

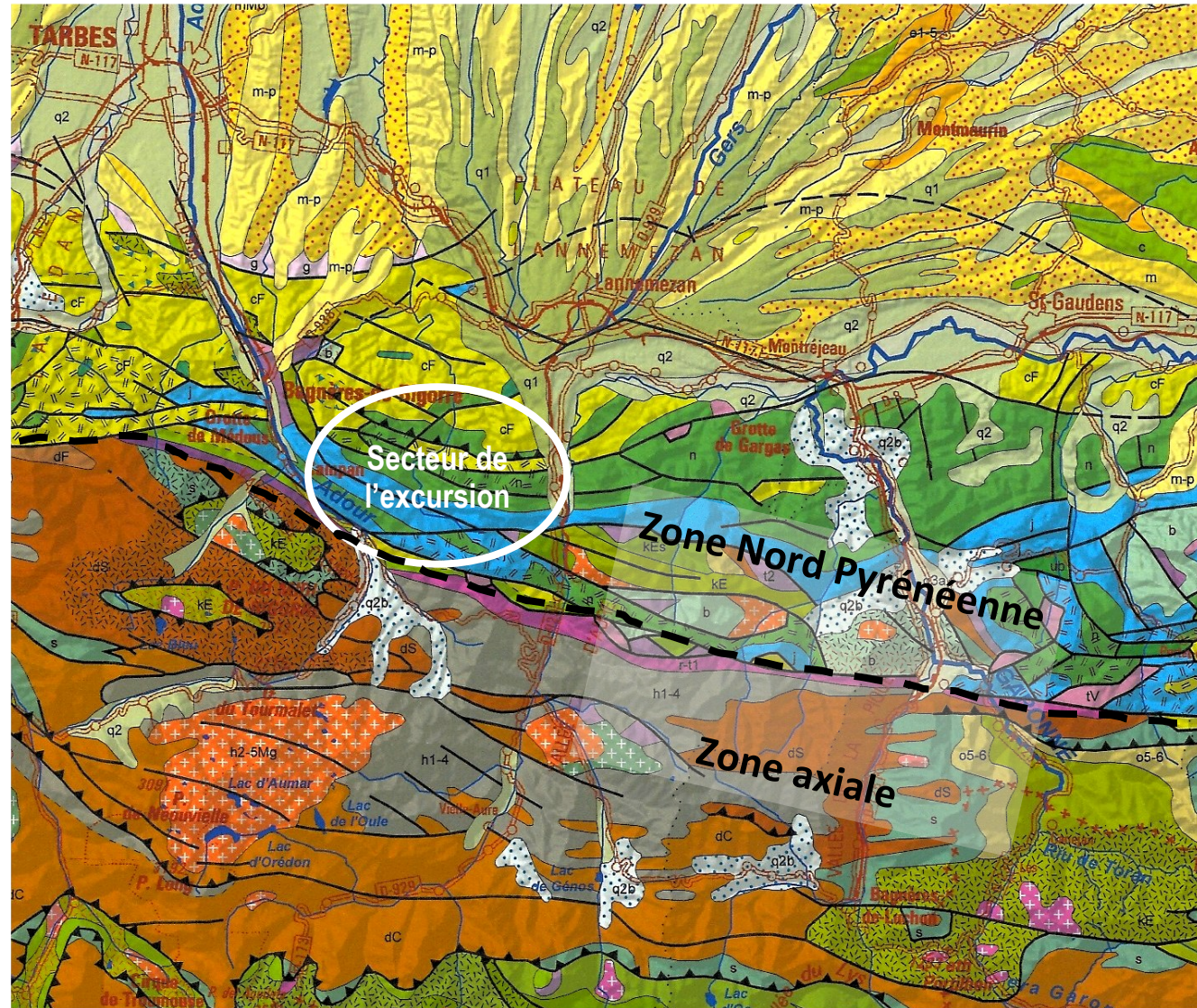
GéolVal

Le cadre géologique

- Zone nord pyrénéenne
- Roches calcaires et marneuses datant de -190 à -100 M.a. (Jurassique Crétacé inférieur)
- Sédimentées sur le fond du futur Océan Atlantique en ouverture
- Développement d'un karst* sur ces calcaires

*Le mot « karst » [...] désigne un relief particulier associé aux plateaux calcaires. La formation des reliefs karstiques est due surtout à l'action corrosive et érosive de l'eau qui dissout le carbonate de calcium. La plupart des karsts actuels résultent de l'évolution des plateaux calcaires (en Croatie, en Grèce, en Italie, etc.) sous le climat tropical de l'ère tertiaire..

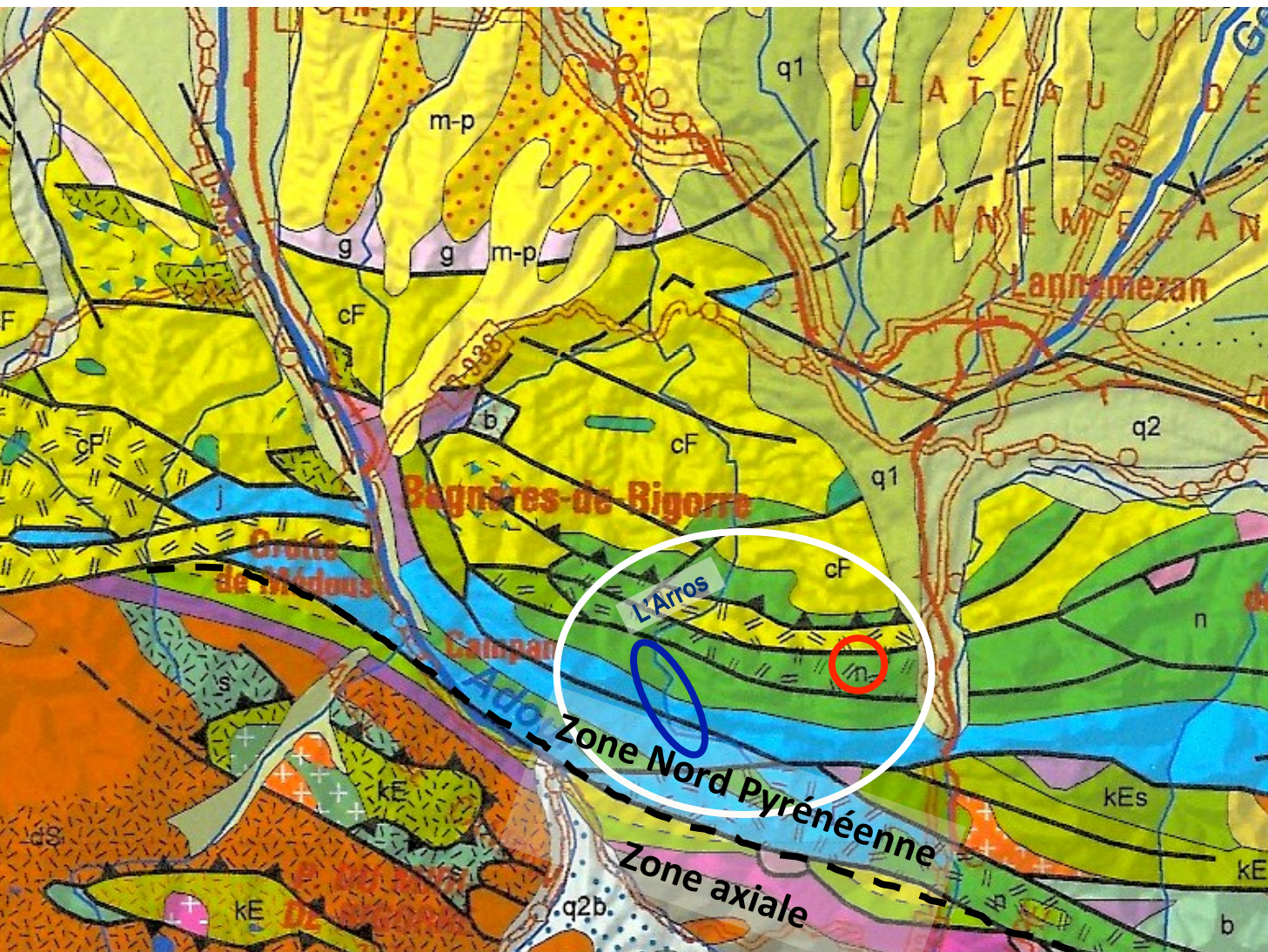
L'essentiel des eaux circule par des réseaux complexes, installés par l'intermédiaire de failles, sous les plateaux calcaires. Elles réapparaissent par des résurgences qui se signalent par des débits intermittents. Les eaux qui surgissent sont souvent chargées de calcaire qui précipite à son arrivée à la surface (travertins, sources pétrifiantes).



Carte géologique des Pyrénées 1/ 400 000e CoEditeur : BRGM / IGME

10 5 0 10 20 30 40 Km

Gouffre d'Esparros - Sources de l'Arros - 9 mars 2014



Le gouffre se situe dans les calcaires du **Crétacé inférieur(n)**

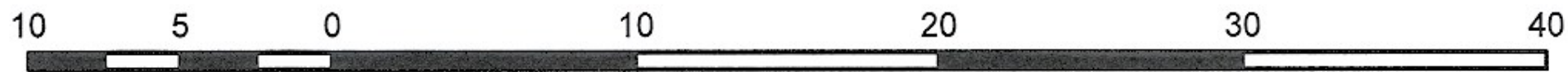
En cheminant le long de la haute vallée de l'Arros, nous effectuons un « plongeon » dans le temps:

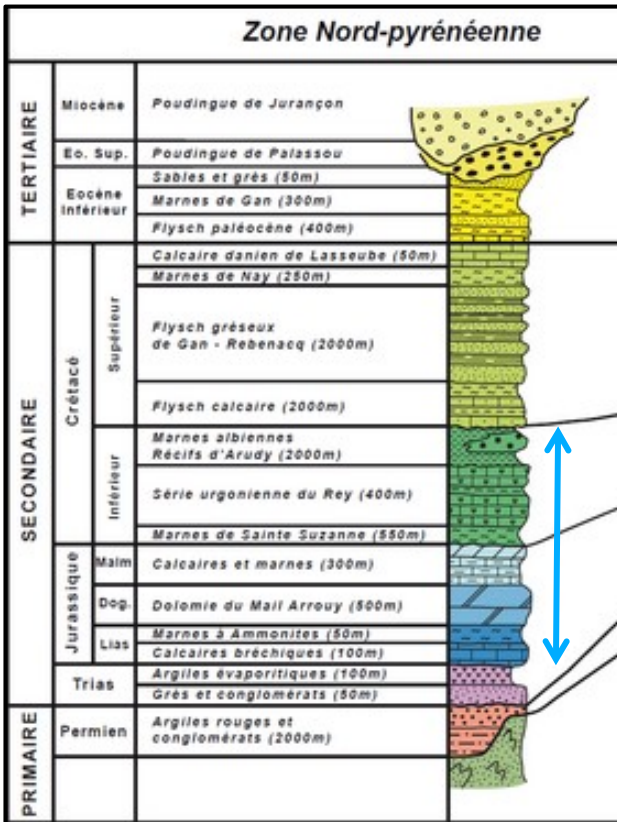
- Le parcours débute sur des calcaires du **Crétacé inférieur** datant de **-100 M.a.**
- Il se poursuit sur des calcaires et des marnes du **Jurassique**; sur ce parcours, les plus anciens, situés à la résurgence, datent de **-190 M.a.**

 **Gouffre d'Esparros**

 **Chemin le long de l'Arros**

Carte géologique des Pyrénées 1/ 400 000e CoEditeur : BRGM / IGME





Ce que nous verrons dans les roches et dans les paysages

1 - des objets et des phénomènes géologiques

1 - La série de roches de la zone Nord-pyrénéenne qui se sont sédimentées en milieu marin

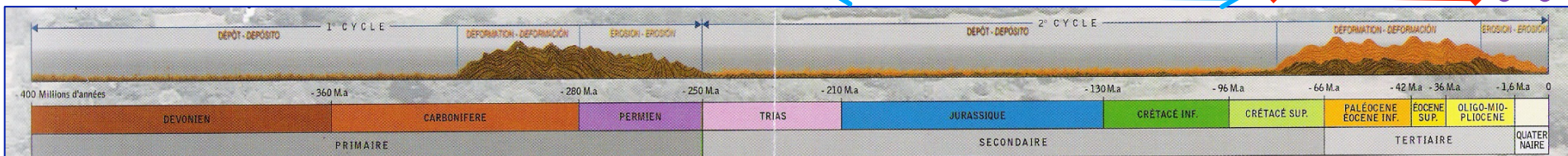
La partie de série que nous observerons

2 - Des plis et des fractures dans ces roches, dues aux contraintes liées à la formation des Pyrénées

Période de l'orogénèse pyrénéenne

3 - Des traces de l'érosion liées aux fluctuations du climat

Tropical puis glaciaire

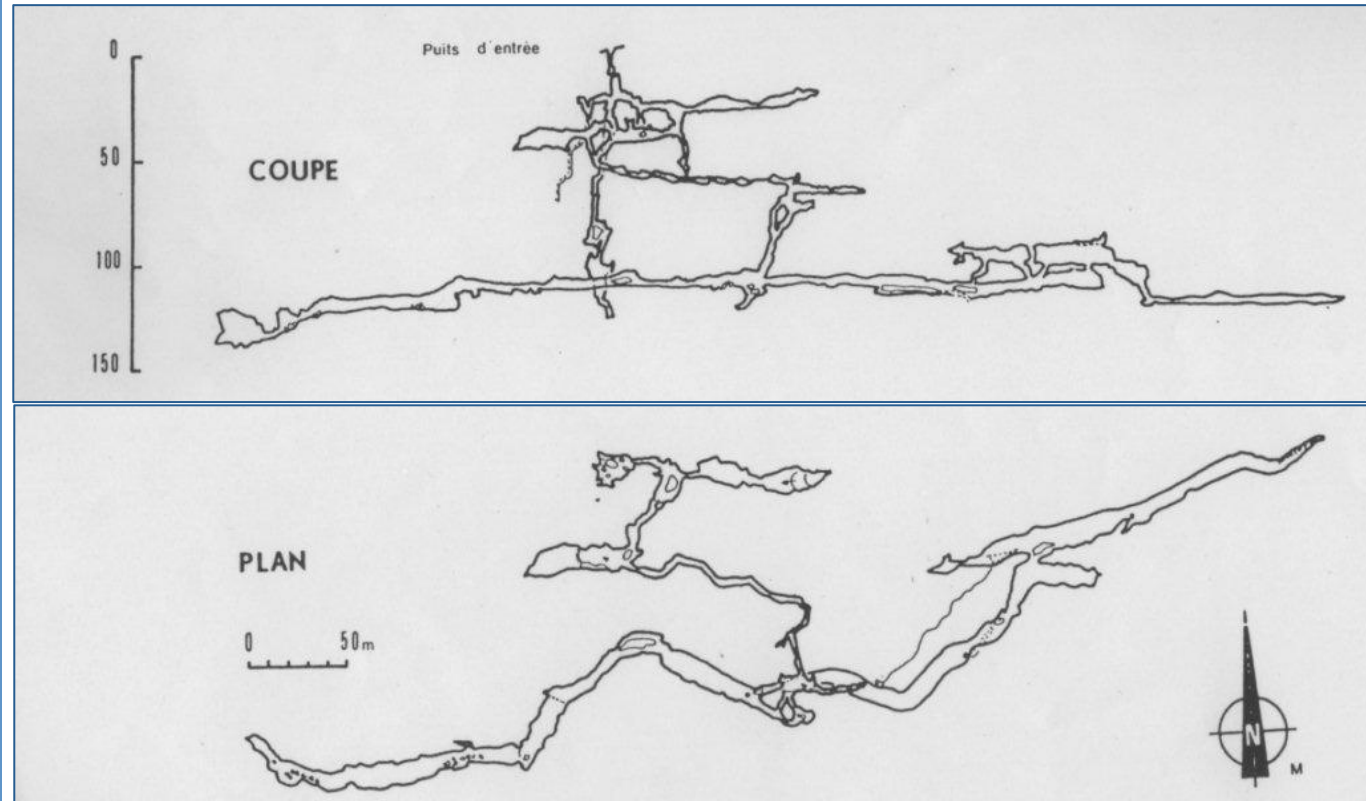


2 – l'adaptation de la flore à ces conditions particulières (roches, topographie et climat): forêt galerie et mousses

3 – l'exploitation de cet écosystème par les hommes:

- aménagements liés à l'énergie hydraulique de l'Arros
- protection du site: zone « NATURA 2000 »

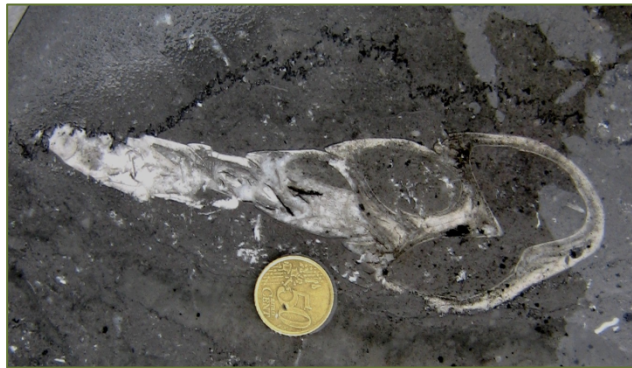
Le gouffre d'Esparros



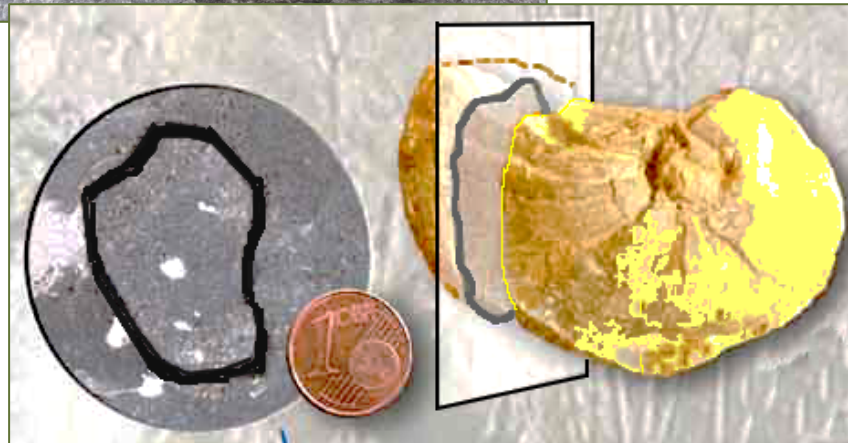
Le réseau de diaclases sur lequel s'est développé le gouffre s'enfonce sur une pente moyenne de 45° vers le SUD jusqu'à une profondeur de 150 mètres. Cela correspond au pendage des couches de calcaires du Crétacé albo - aptiens, vers le Nord dans cette zone.

La profondeur du gouffre est celle des dépressions par rapport à l'altitude moyenne du plateau environnant, les galeries ouvertes à l'air disparaissant au niveau de la nappe phréatique.

Le gouffre fait partie du réseau karstique Labastide-Esparros qui met en communication ces deux réseaux par une percée hydrologique d'un kilomètre environ au travers de la montagne. En amont, à Labastide, le ruisseau de Laspugue se perd par un siphon dans le second étage, puis l'eau, après un parcours souterrain, réapparaît à la surface près du village d'Esparros à la grotte de l'Échourdidet où elle devient le ruisseau de l'Ayguette. Dans le gouffre d'Esparros, pendant les épisodes climatiques quaternaires, l'eau a creusé puis abandonné différents niveaux de galeries. Il se compose d'un vaste réseau hydrologique, long de près de 3 kilomètres et profond de 140 mètres par rapport à l'entrée naturelle qui se situe aux environs du Col de Coupe, à près de 700 mètres d'altitude.



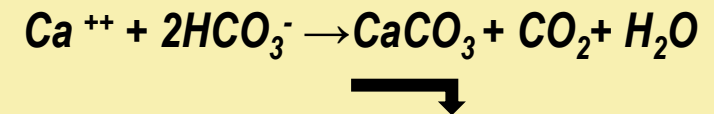
Différentes sections de rudistes



La formation des roches calcaires

- Roches constituées à plus de 50% par du **carbonate** de **calcium**: CaCO_3

La formation du carbonate de calcium résulte d'une bio-précipitation



Ion
calcium

Ion
carbonate

**Carbonate
de calcium**

Gaz
carbonique

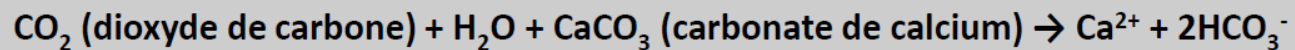
Eau

- Les roches calcaires contiennent du carbonate de calcium sous 2 formes:
 - des éléments figurés, ici coquilles de Rudistes (lamellibranches fossiles ayant vécu entre -150 et -65 M.a.)
 - une pâte les englobant

La dissolution du calcaire

UN PEU DE CHIMIE

La formule simplifiée de la dissolution



$\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$
Hydrogénocarbonate de Calcium

Transporté par
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

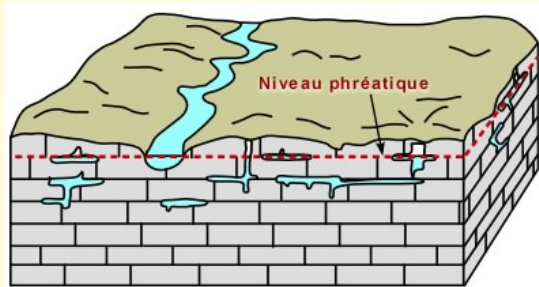
Quelques facteurs

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



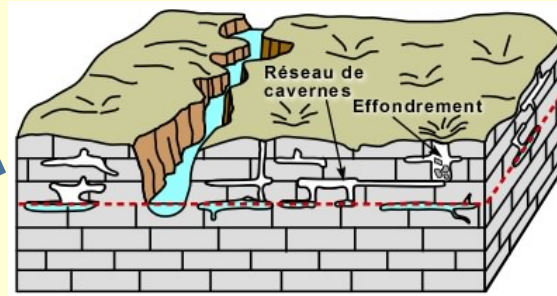
La dissolution du calcaire par les eaux acides qui s'infiltrent dans les fissures de la roche aboutit à l'installation puis au développement d'un relief karstique et d'un réseau de cavités souterraines dans lesquelles l'eau circule.

Évolution des terrains karstiques

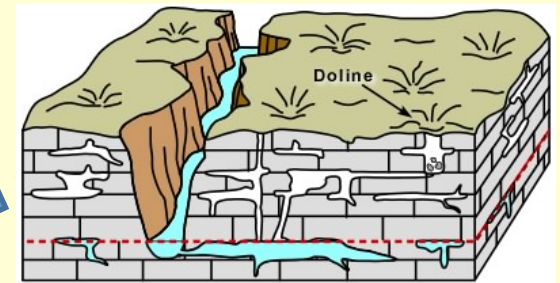


Le niveau de la nappe phréatique correspond en gros au niveau des cours d'eau.

(Schémas d'après Ulaval.ca/)

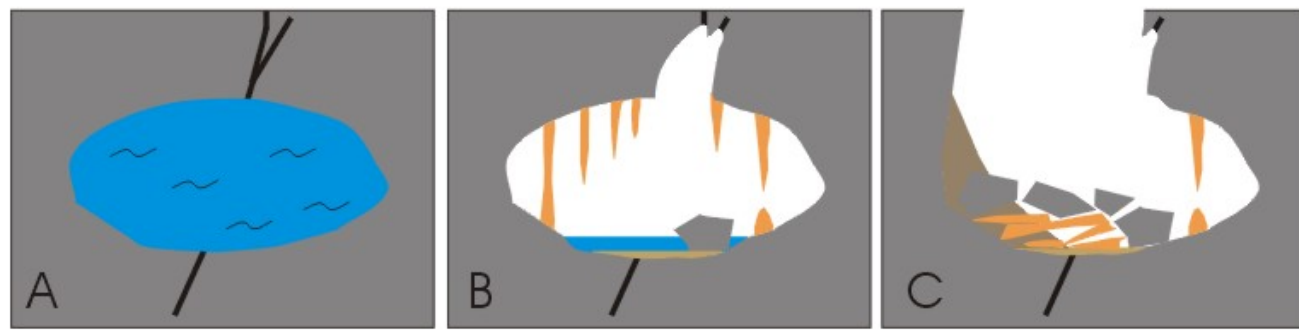


Ces eaux phréatiques sont acides, elles développent donc tout un réseau de cavités en s'infiltrant le long des moindres fractures (diaclasses) et en les agrandissant par dissolution.



Avec le creusement des cours d'eau qui tendent vers leur niveau de base, il y aura abaissement progressif du niveau phréatique. Le réseau de cavités progresse en profondeur au même rythme.

Evolution d'un gouffre (Esparros par ex.)

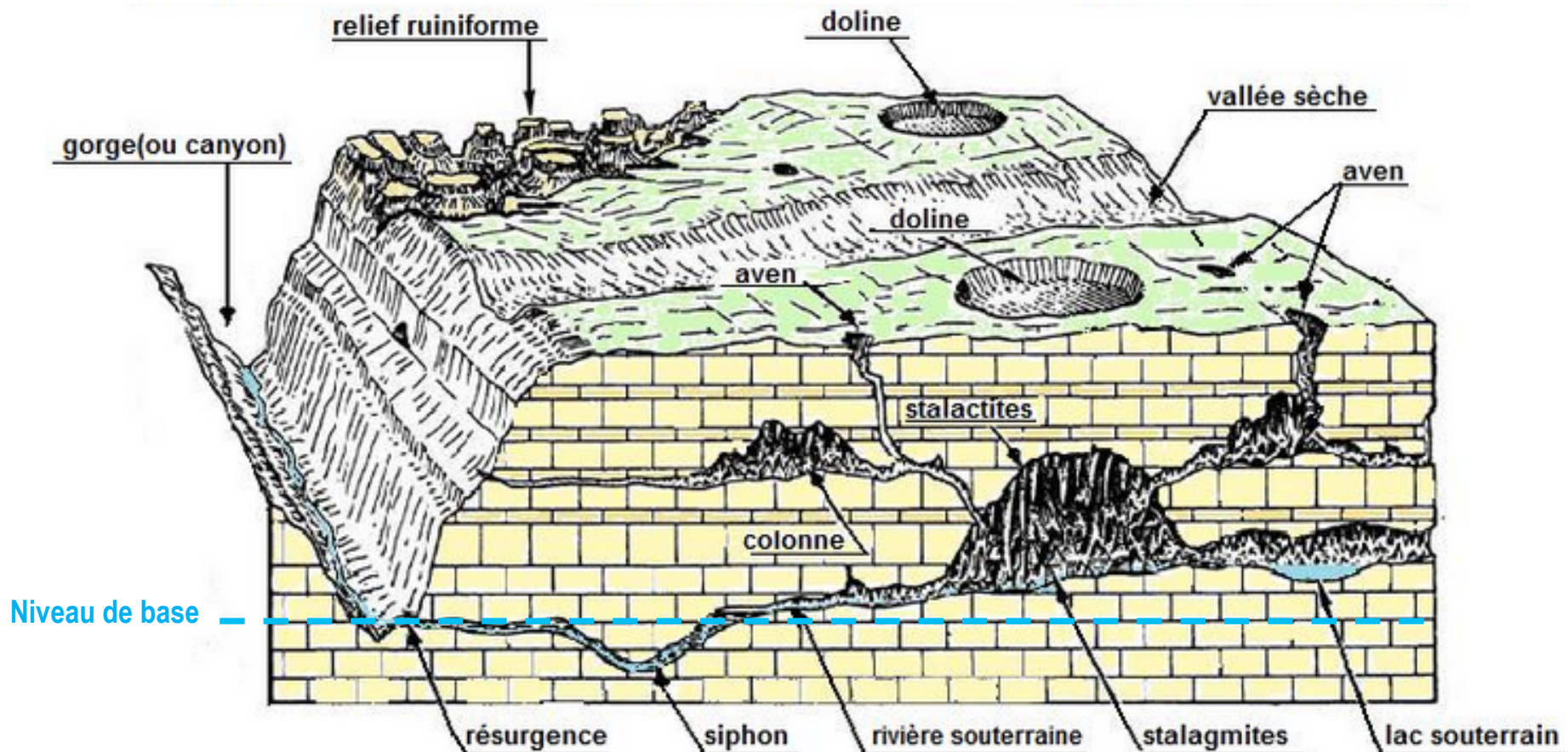


A : Développement d'un conduit souterrain en régime noyé (type conduite forcée)

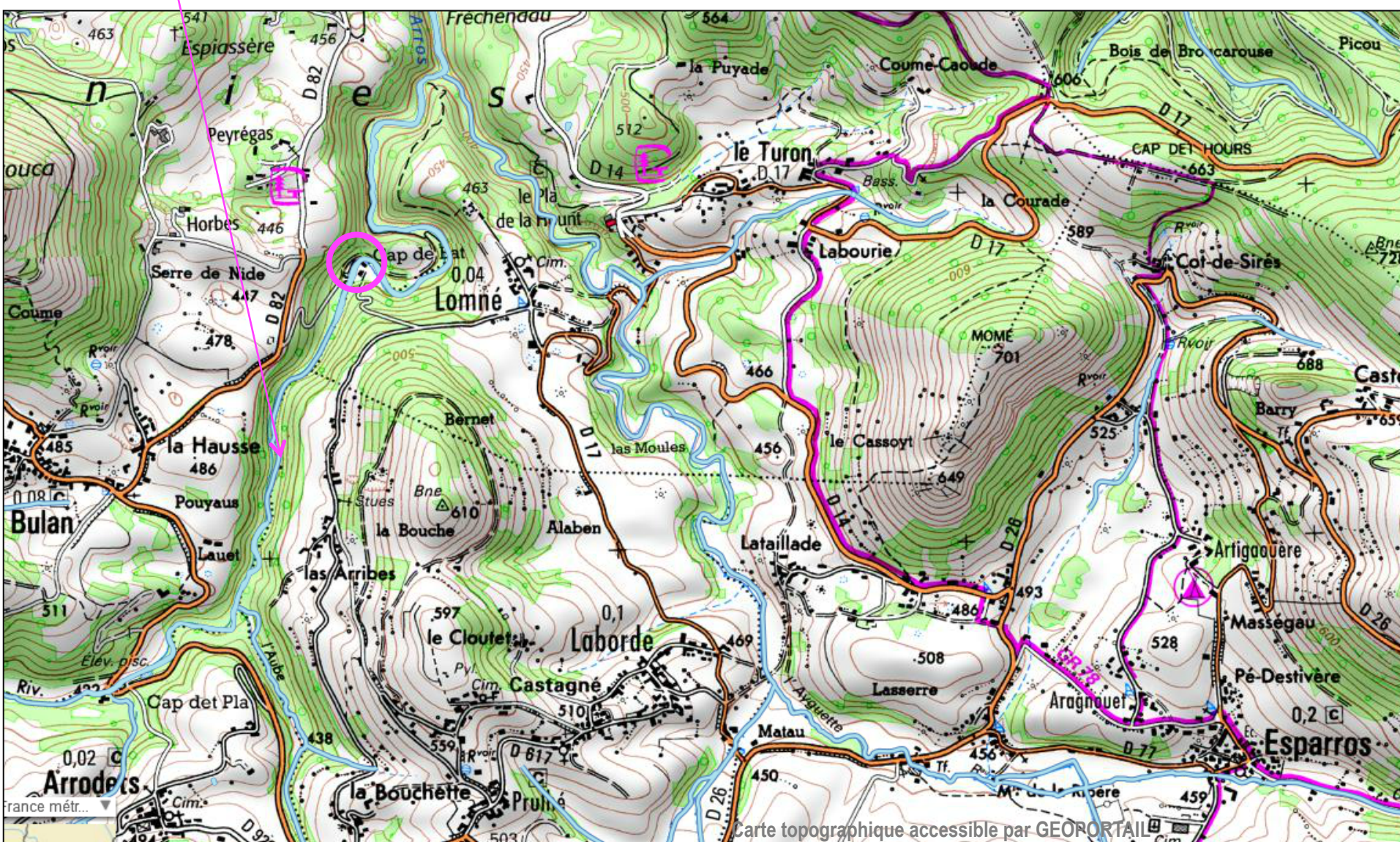
B : Baisse du niveau phréatique et passage en régime semi-noyé (stade 'rivière souterraine'). Des spéléothèmes peuvent se développer dans la cavité dénoyée. L'absence de pression hydrostatique et la dissolution verticale le long des fractures provoque la chute de blocs et développement de la cavité vers le haut. Le concrétionnement peut alors se déposer dans la rivière souterraine et au-delà.

C : Le toit de la grotte s'est effondré et donne naissance à un gouffre.

PAYSAGE KARSTIQUE MODÉLISÉ



2 – Carrières des Baronnies



6-7a M



**Les calcaires du Crétacé inférieur faciès
« Urgoniens » (n6-7a C) sont karstifiés**

Fissures dans lesquelles l'eau
s'est infiltrée, en les élargissant
par dissolution du calcaire



État actuel de l'usine et vestiges des installations de la carrière
(3 scies circulaires et dynamo d'éclairage alimentées par l'énergie de l'Arros)



USINE DE LA SOCIÉTÉ A. MICHAUD ET C^e AUX CARRIÈRES DES BARONNIES
Installation d'ensemble des fils hélicoïdaux.

Les pierres (Marbre de Laborde) auraient servi à la construction du Pont de Pierre de Bordeaux et de l'église Sainte Eugénie de Biarritz.

L'exploitation est stoppée par les conflits de la guerre de 1914 (mobilisation des hommes).

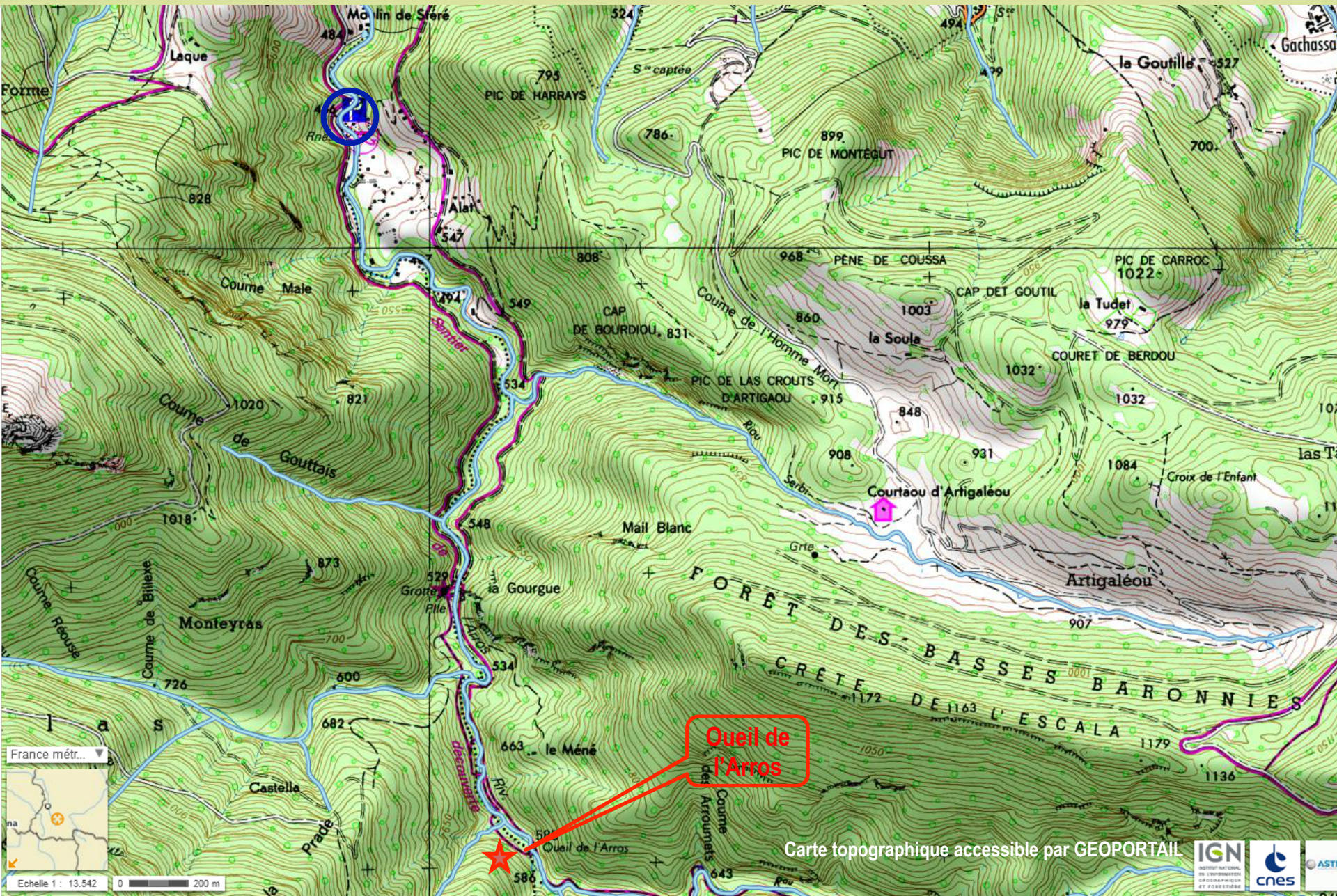


L'un des anciens fronts de taille

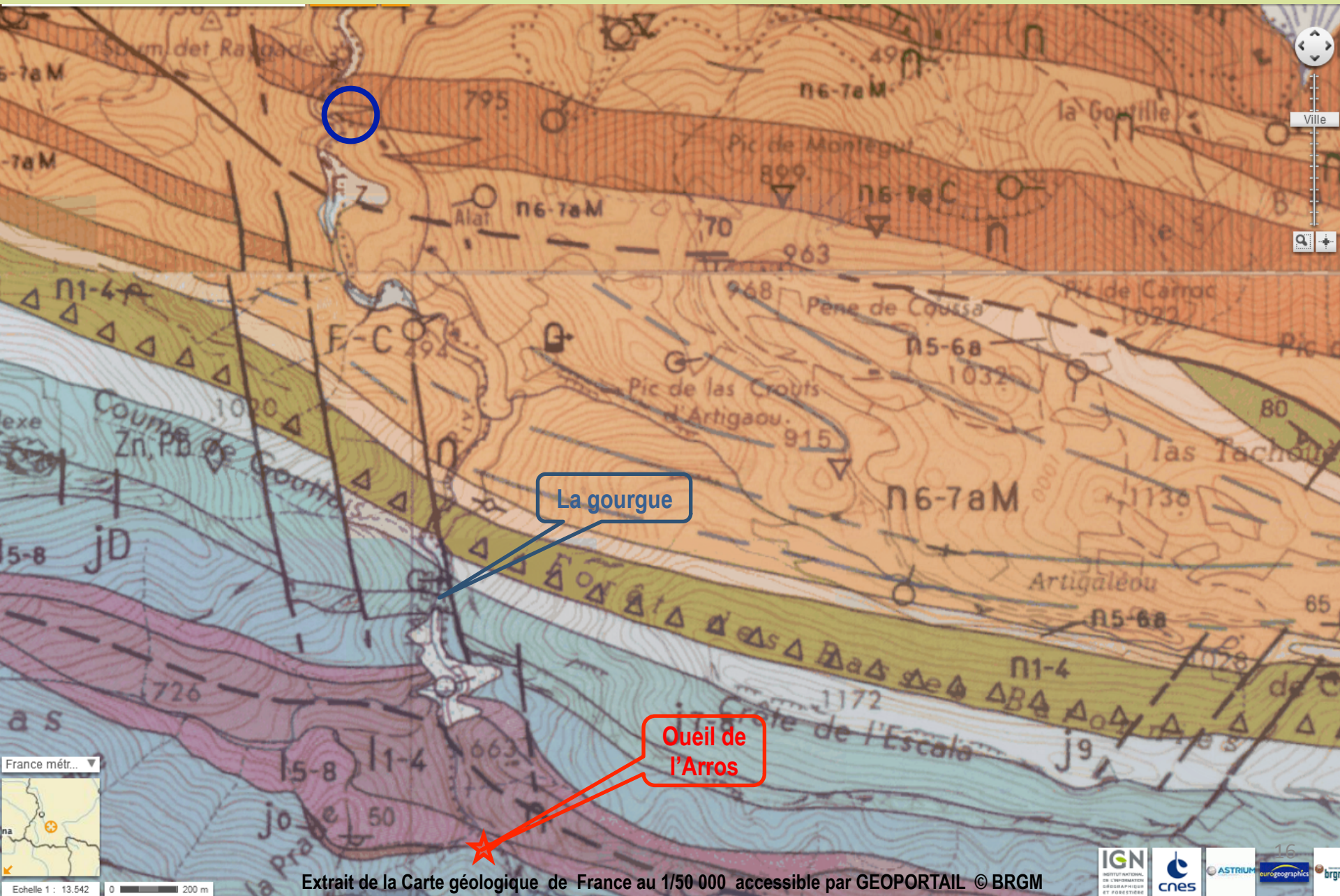


Vestiges des systèmes hydrauliques

Gouffre d'Esparros - Sources de l'Arros - 9 mars 2014



Gouffre d'Esparros - Sources de l'Arros - 9 mars 2014



L'Arros, une rivière
aménagée pour l'énergie
hydraulique
(débit moyen: 9m³/s)

La haute vallée de l'Arros est un
endroit remarquable : sur 3 km
environ, depuis la résurgence
appelée *l'Oueil de l'Arros*, la rivière
s'écoule dans une gorge.

L'humidité a permis le
développement d'une forêt aux
allures de jungle, avec ses arbres et
ses rochers recouverts de mousses
géantes, de lichens et de fougères lui
donnant un aspect tropical, d'où lui
vient son surnom de **Petite
Amazonie des Pyrénées**.

Cette partie du cours d'eau, que
longe un sentier de 6 km (entre
Bannis et Arrodets) de découverte et
d'interprétation, est incluse dans une
zone de protection Natura 2000.





L'absence de vaisseaux ligneux (*vaisseaux du bois*) rend ces végétaux incapables d'un développement vertical important : ils sont donc sauf exceptions prostrés (symétrie bilatérale)

Sans véritables racines, ils dépendent d'un contact direct avec le sol, les écorces ou l'eau libre ou l'eau liée à la nébulosité.

On trouve mousses et hépatiques dans 5 habitats essentiels:

- dans l'eau
- sur sol ou rocher
- en draperies
- sur écorces
- constructrices de tuf

La Haute vallée de l'Arros est particulièrement propice à l'installation des MOUSSES et HEPATIQUES. (Hygrométrie et pluviométrie importantes suite à la barrière physique d'est en ouest des massifs du Bassia jusqu'au massif du casque du Lhéris).

1 - Mousses dans l'eau adaptées au courant ou à la modification de la tranche d'eau (accrochage au rocher, rhéophytes, reviviscence)



Cinclidotus aquaticus

2 - Mousses ou hépatiques sur sol ou rochers; les mousses ou hépatiques sont calciphiles (se développent sur calcaire) ou bien calcifuges (ne s'y développent pas))



Pellia endiviifolia sp. calcicole

3 - Mousses et hépatiques sur écorces (plaquage des espèces pour récupérer les eaux de lessivage des branches et troncs). La nature des écorces peut cribler certaines espèces (Buis et écorces lisses et certaines mousses et hépatiques)

*Frullania
tamarisci sur
écorces*



4 - Mousses en draperies (adaptation à la nébulosité) : port en rameaux et croissance étagée, s'écartant exceptionnellement de la tige primaire (récupération durable de l'eau hygrométrique)



Neckera complanata



Antitrichia curtipendula
(Hanging moss des anglais)

5 - Mousses édifcatrices de tuf*

*Cratoneuron
commutatum*



* Le tuf calcaire (ou travertin) se forme par dépôt de calcaire sur de la végétation (telle que mousses ou algues), aux émergences de certaines sources ou cours d'eau à petites cascades. Le carbonate précipite à cause de l'action des végétaux et des turbulences de l'eau. La végétation repousse ensuite sur le nouveau bâti, et le procédé recommence, en cycle.

Gouffre d'Esparros - Sources de l'Arros - 9 mars 2014

**L'Arros, une rivière
aménagée pour
l'énergie hydraulique
(débit moyen: 9m³/s)**

**L'un des panneaux du
sentier d'interprétation**

**L'énergie procurée par l'Arros
pendant 100 ans a permis
le fonctionnement de cette
scierie.**

**C'est-à-dire:
la valorisation et
transformation de matière
première locale (le bois) en
utilisant l'énergie
disponible sur le site (le
débit de l'Arros)**

UNE SCIERIE D'AUTREFOIS

Ce site a été pendant plus de cent ans un centre important de transformation du bois en utilisant la matière première des forêts toutes proches et l'énergie procurée par l'Arros



Les vestiges retrouvés et quelques rares photos permettent d'imaginer une vue d'ensemble des bâtiments de l'époque. On pouvait y voir d'amont en aval, une aire de fabrication de charbon de bois (four métallique), une scierie et son entrepôt de stockage contenant les pièces de charpente, les menuiseries, planches, un atelier de tournerie, une auberge et diverses petites dépendances pour le matériel.

Les bâtiments de travail étaient construits sur des sous-bassement de pierres et moellons, les murs et les toits étaient faits de planches ; seule l'auberge était en pierres et couverte de tuiles.

Bien qu'un plan de 1832 porte le projet de deux scieries, une seule a finalement été construite.



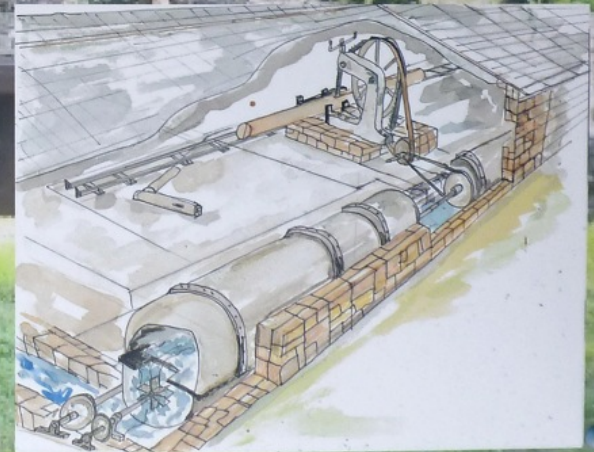
Repas de la direction dans l'auberge de la scierie, le serveur Étienne DUFFAU du moulin de chez Bénié (photo prise début des années 80)

Un canal de dérivation, partant d'un méandre de l'Arros en amont, amenait l'eau dans une conduite métallique qui procurait la force hydraulique nécessaire au fonctionnement des machines.

Cette énergie fournie en abondance, permettait aussi de fabriquer de l'électricité pour les besoins de l'éclairage.

L'eau était ensuite renvoyée vers l'Arros par un petit canal encore visible aujourd'hui, qui se trouvait sous les bâtiments.

Il existait dans les fondations des ateliers, un réseau de conduits qui permettait de surveiller toute une machinerie complexe de pompes, de courroies d'entraînement, venant distribuer à développer l'énergie de l'eau dans tous les postes de transformation.





Croûte de **grèze*** consolidée par précipitation de ciment calcaire (solifluxion**) au contact de l'air après la dernière glaciation.

Le matériau sous-jacent est resté meuble donc facilement exploitable.

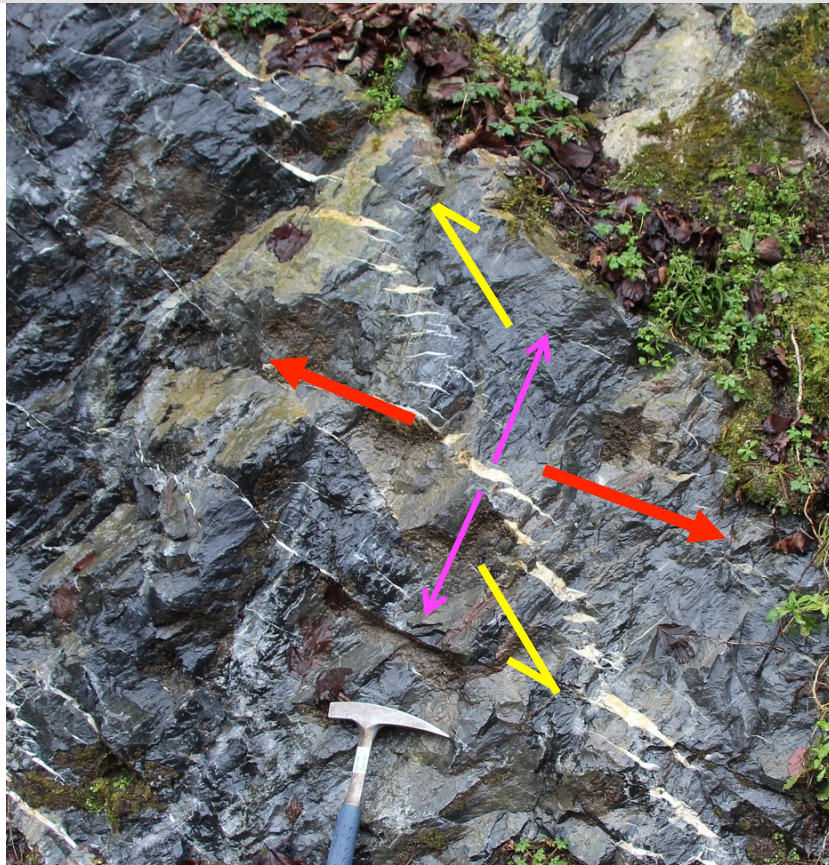
****Grèze** : Matériau ou sol très légèrement calcaire, constitué de graviers anguleux ou plus ou moins émoussés recouvrant fréquemment des portions de versants*

*****Solifluxion**: Écoulement lent, le long d'une pente, du sol superficiel gorgé d'eau, notamment en climat froid sur un sous-sol constamment gelé.*



Le long du sentier, différents comportement mécanique de roches: fragile/ductile

Fragilité: état d'une substance qui se fracture lorsqu'on lui impose des contraintes mécaniques ou qu'on lui fait subir des déformations brutales (ici extension)



Calcaire massif fracturé:

La contrainte en extension (flèches rouges) a induit la mise en place d'un système de fentes de tension cimentées de calcite. Ces fentes « gelées » matérialisent le stade précurseur d'une faille inverse (jaune).

Ductilité : état d'un matériau qui se déforme plastiquement sans se rompre lorsqu'on lui impose des contraintes mécaniques ou qu'on lui fait subir des déformations brutales (ici compression)



Marnes schisteuses en position verticale:

La contrainte de compression (flèches rouges) de direction plus ou moins horizontale a induit une forte schistosité (violet) mais la qualité de la roche très riche en matière organique résiduelle, ne leur confère pas une qualité d'ardoise.



Une des nombreuses résurgences alimentant l'Arros



La Gourgue d'Asque , passage de l'Arros en gorge dans les calcaires massifs du Jurassique supérieur (J⁷⁻⁸)



©: Martin

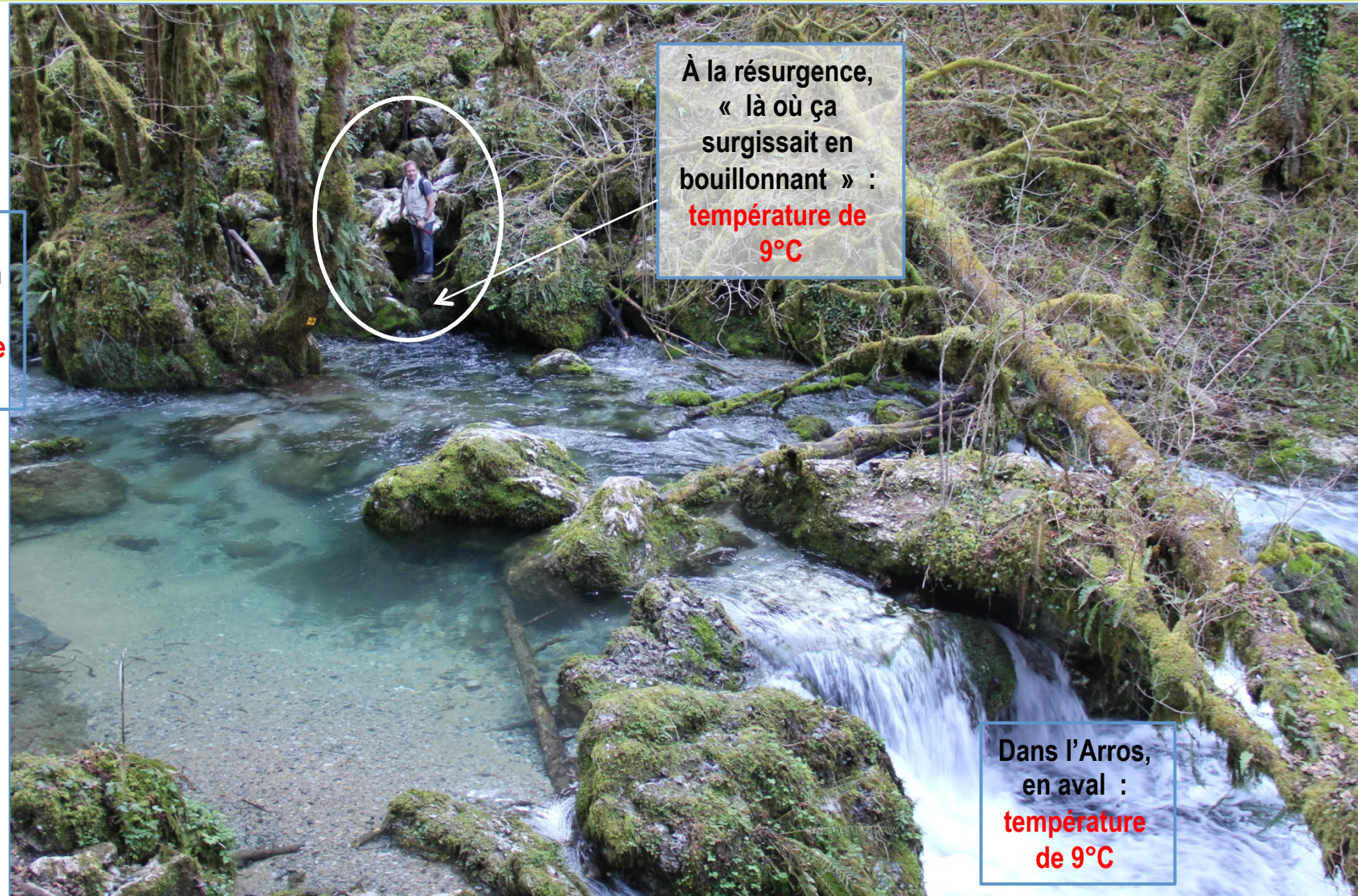
La barre calcaire résistante correspond à une passée bréchique



Les grottes de la Gourgue d'Asque



Extrait de l'un des panneaux du sentier d'interprétation



- À l'œil de l'Arros, 2 géo-randonneurs intrépides - Jean François et José - mesurent **la température de l'eau**.
- en hiver, - 9 mars - l'eau qui a circulé dans le réseau souterrain est plus chaude que l'eau qui circule à l'extérieur
 - la différence de température indique la dominance de la résurgence dans le flux total de l'Arros

**Le long du parcours, les nombreux enfants se sont beaucoup impliqués!
Merci et bravo!**



**Le long du sentier d'interprétation,
on ramasse et on trie les roches.**



**On écoute les roches «chanter»
quand elles sont frappées!**



On teste les roches calcaires à l'acide