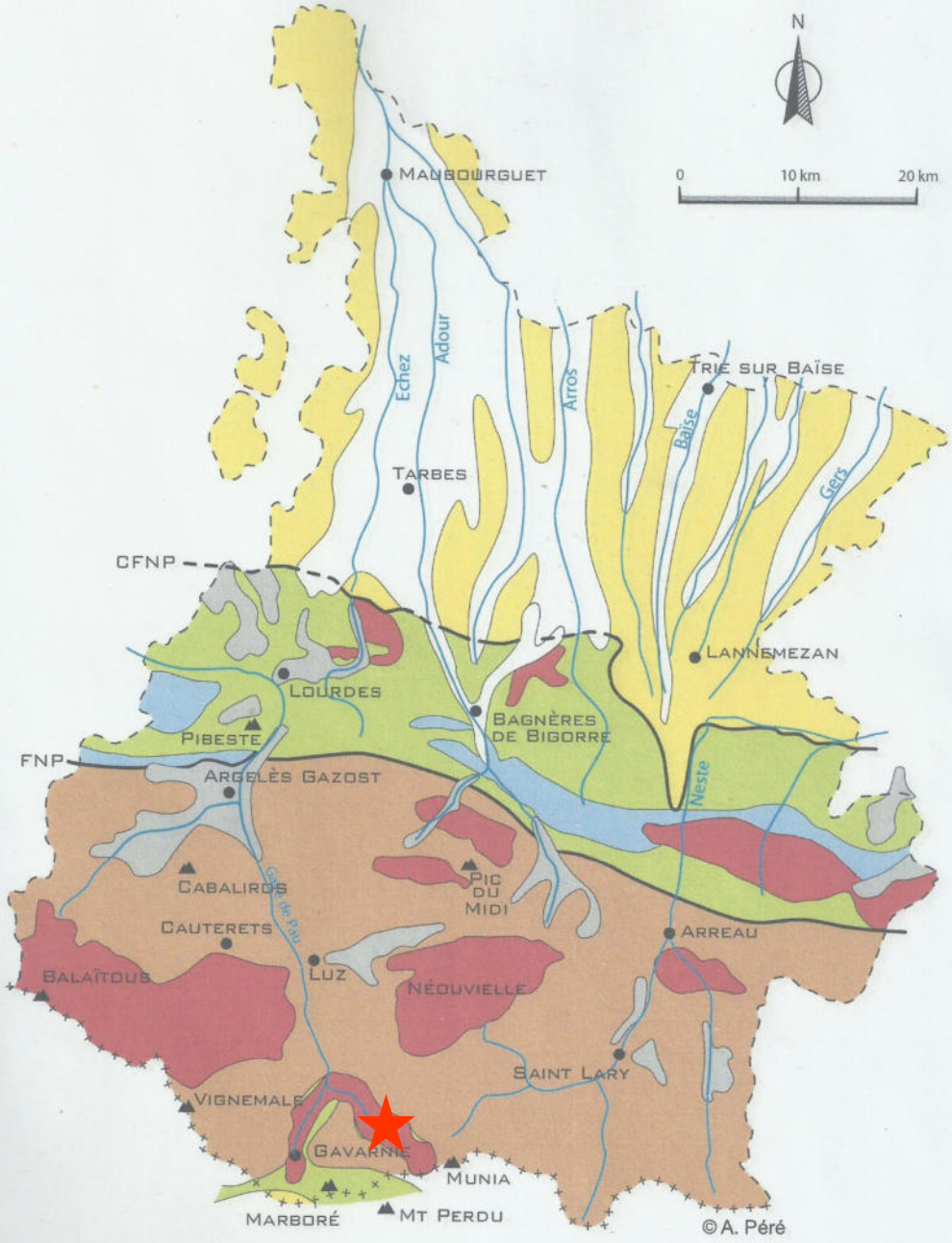
Sur une carte géologique simplifiée des Pyrénées, on observe deux grandes familles de roches : des roches d'âge secondaire et tertiaire et des roches beaucoup plus anciennes, datant de l'ère Primaire. Ces dernières ont subi des transformations et déformations liées aux deux épisodes de chaînes de montagnes enregistrés dans les Pyrénées, alors que les premières n'ont subi que l'histoire Pyrénéenne puisqu'elles se sont formées après l'épisode Hercynien.



N'ont subi que les évènements Pyrénéens

Ont subi les évènements Hercyniens et Pyrénéens

J Mouillac 5



CARTE GÉOLOGIQUE SIMPLIFIÉE DES HAUTES-PYRÉNÉES

La carte géologique simplifiée des Hautes-Pyrénées nous montre que l'excursion se situe dans une zone où nous allons observer principalement des terrains anciens, de l'ère primaire, ainsi que quelques pointements de roches du Crétacé. Dans le cirque de Troumouse, nous verrons des indices d'un chevauchement de grande ampleur ayant affecté la zone. Une grande partie des indices que nous observerons sont rendus visibles du fait de l'érosion glaciaire et fluviatile qui s'est produite durant le Quaternaire.

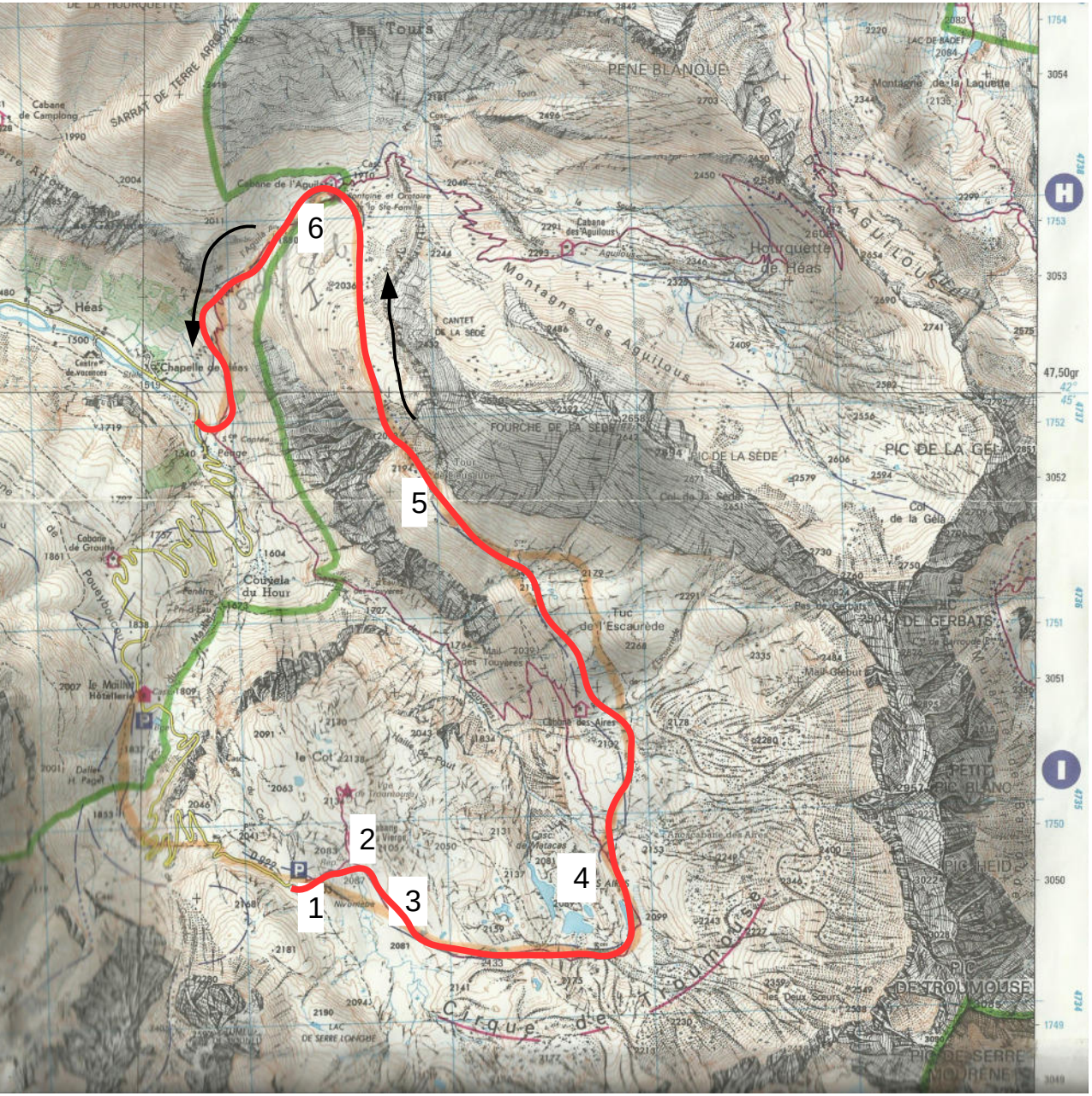
★ Zone de l'excursion

- DÉPÔTS ALLUVIONNAIRES DU QUATERNAIRE
- DÉPÔTS MORAINIQUES DU QUATERNAIRE
- MOLASSES, ARGILES À GALETS ET CALCAIRE DU TERTIAIRE
- CALCAIRES ET GRÈS DU CRÉTACÉ
- CALCAIRES, DOLOMITES ET MARNES DU JURASSIQUE
- SCHISTES, GRÈS ET CALCAIRES DU PRIMAIRE
- ROCHES MAGMATIQUES ET MÉTAMORPHIQUES

FNP : FAILLE NORD PYRÉNÉENNE

CFNP : CHEVAUCHEMENT FRONTAL NORD PYRÉNÉEN

ITINERAIRE DE LA SORTIE



Arrêts prévus :

1) Andalousite (Chiastolite) dans les schistes Siluriens. (*Métamorphisme*)

2) Le contact anormal entre le crétacé et le Paléozoïque métamorphisé. Cet ensemble Paléozoique-Crétacé forme la partie autochtone de la nappe (celle qui n'a pas bougé), mais sur laquelle s'est déplacé la partie dite « allochtone », que constituent les grandes falaises entourant le cirque.

3) Observation et caractérisation du calcaire Crétacé

4) Lacs glaciaires en cours de comblement et série allochtone dans le paysage.

5) Tour de Lieusaube : bout de falaise effondré.

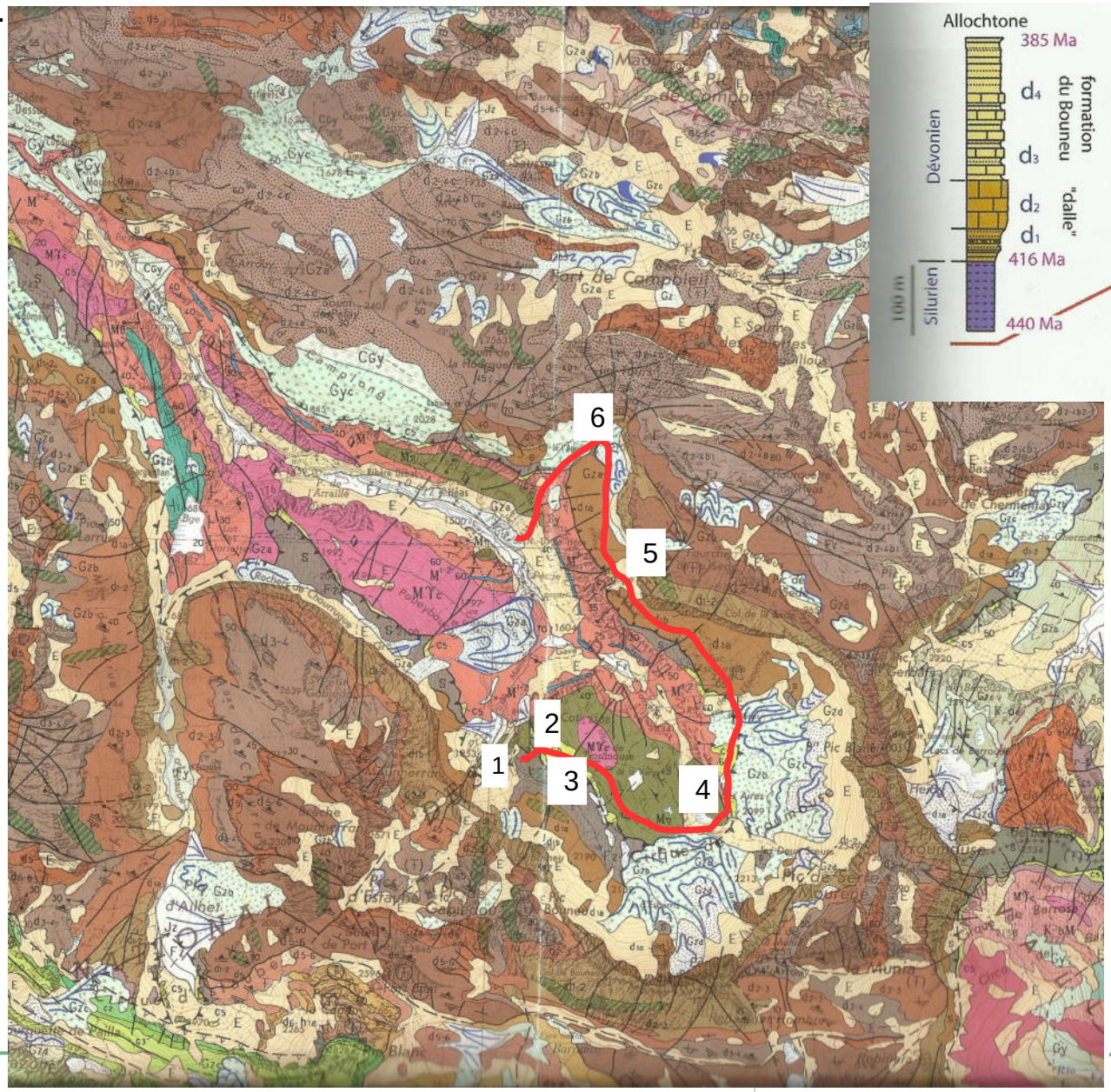
Durant la marche entre le 5) et le 6), nous observerons une vallée en auge typique. Nous apercevrons aussi la chapelle de Héas, qui a été le théâtre de plusieurs évènements historiques en lien avec l'érosion très récente de la zone (avalanche, éboulement).

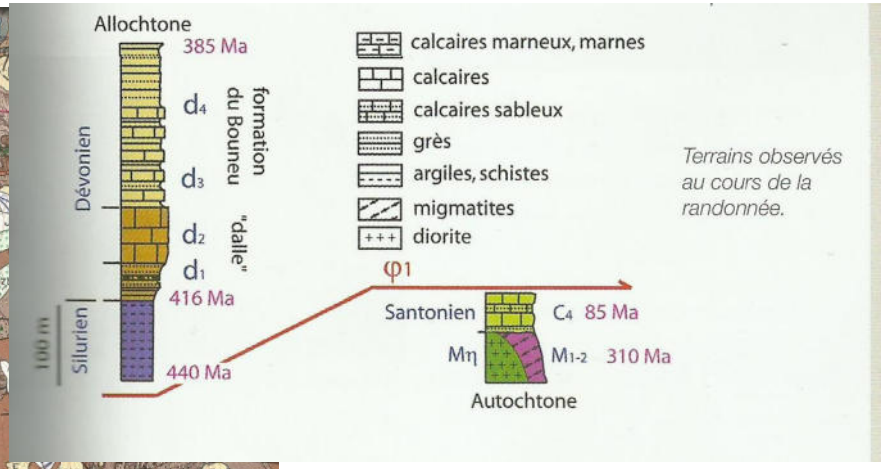
6) Interprétation du paysage : la nappe. Description des différentes unités structurales.

Puis, descente dans le socle cristallin constitué de granites et migmatites d'âge paléozoïque.

CARTE GEOLOGIQUE DE LA ZONE

Une carte géologique montre les roches qui constituent le sous-sol ainsi que les relations entre elles. Elle est construite par les géologues, à partir d'observations de terrain, photos aériennes, etc. Chaque couleur correspond à un age et à un type de roches.





Légende : Sur la carte, les couleurs représentent la même chose que sur les colonnes lithologiques.

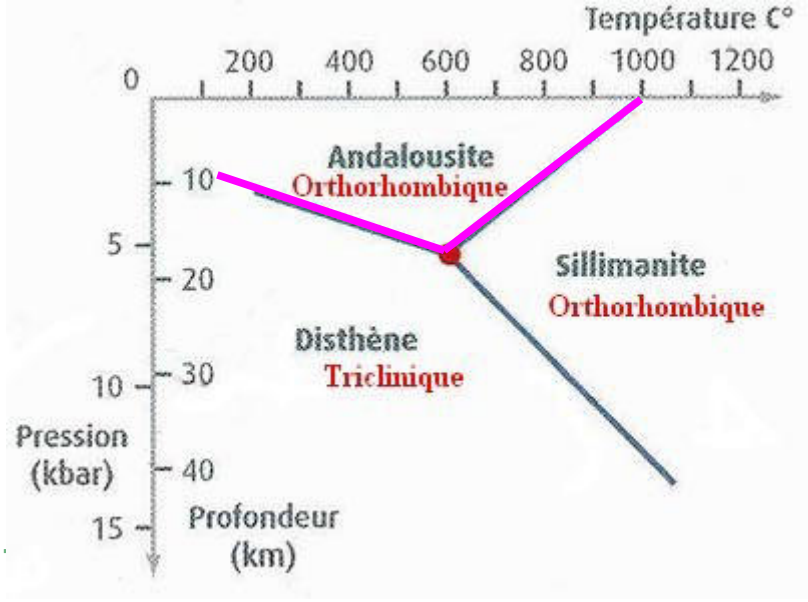
ARRET 1 : Andalousite /métamorphisme / base de la nappe

Ici, on observe le schiste du Silurien. Il est caractérisé par sa couleur très foncée et sa richesse en argile. Il peut y avoir des niveaux calcaires sombres intercalés parfois. Il est très riche en matière organique. Ici, dans le Silurien, on observe des cristaux d'Andalousite.



L'Andalousite est un minéral de la famille des silicates d'alumine. Il existe trois forme cristalline pour une même composition élémentaire :
- l'andalousite,
- la sillimanite,
- le disthène.

Chacune de ces formes cristallines n'est stable que dans un domaine de pression et de température bien défini. La présente de l'une ou l'autre de ces formes cristallines dans une roche permet donc d'avoir une idée des conditions de P et T que la roche a subit après sa déformation, lors d'un métamorphisme.



La présence de ce minéral indique que la roche a subit une augmentation de la température à assez basse pression. Cet épisode métamorphique est associé à l'orogénèse hercynienne.

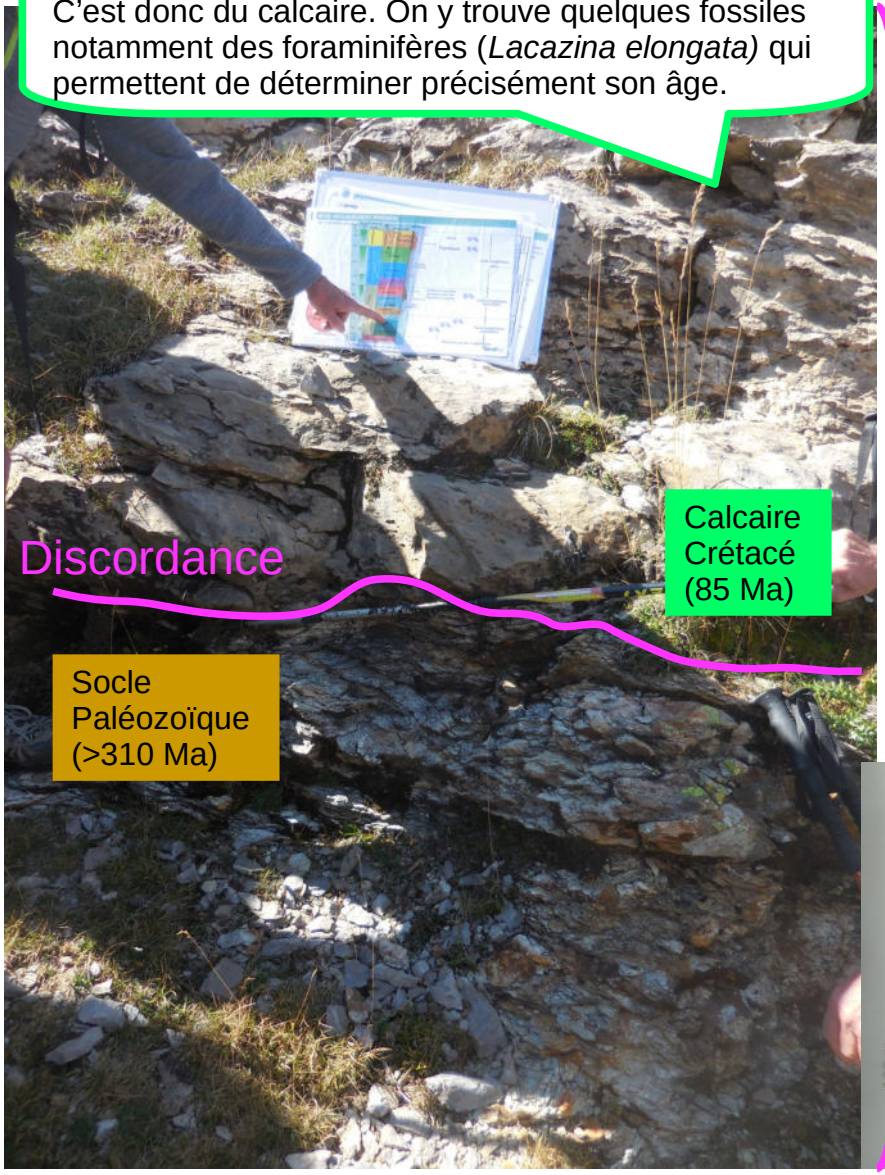
ARRET 2 : Le contact entre le crétacé/socle : discordance

On observe le calcaire Crétacé Supérieur (Santonien -85 Ma) qui s'est formé par dépôt sur une plateforme marine peu profonde, directement sur les roches métamorphisées lors de l'orogénèse Hercynienne et que l'on appelle ici le socle Paléozoïque.

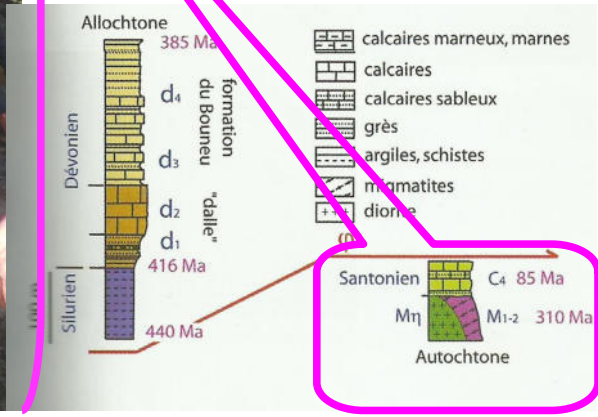
Ce contact représente une lacune sédimentaire de 250 Ma, qui est aussi une discordance puisque les terrains Paléozoïques ont subi les déformations Hercyniennes avant d'être immergées, après le démantèlement de la chaine Hercynienne.

Cet affleurement correspond à la partie autochtone de la colonne stratigraphique.

Notons que cette discordance est visible ailleurs dans les Pyrénées, notamment, dans le cirque de Barroude ou en vallée d'Aspe et d'Ossau. Les calcaires Crétacés y reposent respectivement sur les terrains Permiens ou les granites Hercyniens (Eaux-Chaudes par exemple)

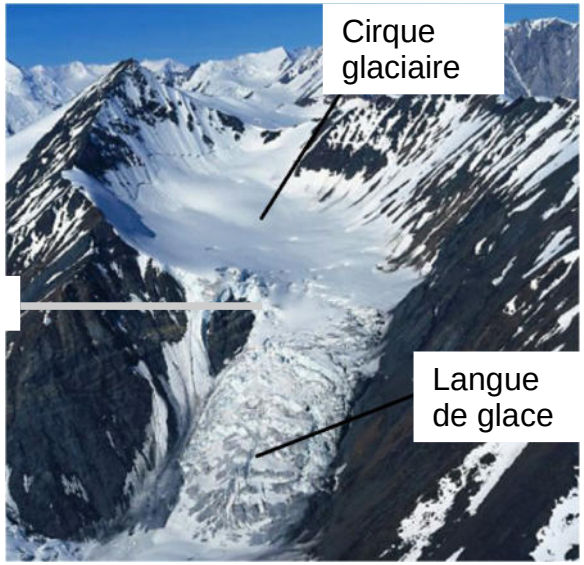


NB : Au Crétacé, le niveau des océans est monté à l'échelle globale. La mer a envahi de nombreuses terres jusque là émergées. Dans ces mers se sont déposées les roches calcaires du Crétacé, en discordance.



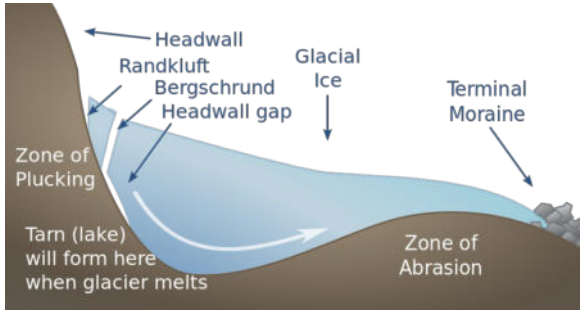
ARRET 4 : Le cirque glaciaire et les lacs des Aires



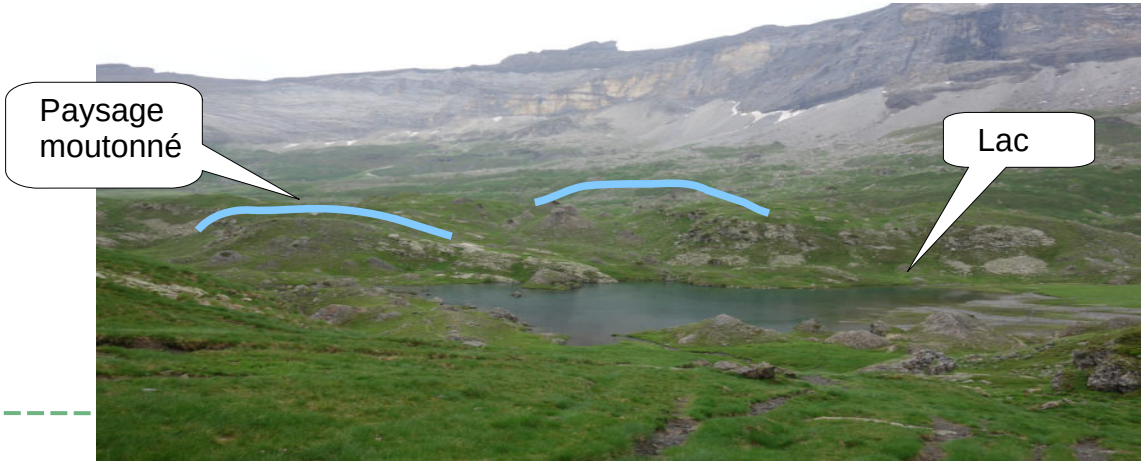


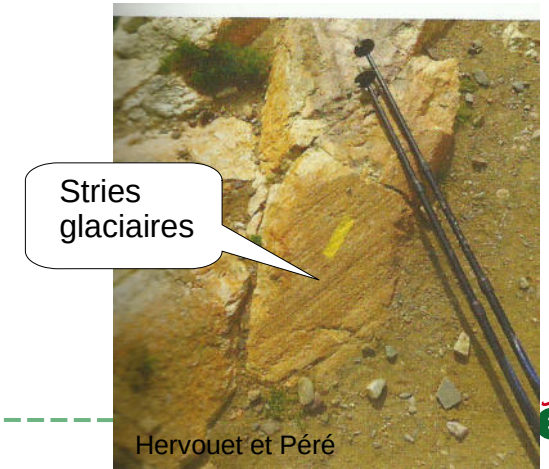
Nous sommes dans le cirque de Troumouse, qui est le résultat d'une érosion glaciaire qui s'est produite durant les 100 000 dernières années.

Le modelé typique observé (Forme circulaire, lac, paysages « moutonné », stries glaciaires) est du à l'action du glacier. Au niveau des cirques, la présence de glace bloquée par un verrou (rétrécissement de la vallée) provoque un surcreusement qui se remplit d'eau et forme un lac après le retrait des glaciers.



Les lacs des Aires sont des petits lacs glaciaires en cours de comblement (rapide). Ce comblement est le résultats de dépôt de sédiments dans des étendues d'eau de plus en plus petites à cause du changement climatique (température trop haute et précipitation neigeuses trop faibles).





éolVal

ARRET 4 : Reconstitution du glacier au niveau régional





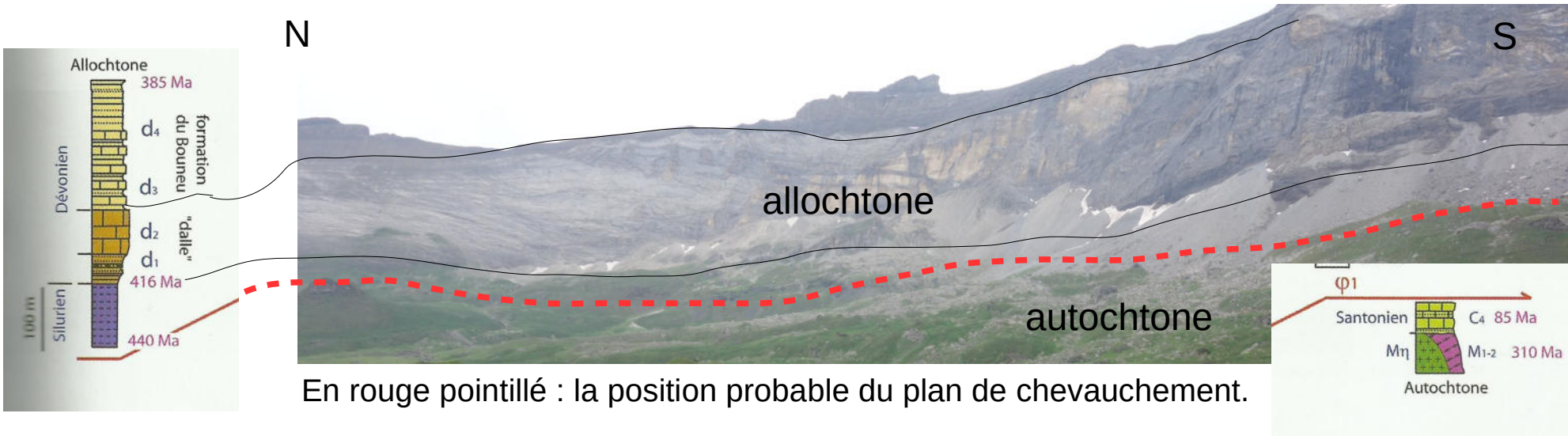
Il y a environ 60 000 ans, la glace remplissait les cirques de la région. Plus de 500 m (jusqu'à 900 m parfois) de glace était accumulée dans les cirques et vallées.



F. Grousset et al, 2018, Chap. 2, Du climat du passé au climat du futur en Aquitaine

ARRET 4 : La série allochtone

Elle est visible de loin, dans les falaises qui nous entourent. Elle est composé de la superposition de plusieurs centaines de mètres de roches :
- les roches du Silurien, à la base, qui ont servi de lubrifiant pour le déplacement de la nappe,
- les roches du Dévonien inférieur, dit « calcaire de la dalle »,
- des schistes gréseux du Dévonien moyen,
- les calcaires sommitaux du Dévonien supérieur (Dévonien moyen et supérieur constituent la série du Bouneu),
- le tout recouvert localement par la série de Sia.



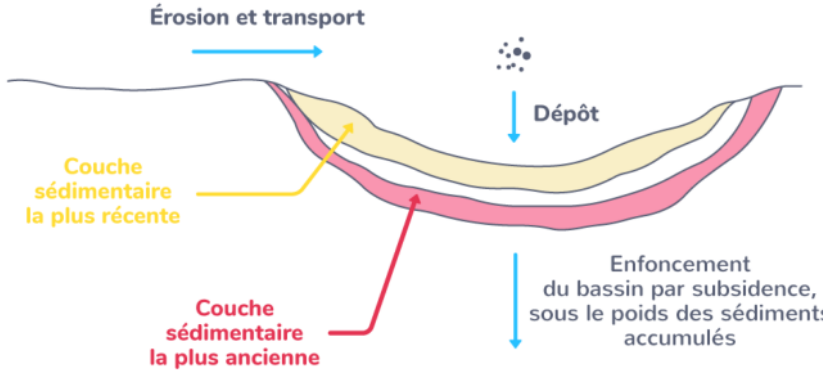
En rouge pointillé : la position probable du plan de chevauchement.

Toutes ces roches sont plus anciennes que l'unité sur lesquelles elles reposent. En effet, comme vu précédemment, le fond du cirque est constitué de roches ayant été remaniées lors de l'orogénèse Hercynienne (Carbonifère) sur lesquelles reposent en discordance des roches sédimentaires Crétacé. Pour expliquer cette anomalie dans « l'ordre » des ages des roches, ils nous faut invoquer une faille inverse majeure et quasi plate : un chevauchement.

La notion de contact anormal

Il nous faut rappeler ici qu'on considère en géologie que les roches sédimentaires les plus anciennes se trouvent normalement en bas de la série et les plus jeunes, en haut.

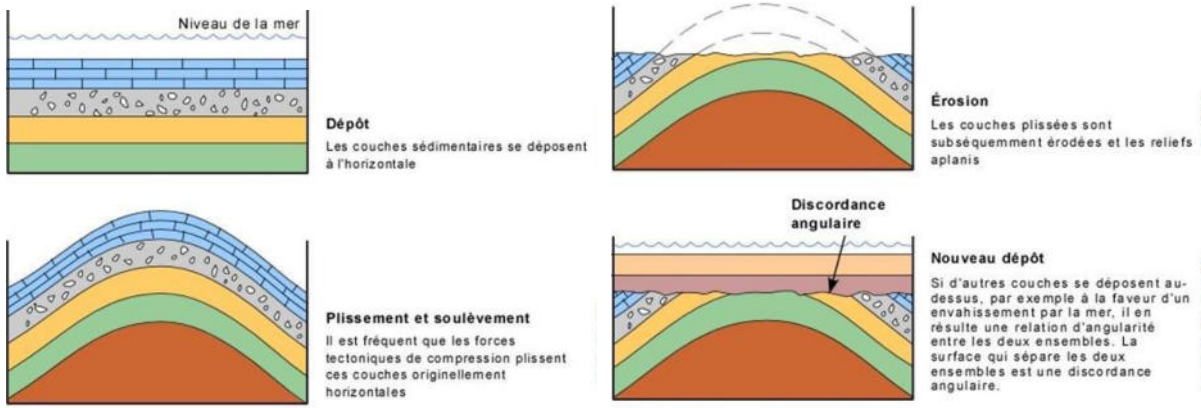
Si rien ne se passe entre le dépôt et l'observation des roches, les différentes couches (strates) sont rangées dans l'ordre de dépôt : les plus anciennes au fond du bassin, les plus récentes au dessus.



www.kartable.fr/ressources/svt/cours/sedimentation-et-milieux-de-sedimentation/49853

Si l'ordre chronologique de dépôt est chamboulé, c'est que des évènements géologiques se sont produits a posteriori et ont perturbé l'ordre de l'enregistrement sédimentaire. Des observations à différentes échelles permettent de les déterminer.

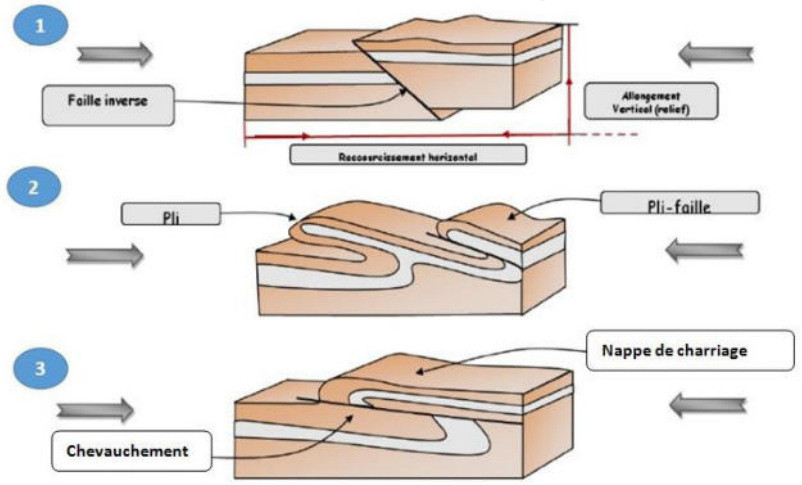
Lacune et discordance angulaire en cas d'arrêt de la sédimentation et éventuellement déformation



Réf. : Planète Terre par Pierre-André Bourque

Vu à l'arrêt 2

Faille inverse, pli et chevauchement en cas de contraintes compressive



www.profexpress.com/exercices-en-ligne/svt/corrige-bac-svt-2019-liban-le-domaine-continental-et-sa-dynamique/

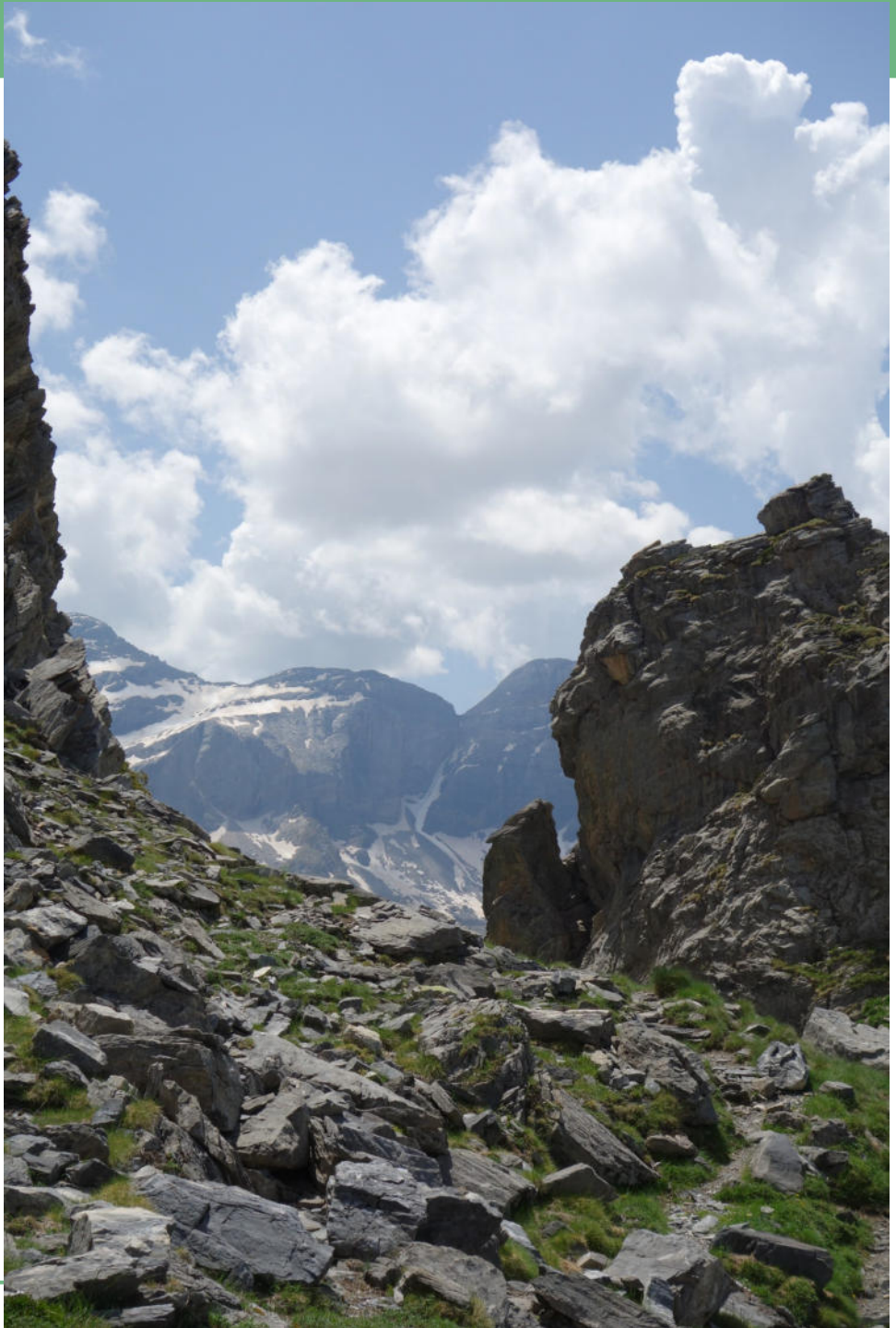
Vu aux arrêts 4), 5) et 6)

éolVal

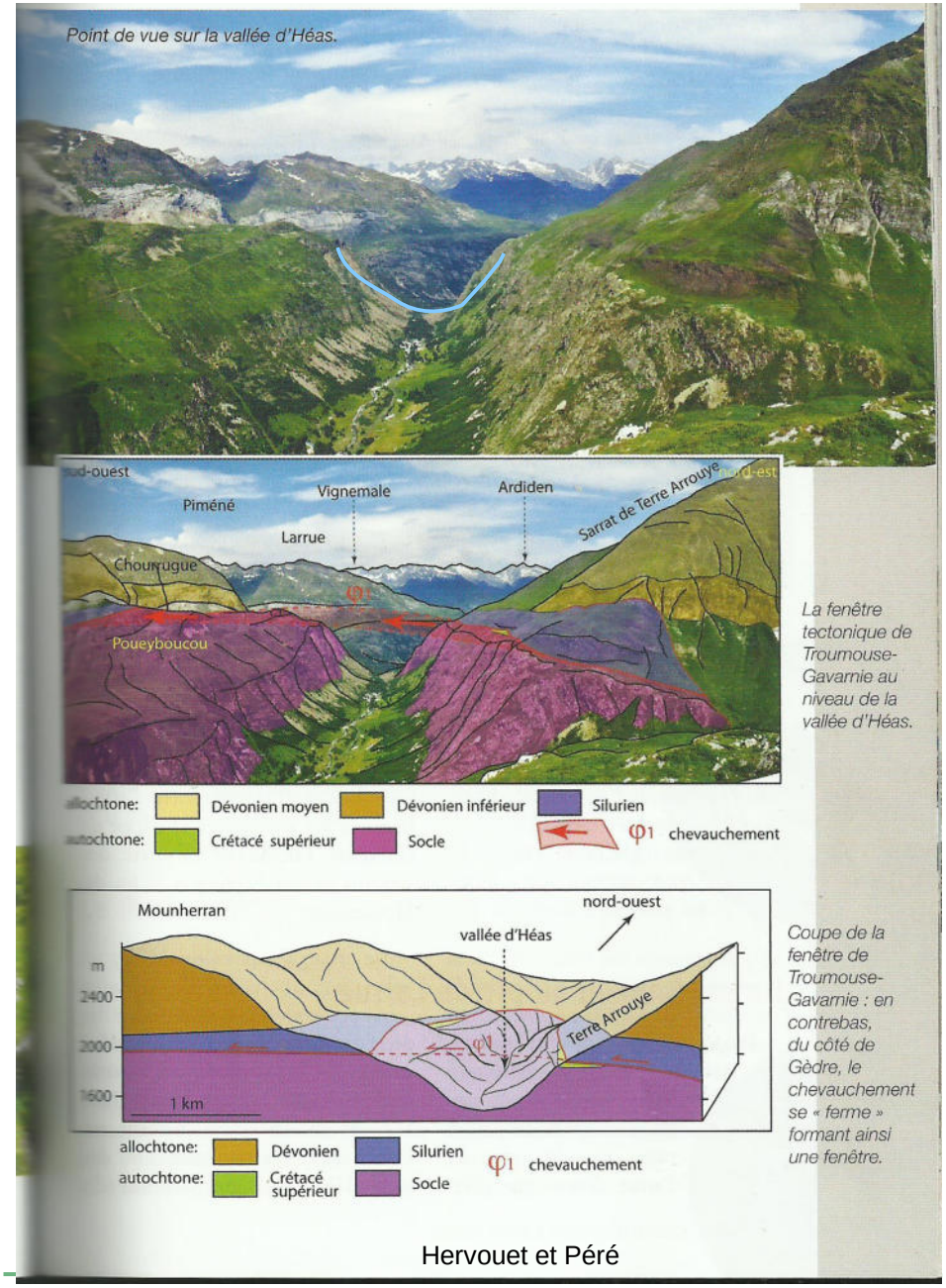
ARRET 5 : Tour de Lieusaube

Cet éperon se trouve au pied de la falaise. Il est constitué des mêmes roches que celle-ci. Sa position, sa forme et sa composition permettent de faire l'hypothèse qu'il s'agit d'un énorme bloc qui s'est détaché de la falaise. C'est donc le résultat d'une érosion faisant intervenir la gravité.

On peut supposer que cet évènement s'est produit après le retrait des glaciers car ceux-ci auraient probablement entraîné et détruit cette tour si elle était tombée avant leur passage.



Entre les arrêts 5) et 6) : la vallée glaciaire et la fenêtre tectonique



Hervouet et Péré

La vallée d'Héas a la morphologie typique d'une vallée glaciaire.

A cet endroit, grâce au creusement par les glaciers, on peut voir dans le paysage que des roches du Silurien et Dévonien (450 à 360 Ma) reposent sur des roches Paléozoïques ayant subit des transformations en lien avec l'orogénèse hercynienne (métamorphisme et migmatites aux alentours de 310 Ma) ou directement sur les roches du crétacé Santonien. Comme on l'a vu à l'arrêt 2, l'ensemble roches Paléozoïques remaniées + Crétacé constitue l'autochtone de la nappe.

On observe de nouveau ici le résultat du déplacement sur un grand chevauchement de terrains vieux par dessus des terrains plus jeunes : c'est le chevauchement de la nappe de Gavarnie, qui a déplacé l'unité ancienne (allochtone) sur une dizaine de kilomètres vers le sud.

Entre les arrêts 5) et 6) : la chapelle d'Héas et l'érosion récente.



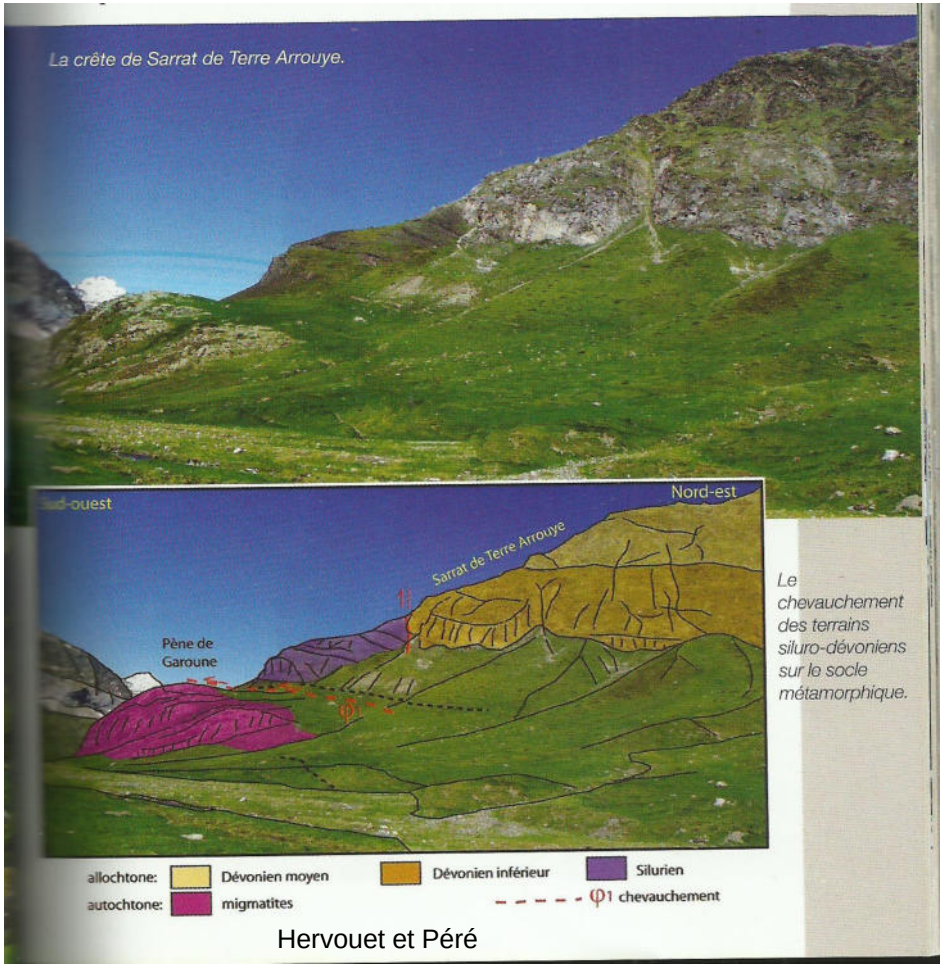
Le livre de Louis Dupouy « Notre Dame de Héas » raconte l'histoire de la chapelle située en contrebas. Certains évènements récents sont le résultats de processus actuel d'érosion.

D'après ce livre, en mai 1650, après des pluies torrentielles discontinues pendant 3 jours du 15 au 18 mai, des blocs se détachent du Turon de Pouybocou (rive gauche) et obstruent la vallée de Héas au niveau de l'Araillé pour former un grand lac.

Le 5 septembre 1788, une trombe d'eau éclata sur les montagnes d'Héas, le torrent grossit et la poussée des eaux emporta le barrage. Les dégats furent observés à Gèdre, Luz et même Pierrefitte.

Le 23 janvier 1915, une avalanche se produit. La chapelle est détruite. Seul le dôme subsiste. Il s'effondre avec la fonte de la neige de l'avalanche. Il y a 2 morts au cours de cet évènement. L'accumulation de neige à l'Aguila a favorisé l'avalanche, partie du Pic des Aiguillous et suivit le lit du torrent. La quantité de neige fut telle qu'elle ne commença à fondre qu'à la mi-avril.

ARRET 6 : Aguila : la nappe avec sa base de Silurien sur le socle cristallin



Le chevauchement des terrains siluro-dévoniens sur le socle métamorphique.

Hervouet et Péré

Interprétation du paysage : la série Paléozoïque repose en chevauchement sur le socle cristallin. La couche de Silurien a servit de « couche savon » du fait de sa nature très schisteuse et déformable.

Une fois repéré, le chevauchement de la nappe de Gavarnie est visible partout dans le paysage !

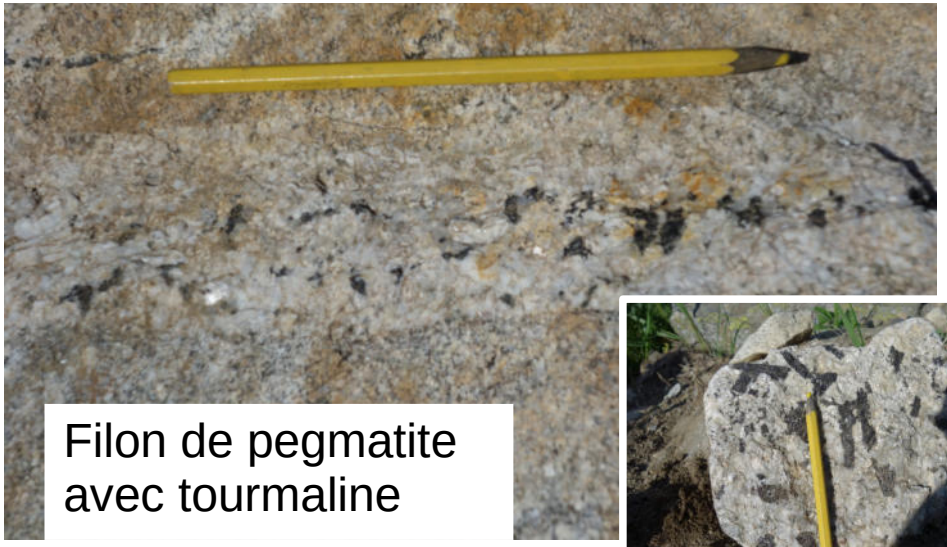
Le Silurien, très noir, très fracturé, à la base de la nappe.



GéolVal

Après l'ARRET 6 : Descente dans le socle cristallin

La descente dans le socle cristallin est l'occasion d'observer une variété de roches magmatiques, qui sont le résultat de la cristallisation d'un magma issu de la fusion partielle de roches préexistantes (ici des roches sédimentaires semblent-il). On observe des figures de fusion partielle (migmatites), des enclaves de diorite dans du granite, des filons pegmatitiques contenant de gros cristaux de tourmaline.



Filon de pegmatite avec tourmaline

Migmatite paradérivée



Les migmatites sont des roches où l'on observe des figures de fusion partielle. Ici, ce sont les sédiments anciens qui fondent partiellement. Le produit de fusion donne en cristallisant des granites. Les magmas circulent sous forme de filon, et peuvent englober des morceaux de matériel non fondu (enclaves).



Filon de granite recoupant la foliation migmatitique



Enclave de diorite dans granite

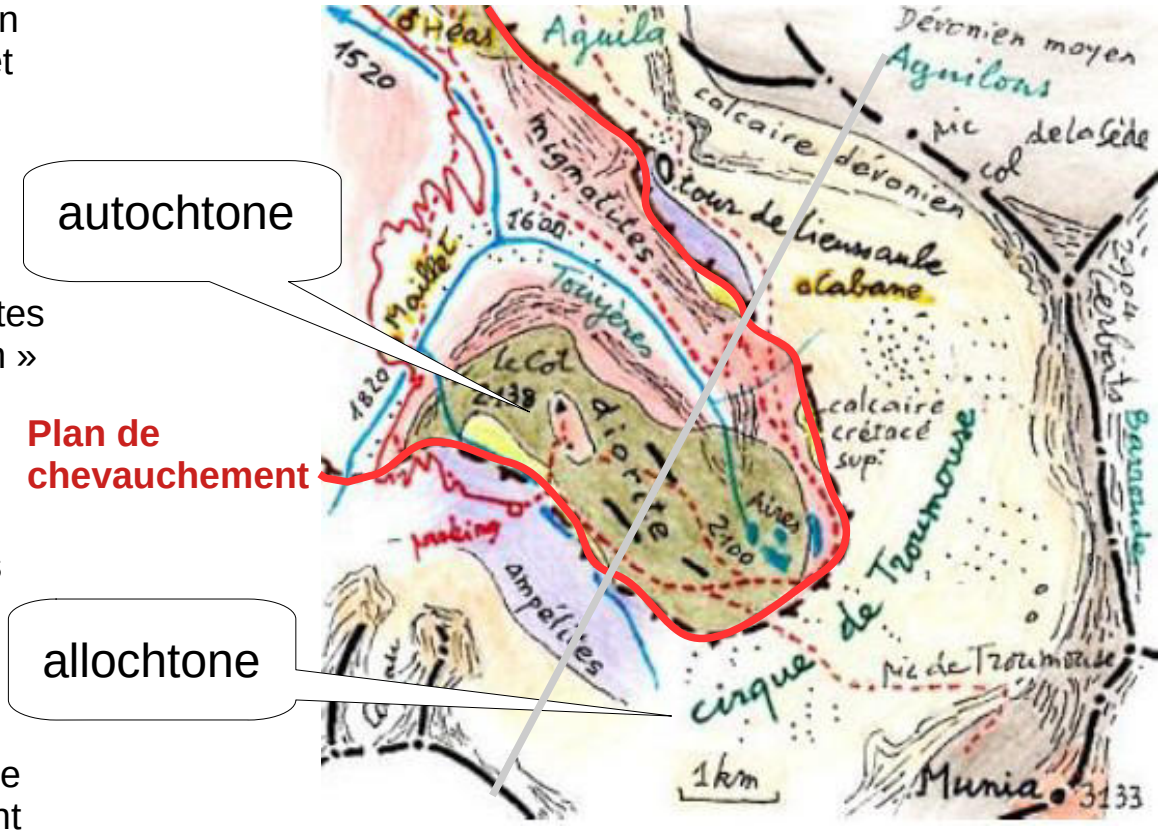
BILAN : Sur la nappe et l'empreinte du glacier

La série Paléozoïque (Silurien + Dévonien, en jaune et marron clair ci-contre) repose sur un autochtone constitué du socle cristallin (arrêt 6, en vert et rouge) et du Crétacé en discordance (arrêt 2, en vert clair). La ligne rouge localise le plan de chevauchement.

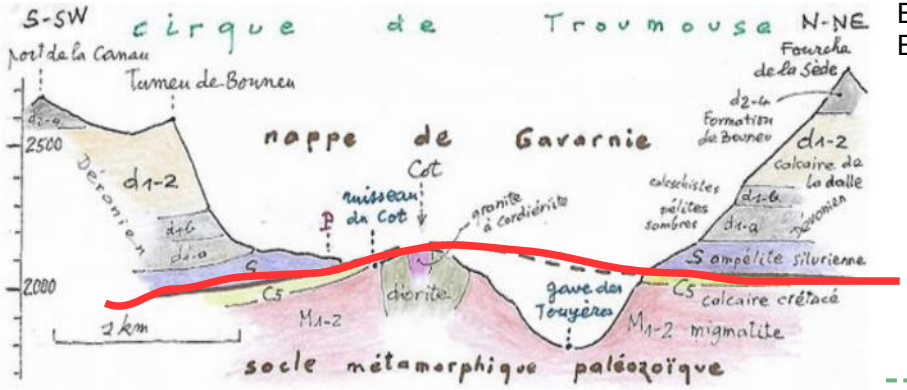
Les terrains Paléozoïques ont pu « glisser » vers le Sud du fait de la présence des schistes du Silurien qui font office de « couche savon » (arrêts 1 et 6, en violet).

Au niveau du cirque de Troumouse, le passage des glaciers a raboté la série Paléozoïque, laissant apparaître les terrains autochtones situés sous la nappe à travers une « fenêtre tectonique » (arrêt 5).

La présence de roches datant du Crétacé sous la nappe permettent de dire que la mise en place de cette nappe s'est produite durant les évènements Pyrénéens puisqu'elle affecte des roches déposées après l'orogénèse Hercynienne.



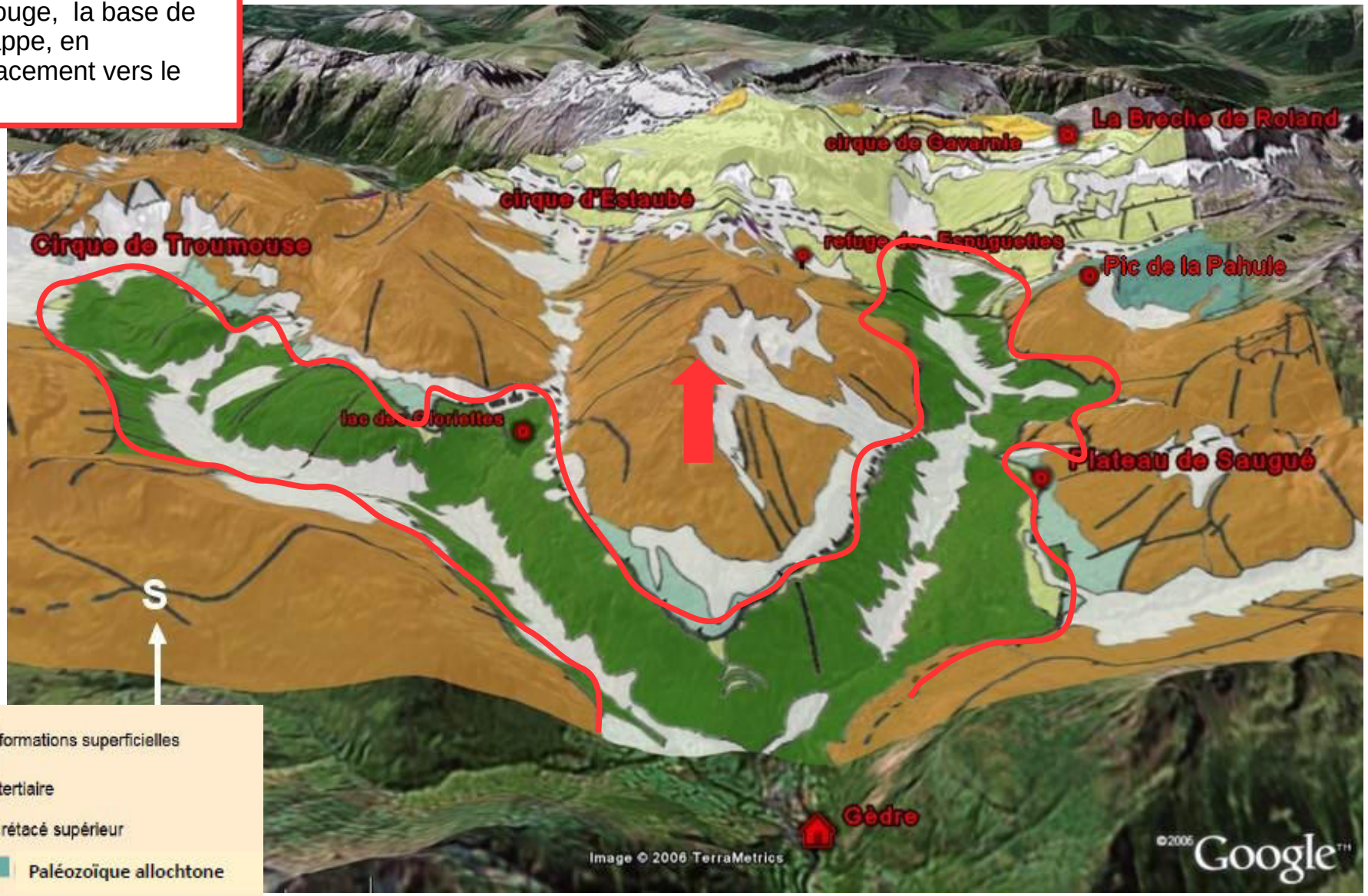
Extrait du site « cirque de Barrosa »



Extrait du site «Cirque de Barrosa »

BILAN : Contexte régional du cirque de Troumouse

En rouge, la base de la nappe, en déplacement vers le Sud



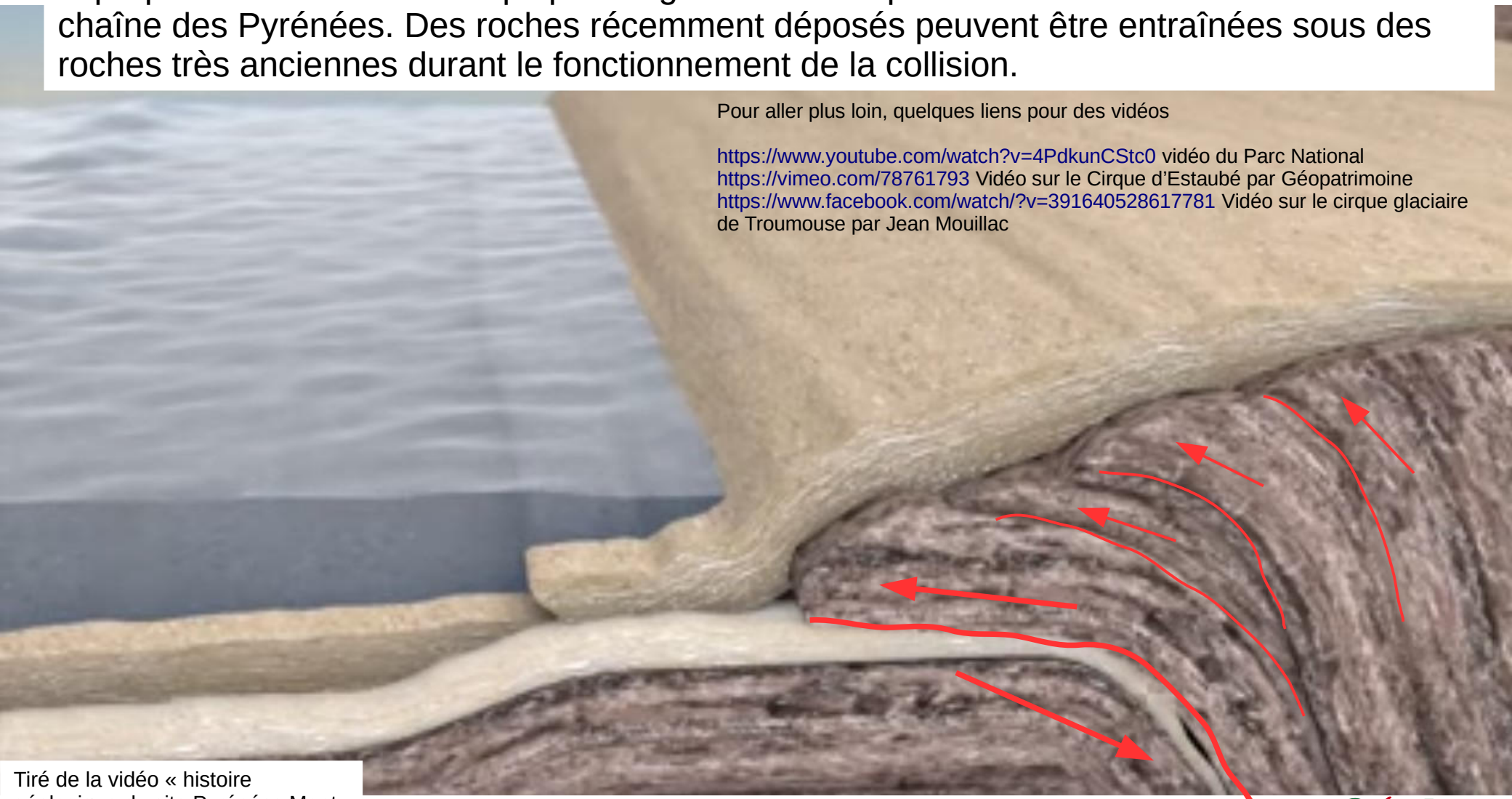
GéolVal

Modèle de la nappe

La nappe observée est le résultat de la collision entre l'Ibérie et la plaque eurasiatique durant l'orogénèse Pyrénéenne. La partie Ibérie s'enfonce sous l'Eurasie qui s'écaille. La superposition des écailles explique l'augmentation d'épaisseur de la croûte au niveau de la chaîne des Pyrénées. Des roches récemment déposés peuvent être entraînées sous des roches très anciennes durant le fonctionnement de la collision.

Pour aller plus loin, quelques liens pour des vidéos

https://www.youtube.com/watch?v=4PdkunCStc0 vidéo du Parc National
https://vimeo.com/78761793 Vidéo sur le Cirque d'Estaubé par Géopatrimoine
https://www.facebook.com/watch/?v=391640528617781 Vidéo sur le cirque glaciaire de Troumouse par Jean Mouillac



Tiré de la vidéo « histoire géologique du site Pyrénées Mont Perdu. »