

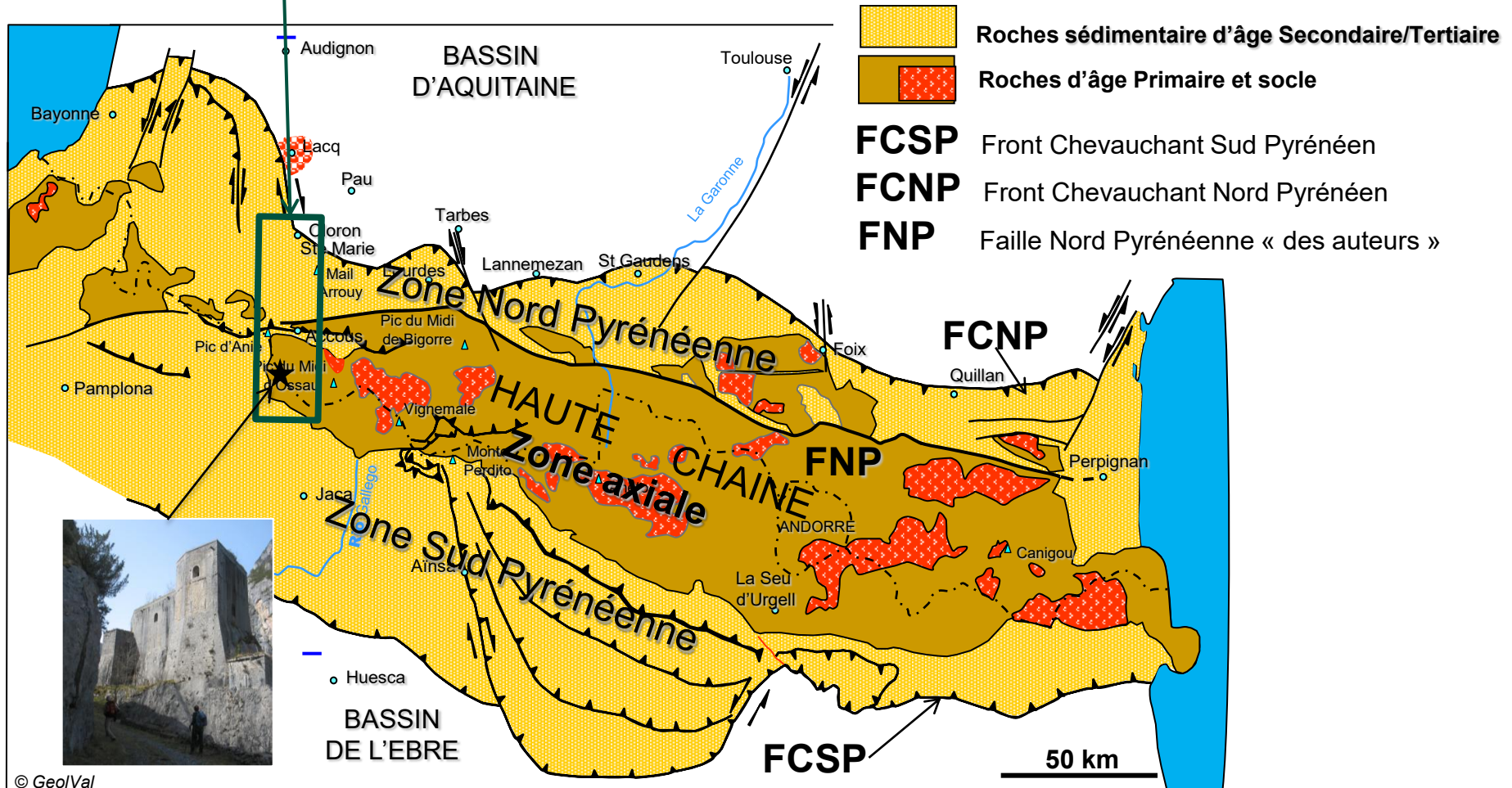
Une passerelle, un fort, un défilé, un pli – Juillet 2023



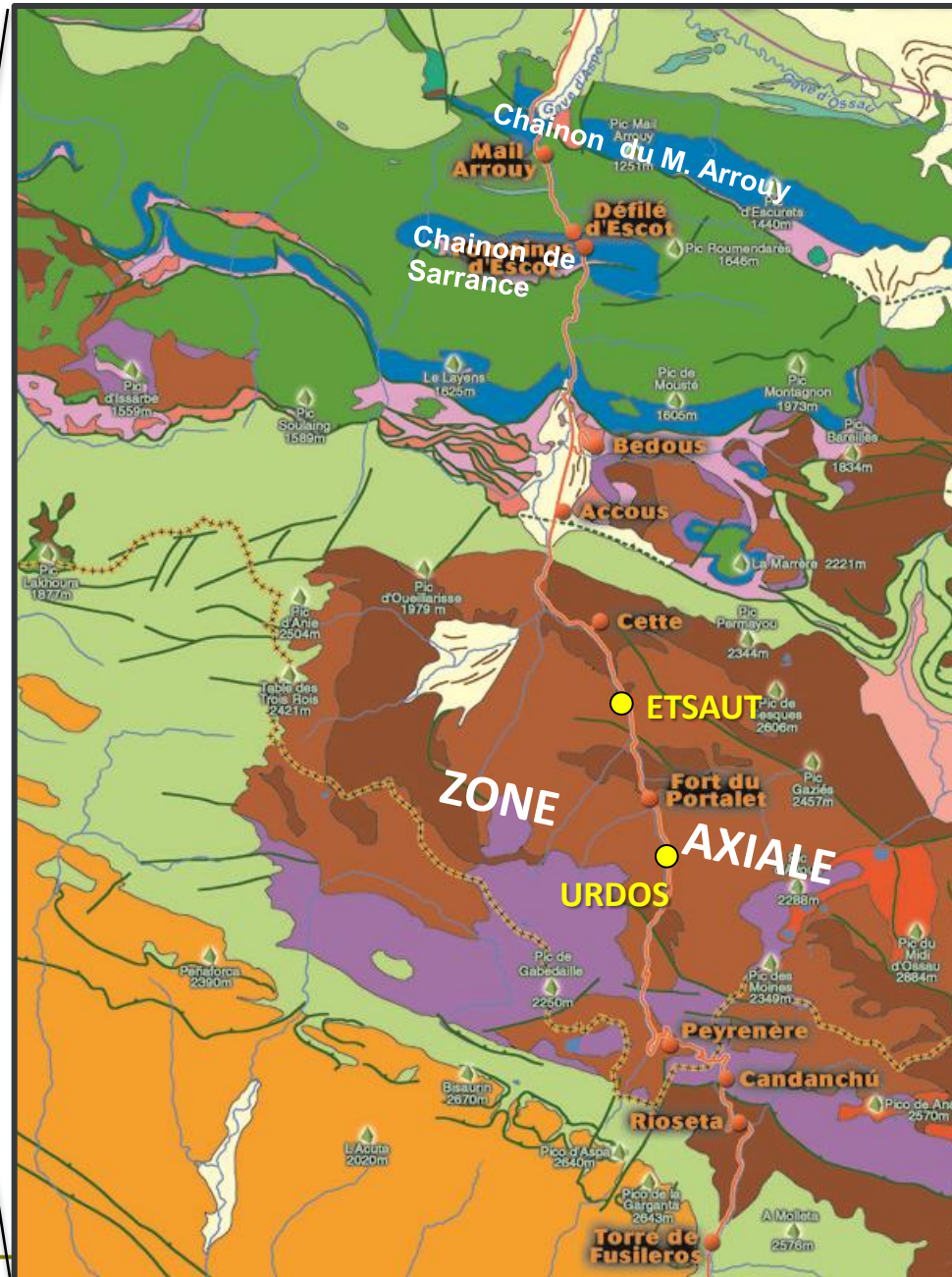
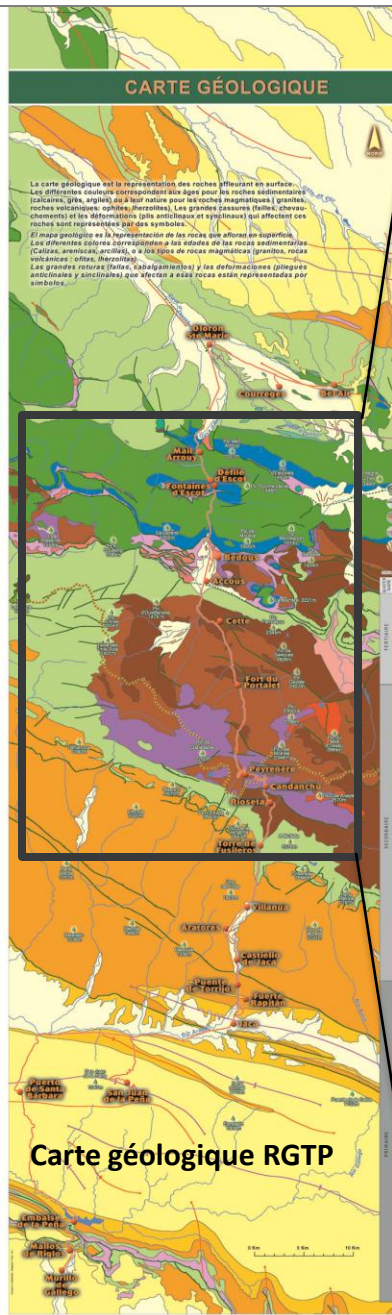
Ou : comment GEOLOGIE et GEOMORPHOLOGIE expliquent l'installation des infrastructures.

Situation géologique à l'échelle de la chaîne

Position de la vallée d'Aspe



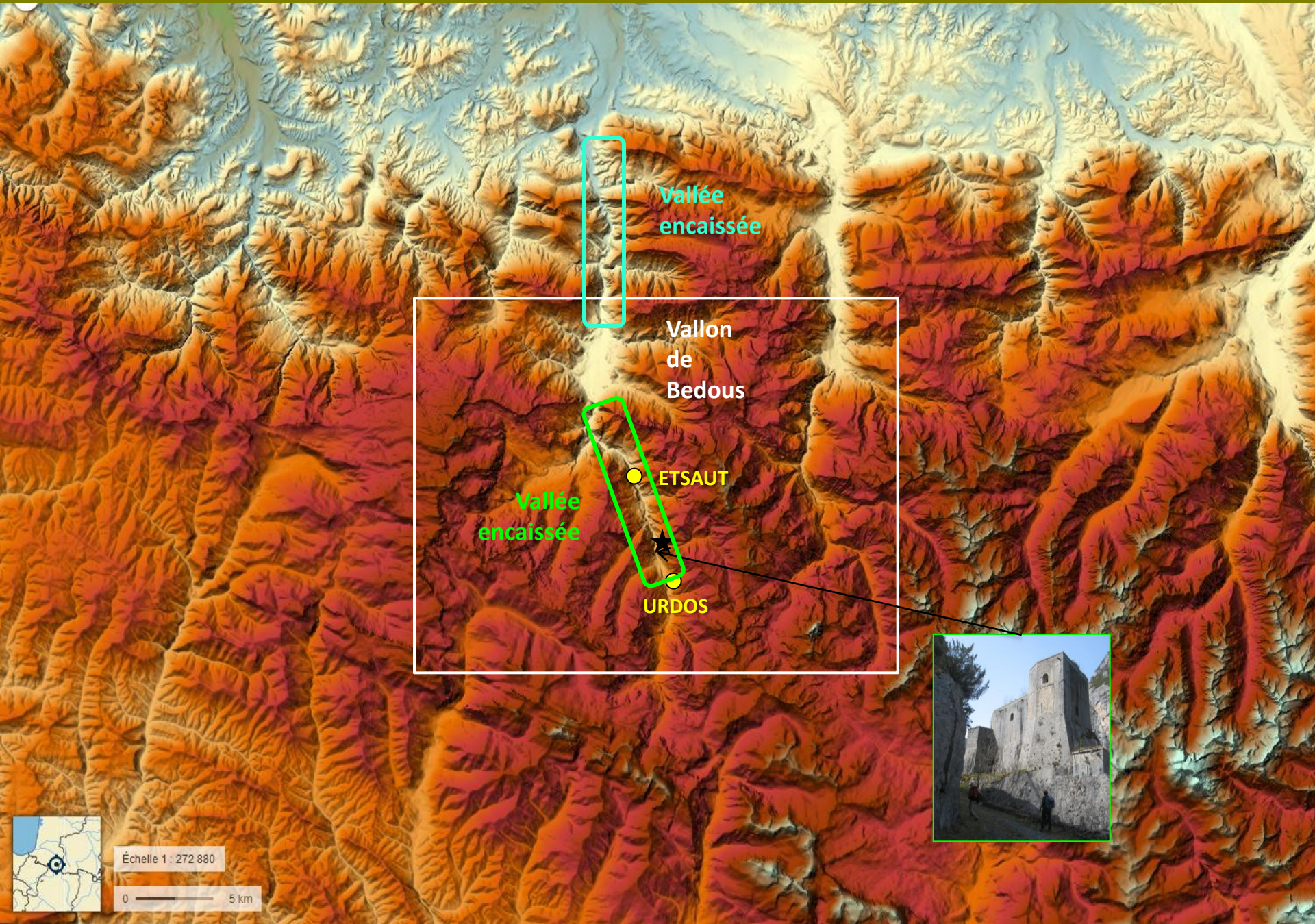
Le contexte géologique

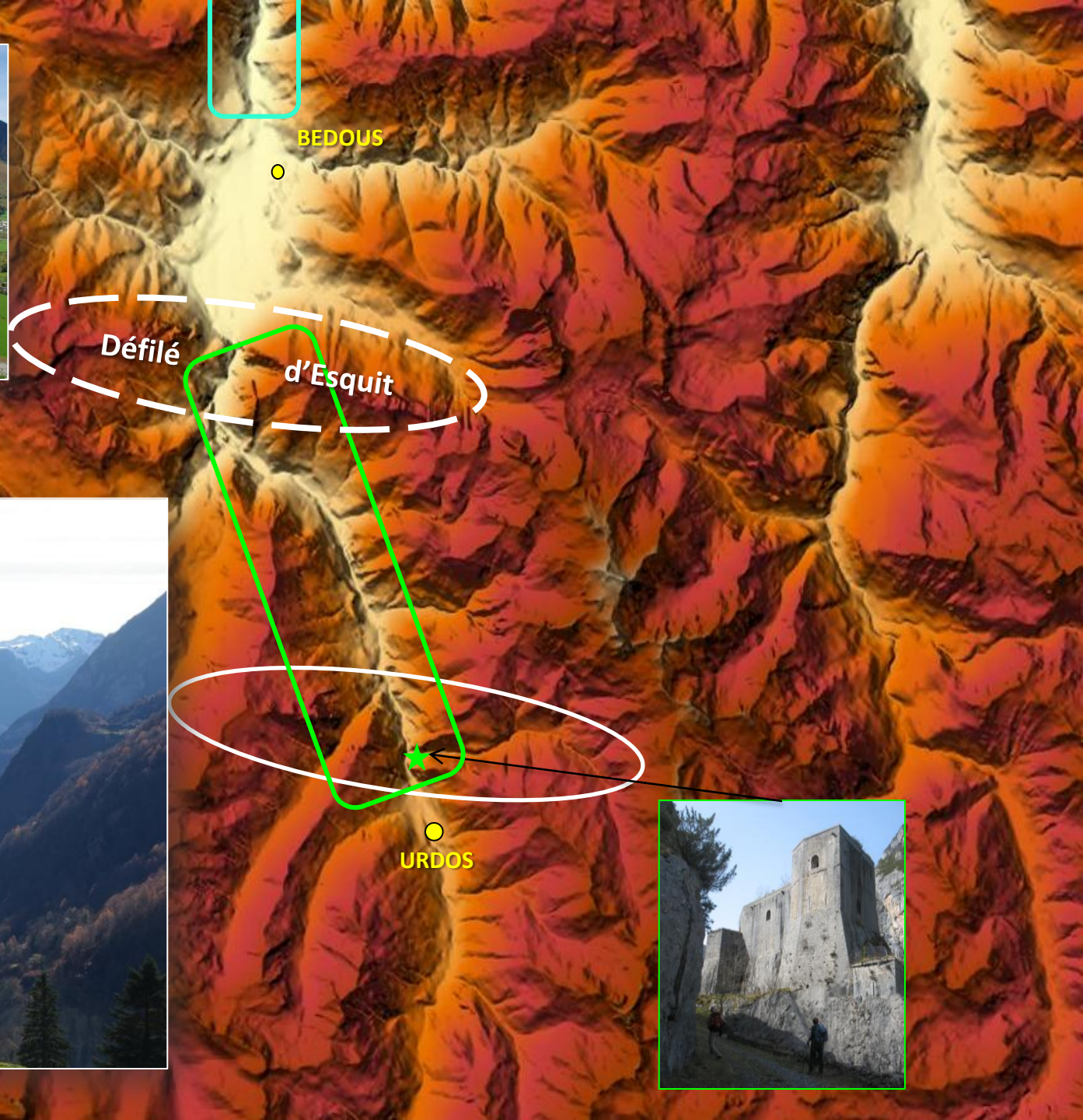
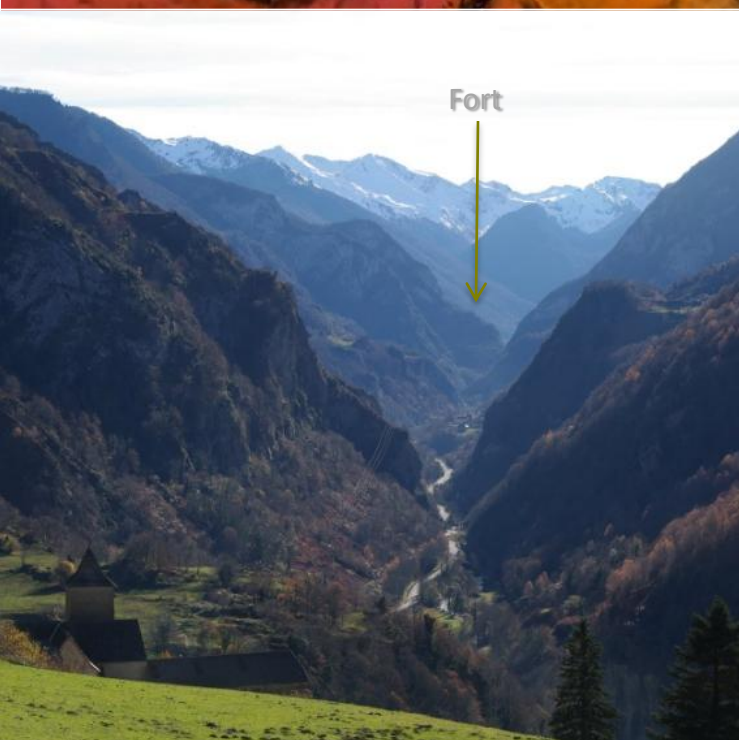


Escot,
Sarrance,
Bedous,
Accous, se situent
dans les
**CHAINONS
BÉARNAIS**

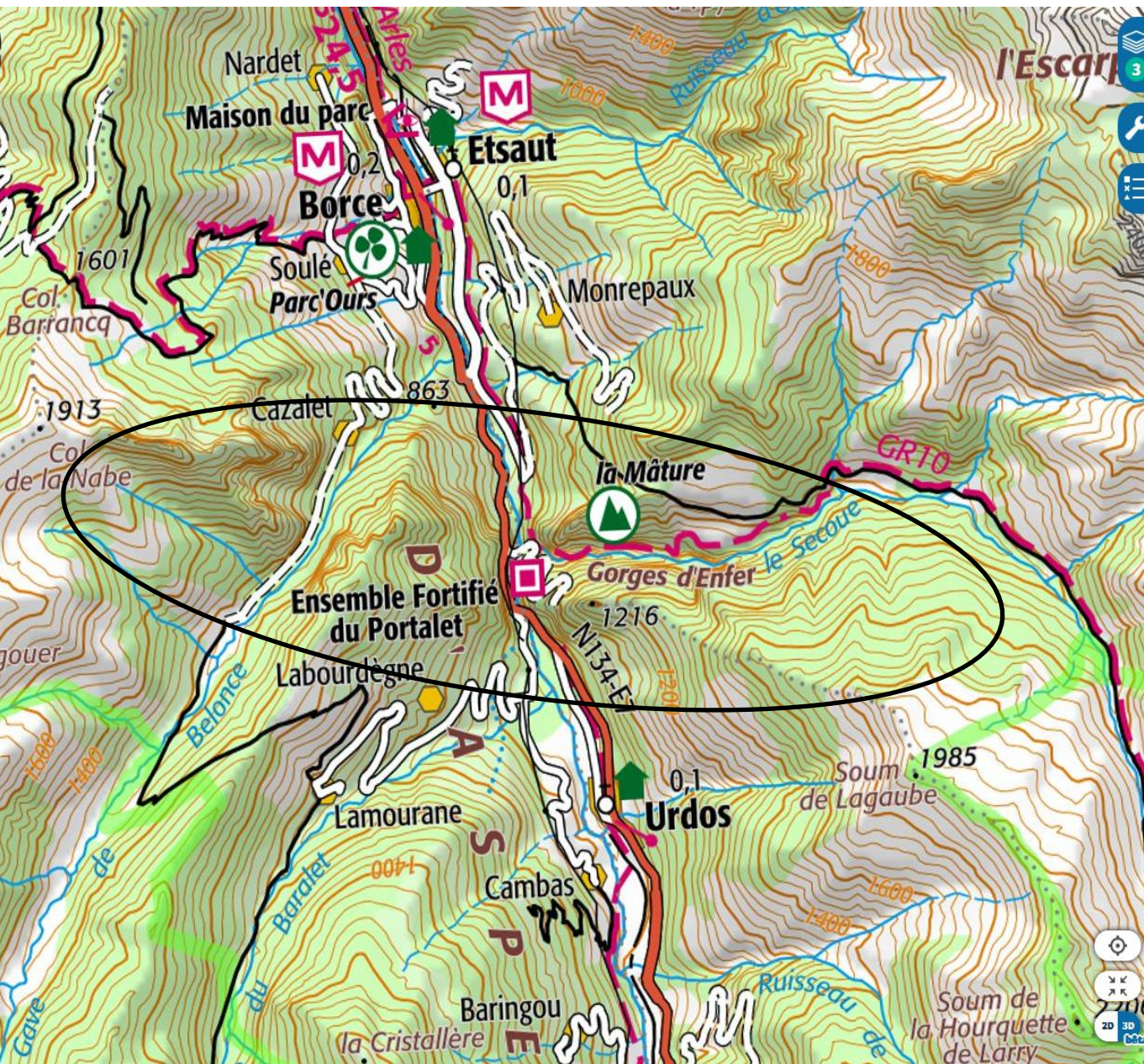
Etsaut, Urdos
et
le Fort du Portalet
se situent dans
la
ZONE AXIALE
ou
HAUTE CHAÎNE.

Les formes du relief : la morphologie





Le défilé du Portalet



Le défilé du Portalet:
un exemple des relations entre:

- structure géologique
- et formes du relief

et entre:

- formes du relief
- et installation d'infrastructures

Le chemin de la Mâtre fut creusé dans une falaise en calcaire massif sur la rive droite du Sescoué pour exploiter les sapins du Bois du Pacq destinés à la Marine militaire.

Il fut achevé en 1772.

→ RESSOURCES

Le Fort du Portalet fut bâti et creusé sur la partie basale d'une autre falaise calcaire, au confluent entre le Sescoué et le Gave; c'est un ouvrage militaire

Il fut achevé en 1870.

→ DEFENSE

La passerelle du Sescoué, est installée au bas d'un sentier creusé dans des calcaires massifs ; elle franchit les gorges du Sescoué et offre un parcours sécurisé entre Etsaut et Urdos sur la Voie d'Arles du Chemin de St Jacques de Compostelle.

Elle a été inaugurée en 2021.

→ SECURITE

- ▶ Objectifs de la passerelle himalayenne du Sescoué et de ses structures annexes
 - Sécuriser le cheminement des pèlerins de St-Jacques de Compostelle – Route d'Arles
 - Sécuriser l'accès piéton au Fort depuis la Gare d'Urdos, zone future de parking d'accueil
 - Valoriser l'opération du point de vue touristique
 - S'inscrire dans la suite des constructeurs du Fort
- ▶ Contraintes de site de différentes natures
 - Fort classé au Monument historique
 - Site classé Natura 2000, ZNIEF 2
 - Route nationale N134 dangereuse pour les piétons
 - Double fréquentation actuelle : usagers permanents (randonneurs et grimpeurs GR10 – Chemin de la Mâtüre) en rive droite du Sescoué et touristes visitant le Fort (accès réglementé)
 - Réseaux et équipements ERDF existants
- ▶ Des études géotechniques à la réalisation
 - Études préliminaires de faisabilité (2016, BE Géolithe)
 - Étude de l'aléa rocheux sur différents scénarios envisagés de tracés (2018, GINGER CEBTP)
 - Réalisation de la passerelle 2020-2021, réalisation des encorbellements en cours depuis 2022
 - Montant des ouvrages : 10 millions d'euros environ

Étude géotechnique de la Passerelle – La géotechnique, qu'est-ce que c'est ?

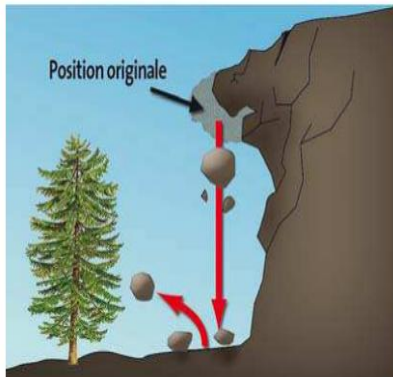
- ▶ La géotechnique s'appuie principalement sur deux sciences : la géologie et la mécanique des sols et des roches.
- ▶ Elle regroupe l'ensemble des activités liées aux sciences de la terre appliquées au génie civil et au bâtiment.
- ▶ Elle étudie l'interaction entre les terrains et les ouvrages environnants, l'ouvrage objet de la prestation du fait de sa réalisation et/ou de son exploitation.
- ▶ La géotechnique étudie les risques naturels et notamment les risques rocheux notamment pour :
 - évaluer les instabilités en définissant des niveaux d'aléas en fonction des enjeux humains et matériels à protéger
 - proposer des solutions de confortement : parades actives ou passives.



Laboratoire de mécanique des sols et roches



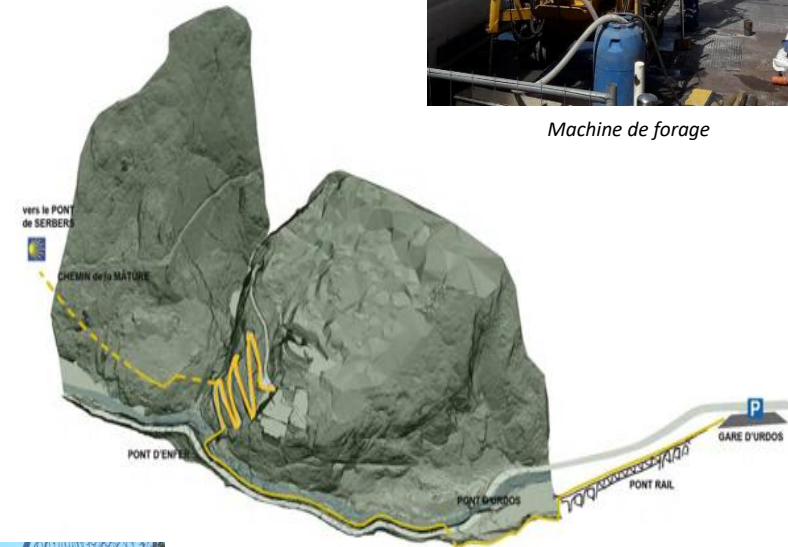
Machine de forage



ALÉA ROCHEUX (chute et éboulement rocheux)



ENJEUX = Fort, Pont d'Enfer, RN134, passerelle, usagers humains (ouvrages et personnes à protéger)



Extrait du CCTP cahier des charges techniques et particulières pour l'étude de la passerelle

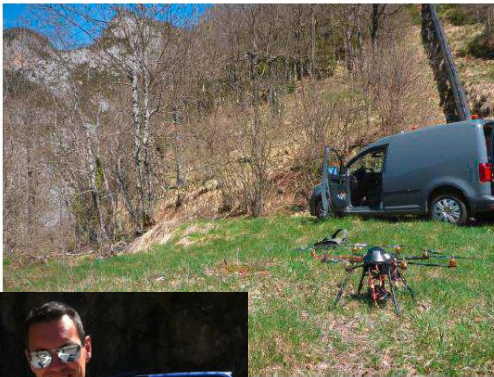


PARADE PASSIVE = Filet pare-pierres

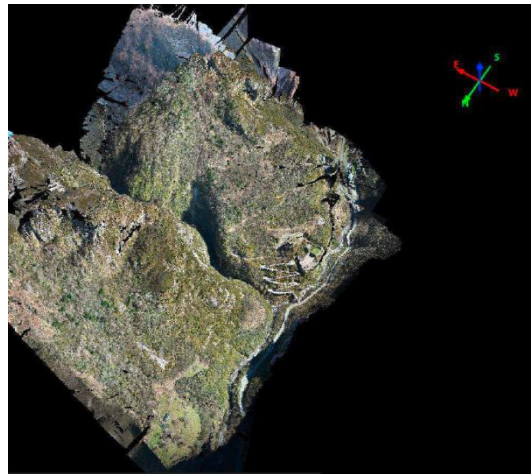
Etude géotechnique de la Passerelle – Investigations *in situ*

L'étude de la passerelle a consisté en des :

1. **Investigations par drone** (Avril 2018) pour cartographier la zone, établir la topographie de la zone d'étude et construire le MNT (Modèle Numérique de Terrain) modèle en relief de la zone investiguée pour faire des études trajectographiques
2. **Enquête photo/vidéo rapprochée** à l'aide d'un drone embarquant une caméra qui permet de choisir les zones à investiguer en s'approchant à quelques mètres des falaises ou réaliser des clichés en grand
3. **Relevés terrains et carottage :**
 1. **Relevés détaillés sur falaises en techniques alpines (sur cordes)** = relevés dimensionnels (ouvertures, volumétrie...) de fracturation (orientation, pendages, nature écartement), évaluation de l'altération rocheuse (oxydation, circulation), recherche de signes d'éboulement, analyse géomorphologique globale
 2. **Carottages au rocher** au niveau des zones potentielles d'ancrages des passerelles en rive droite et gauche du Sescoué



1. Drones et pilote de drone



1. MNT obtenu



2. Vue élargie Zone Mûture



2. Vue rapprochée Zone Nord

Etude géotechnique de la Passerelle – Détails des relevés et trajectographies

Relevés détaillés en falaise



Relevé de volume d'un bloc en surplomb



Relevé de profondeur dans un dièdre



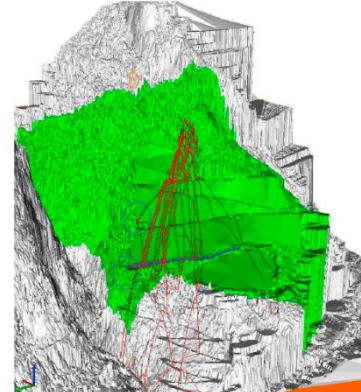
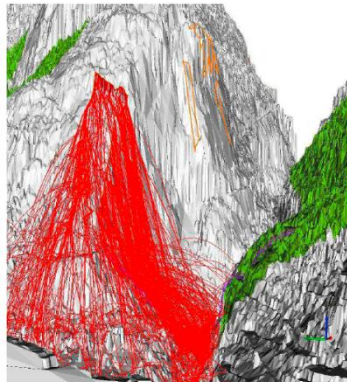
Mesure d'ouverture d'une fracture



Mesure d'inclinaison d'une faille

Études trajectographiques

Zone Mâtre Pène Ouest, départ de blocs haut ligne de crête, taille 5 m³
Nbre simulation = 500



Carottage au rocher



Carottage horizontal d'un affleurement rocheux situé dans le 1^{er} lacet du Fort pour prélever un échantillon intact à analyser en laboratoire – Avril 2018

SC 1 (côté Fort)



Échantillon intact correspondant

Zone Fort, départ de blocs au-dessus du dernier chemin carrossable, taille 1 m³, vitesse initiale nulle effet de frein de la végétation élevé

Etude géotechnique de la Passerelle – L'approche Risques Naturels

- Niveau d'**aléa de rupture** qualifié en paroi, il caractérise un compartiment rocheux en place (classe chutes de pierres, blocs, éboulements) C'est le conjonction entre :
 - L'**occurrence** de déclenchement du phénomène
 - Le **délai** dans lequel le phénomène peut se produire.
- Vulnérabilité** est fonction de la nature de l'enjeu et de son exposition aux trajectoires. C'est le croisement entre :
 - L'**exposition aux trajectoire de l'enjeu** (« à dire d'expert » ou par calcul trajectographique)
 - Les **dommages potentiels** associés subis par les enjeux.

Aléa de rupture

		OCCURRENCE				
		Très élevée	Elevée	Moyenne	Faible	Très faible
DELAI	Imminent	Aléa très élevé	Aléa très élevé			
	Très court terme	Aléa très élevé	Aléa élevé	Aléa élevé		
	Court terme	Aléa élevé	Aléa élevé	Aléa moyen	Aléa moyen	
	Moyen terme	Aléa élevé	Aléa moyen	Aléa moyen	Aléa faible	Aléa faible
	Long terme	Aléa moyen	Aléa moyen	Aléa faible	Aléa faible	Aléa très faible



Aléa de rupture : pour une classe de phénomène rocheux, l'aléa de rupture est exprimé suivant cinq niveaux issus des combinaisons détaillées ci-dessus

Vulnérabilité

		Exposition aux trajectoires				
		Très élevée	Elevée	Moyenne	Faible	Très faible
Dommages potentiels	Très importants	Vulnérabilité très élevée	Vulnérabilité très élevée	Vulnérabilité élevée	Vulnérabilité moyenne	Vulnérabilité faible
	Importants	Vulnérabilité très élevée	Vulnérabilité élevée	Vulnérabilité élevée	Vulnérabilité moyenne	Vulnérabilité faible
	Modérés	Vulnérabilité élevée	Vulnérabilité élevée	Vulnérabilité moyenne	Vulnérabilité faible	Vulnérabilité très faible
	Limités	Vulnérabilité moyenne	Vulnérabilité moyenne	Vulnérabilité faible	Vulnérabilité très faible	

Vulnérabilité : pour un enjeu donné est exprimé suivant 5 niveaux issus des combinaisons détaillées ci-dessus

Aléa de rupture X Vulnérabilité = RISQUE

		Aléa de rupture				
		Très élevée	Elevée	Moyenne	Faible	Très faible
Vulnérabilité	Très élevée	Risque très élevé	Risque très élevé	Risque élevé	Risque moyen	Risque faible
	Elevée	Risque élevé	Risque élevé	Risque élevé	Risque moyen	Risque faible
	Moyenne	Risque élevé	Risque moyen	Risque moyen	Risque faible	Risque très faible
	Faible	Risque moyen	Risque moyen	Risque faible	Risque très faible	
	Très faible	Risque faible	Risque faible	Risque très faible		

1. A partir des modélisations trajectographiques de chutes de blocs en amont des tracés, on a pu déterminer l'exposition des itinéraires aux trajectoires de blocs. En considérant les dommages potentiels comme « élevés » à minima, au vu de la fragilité de l'enjeu (passerelle suspendue transportant du public), on a déterminé la vulnérabilité de l'objet d'étude.



1. Diminution du risque à un niveau acceptable (faible) par des dispositions constructives et estimation financière :



Variante	Dispositifs	Enveloppe globale (montant HT)
Passerelle basse solution 1	Installation de chantier Etudes G3 Ecrans pare-blocs 2m haut 500 kJ = 250 ml Ecrans pare-blocs 3m haut 1000kJ = 50 ml Purges tête et corps falaises aval = 3000m² Purges crête chemin mâtire = 1500m² Confortement des falaises au niveau PR 0+250/0+350/0+500 par ancrages actifs = 50 unités longueurs 5-10m Confortement des falaises au-dessus chemin mâtire par emmâillotage = 500m² DOE	250 000 – 300 000 €

Dispositions constructives préconisées pour diminuer le niveau de risque



Cartographie du risque éboulement pour la solution de passerelle retenue

RISQUE = Aléa de rupture X Vulnérabilité

Le contexte géologique des défilés en Aspe



Tracé de la Faille Nord Pyrénéenne des auteurs.

Actuellement considérée comme l'un des accidents marquant la limite nord de l'Ibérie

Défilé d'Esquit
Calcaires des Cañons (crête Arapoup)

Crétacé supérieur (-96 à -66 Ma)

Défilé du Portalet :
Falaise calcaire plissée en anticlinal

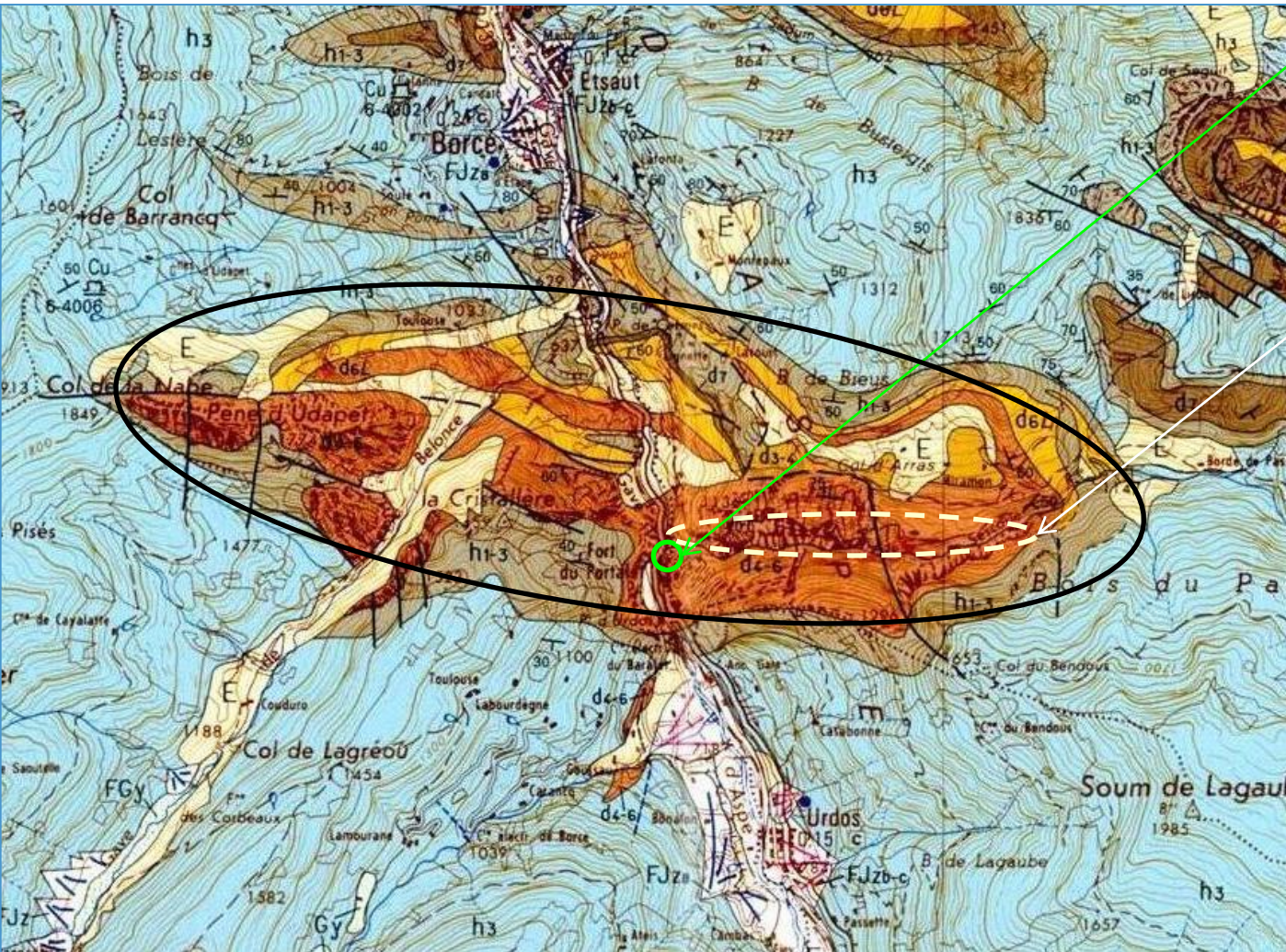
Dévonien et Carbonifère (-400 à -300 Ma)

Grès et conglomérats
Permien (-300 à -250 Ma)

Résultat de l'érosion de la chaîne hercynienne

Le site du défilé du Portalet dans son contexte géologique

Calcaires du Dévonien et du Carbonifère plissés en anticlinal d'orientation pratiquement Est/Ouest;
plis de l'orogénèse hercynienne, repris lors de l'orogénèse alpine



Le Fort du Portalet est installé sur la partie basale d'une falaise calcaire, en rive droite du Gave, au confluent entre le Sescoué et le Gave.

Le chemin de la Mâturation est creusé dans la même falaise, sur la rive droite du Sescoué pour exploiter les sapins du Bois du Pacq. Il fut achevé en 1772.

- h₃ : Schistes et grès à plantes Carbonifère**
- h₁₋₃ : Calcaires Carbonifère**
- d₄₋₆ : Calcaires à Polypiers Dévonien**
- d₆L : Pélites Dévonien**

Extrait de la carte géologique 1/50 000 Laruns-Somport © BRGM

Le Fort du Portalet, un ensemble fortifié de défense



Cap
sud
ouest

Le Fort du Portalet est bâti et creusé sur la partie basale d'une falaise calcaire, en rive droite du Gave, au confluent entre le Sescoué et le Gave.

GeolVal



Le Fort du Portalet

L'ANCIEN FORT DU PORTALET OU LE FORT DU POUTOU

La vallée d'Aspe a toujours été une voie importante d'échanges commerciaux entre la France et l'Aragon. Ceci va motiver la création d'un péage à partir du XI^{ème} siècle à Canfranc. En représailles à ce dernier la France instaurera le sien au XIV^{ème} siècle. Il est situé rive gauche du gave à 200 mètres en aval du fort du Portalet actuel. La taxe douanière pour les marchandises, les piétons et les cavaliers est dans un premier temps prélevée par la ville d'Oloron, comme le précise une charte octroyée par le Vicomte de Béarn, Gaston IV de Foix en 1471. Ces droits doivent servir à réparer les murailles, les chemins, les rues et payer la police des lieux. Mais suite à des plaintes aspoises sur le manque d'entretien de la route, un arrêté du conseil du roi, retire la perception à Oloron. Le péage est désormais prélevé par l'intendant de province. Mais Oloronais et Aspois jusque-là exonérés du péage doivent maintenant l'honorer. La Révolution marque la fin des péages. L'édifice est rétabli comme fort militaire, mais tombant en ruine, il fait l'objet de travaux de restauration en 1794.

Notons que Alfred de Vigny y a séjourné et il se serait inspiré du lieu pour écrire les poèmes « Dolorida » et le « Cor ».



Des vestiges du fort du Poutou sont visibles en bordure de la RN 134. Il est classé aux monuments historiques depuis 2005.

Il fera l'objet d'un programme de sauvegarde en 2008.

LE NOUVEAU FORT DU PORTALET



Sous la monarchie de Juillet les relations entre la France et l'Espagne s'améliorent et permettent de développer les relations industrielles et commerciales entre les deux états. Il est envisagé d'agrandir la route pour permettre de meilleurs échanges, mais cet agrandissement pose problème aux militaires français garants de la sécurité du territoire. Ces derniers pressent le gouvernement et demandent un contrôle de cette route. Ils proposent que la route royale n° 134 soit pourvue d'un ouvrage militaire permettant d'arrêter les invasions venant d'Espagne (guerres Carlistes).

Plusieurs projets sont étudiés un premier à Escot, un deuxième à la Pène d'Arrêt, au-dessus d'Urdos, un troisième avec la fortification du fort du Poutou. Tous sont abandonnés pour des raisons de coûts, ou par mauvais choix stratégiques.

Il est décidé de ne conserver qu'un seul lieu sur le terrain de la Vésiaü. Il est situé sur la rive droite du gave d'Aspe sur une montagne dont les abords sont défendus par une falaise plongeant au fond du Gave. C'est ainsi que le fort fut déclaré d'utilité publique par ordonnance royale de Louis Philippe le 22 juillet 1842. Ce lieu de la Vésiaü (voisin en béarnais) appartient à trois communes Etsaut, Urdos, Cette-Eygun. Ce dernier est classé terrain à chèvres par l'armée. Les querelles entre les 3 propriétaires, concernant le montant de l'indemnisation dû par l'armée, retardent le projet. Il faut attendre 1870 pour que la construction du fort soit achevée.

LES GRANDES DATES DU FORT

1871-1914 : Le fort est occupé par le 18^{ème} régiment d'infanterie de Pau.

1914-1918 : Il est surveillé par des gardes territoriaux.

1925-1939 : Le fort devient colonie de vacances pour les cadets de Notre-Dame de Bordeaux.

1941-1942 : 5 hommes d'Etat sont jugés, au procès de Riom, responsables de la défaite française en 1940 et sont emprisonnés au Fort du Portalet. **Léon BLUM** grande figure du socialisme, fondateur du gouvernement du Front Populaire 1936; **Edouard DALADIER** Député radical-socialiste qui déclare la guerre à l'Allemagne en 1939; **Maurice GAMELIN** Général français et chef de l'état major de la défense nationale; **Georges MANDEL** proche collaborateur de Clemenceau; **Paul REYNAUD** Républicain de droite, Président du Conseil en 1940. Durant leur captivité, leur famille et leurs collaborateurs logent à l'auberge **BEILHES à URDOS**.

24/08/1944 : le fort est libéré, les 5 soldats allemands déposent leurs armes devant un groupe de maquisards de la vallée d'Aspe.

15/08/1945-13/11/1945 :

Le gouvernement de la République interne l'ex-maréchal **Philippe PETAIN** au fort cellule n°5.



DE SON ABANDON A NOS JOURS

L'armée française occupe le fort jusqu'en 1952. Il est déclassé en 1962 par le Ministère de la Guerre. En 1966 Mme Fraiman fait son acquisition suite à une vente aux enchères par les domaines. Il est vendu pour la somme de 171 000 Frs.

Malheureusement, ne faisant l'objet d'aucune surveillance, il est pillé, détérioré et la végétation le gagne.

En 1992 : il est inscrit à l'inventaire supplémentaire des Monuments historiques.

Le 7 septembre 1999 : la Communauté de Communes de la vallée d'Aspe devient l'heureuse propriétaire.

Le 30 novembre 2005 : Il est classé aux monuments historiques.

DESCRIPTION DE LA VISITE

Le pont de l'enfer et pas moins de 6000 m de chemin escarpé, donnent accès à l'unique entrée du fort. Les murs de soutènement sont réalisés en pierres sèches. Un pont surplombant la « petite ravine » permet de pénétrer dans le fort. Deux bâtiments occupent l'entrée :

Le corps de garde (50m2)

le logement du gouverneur (120 m dont 30 m2 en cave).



La terrasse d'entrée ou place d'Armes : (560 m2) constituée de grandes dalles de pierres carrées. Elle est percée de 3 puits de jour pour l'éclairage naturel et l'aération des bâtiments inférieurs. Vue sur

la terrasse inférieure, la caserne, les cuisines.

La guérite : (12 m2) en forme de cloche est construite en pierre sur deux niveaux indépendants.

Le magasin à poudre (60 m2) peut contenir environ 10 000 kg de poudre. Il est composé de deux murs, un externe faisant 2 mètres d'épaisseur et un interne voûté. Des meurtrières permettent de ventiler le bâtiment.

Le chemin de ronde :

est curieux, de par sa disposition panoramique

et son éclairage naturel. **Le fortin** : point culminant du fort, il permet de palier aux attaques venant de la montagne. Il est construit sur deux niveaux et comporte

3 bastions armés de batteries.



18



Le fort, vu depuis le départ du chemin vers le col de Rouglan



Un aspect des escaliers



La porte du Fortin ouvrant sur la terrasse supérieure du Fort

La terrasse supérieure du Fort et l'une de ses guérites



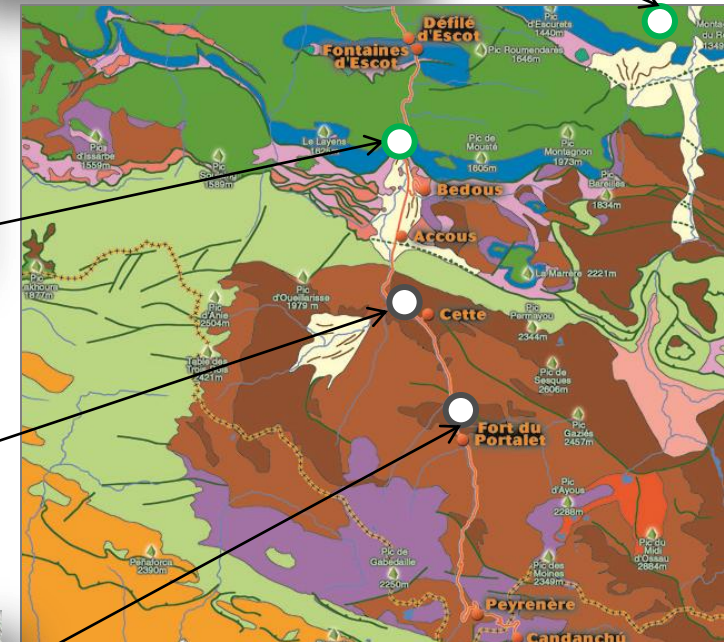
Quelques matériaux de construction du Fort

Calcaire à Rudistes Crétacé (Aptien -125 à -112 Ma)

Roche massive compacte *provenant de carrières locales situées au N. de Bedous*, utilisée en pierre de taille pour l'encadrement des portes et fenêtres, **pour les margelles** et pour des guérites.

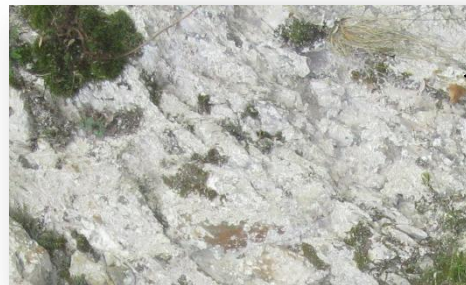


Le même calcaire, très fracturé, dans lequel les Rudistes sont écrasés, *provenant de certaines carrières du secteur d'Arudy.*



Calcaire griotte Dévonien supérieur (de -370 à - 359 Ma)

Roche très dure, calcaire et siliceuse, *provenant d'une carrière au N. d'Eygun* utilisée dans les seuils de porte ou les margelles(souvent gris clair et parfois rose)



Le calcaire à Polypiers Dévonien supérieur, moins compact et très fracturé, *provient des falaises sur lesquelles le Fort est construit*; il est utilisé comme moellons pour la construction des murs.

Fossiles et paléo environnement au Dévonien

De - 410 à - 360 Ma PRIMAIRE – *Dévonien*

Fossiles des calcaires du Dévonien

Peyreget (Ossau)



Coraux

Mâtüre et Portalet



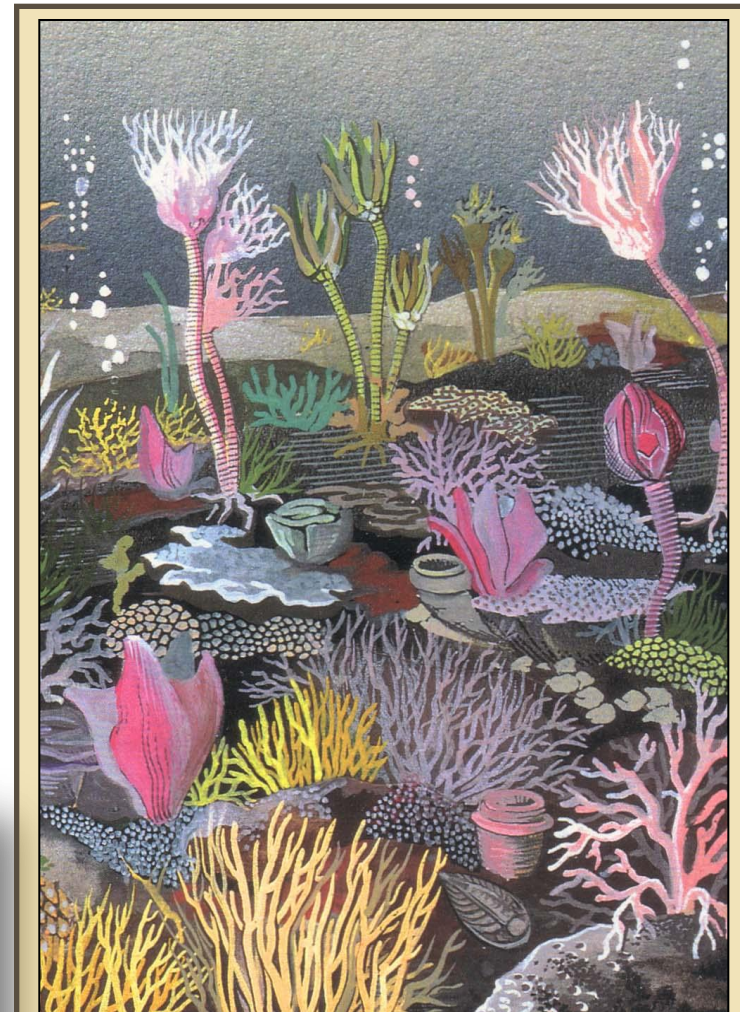
Brachiopodes



Coraux



Calice de Crinoïde



Reconstitution du paléo-environnement:

Milieu marin, de plate forme; climat chaud, tropical

PESP sur....Pour en savoir plus sur les Brachiopodes



Spirifer sp



Atrypa sp



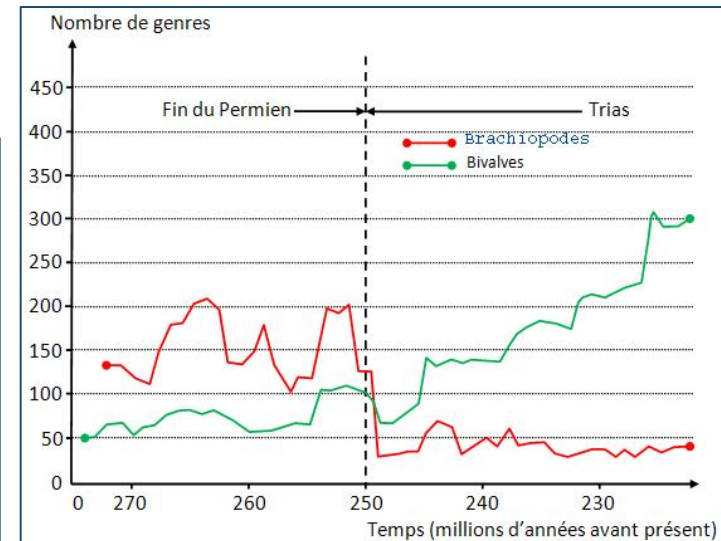
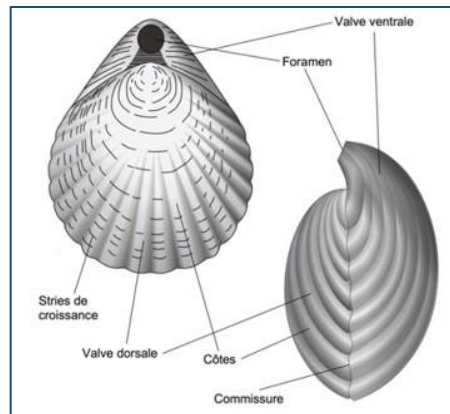
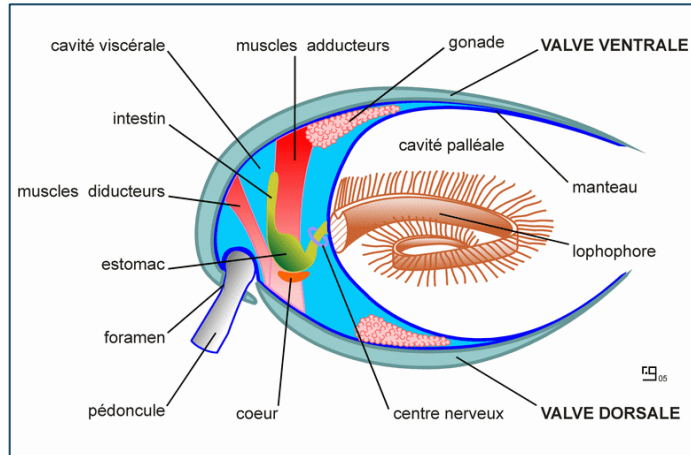
Uncites sp

Brachiopodes du Dévonien
Collections paléontologiques
de l'institut Dolomieu

<http://collections.obs.ujf-grenoble.fr/paleontologieenseignementclefbrachiopodesarticles.html>

Brachiopodes

- ▶ Animaux invertébrés marins à symétrie bilatérale
- ▶ Coquille à 2 valves, une ventrale et une dorsale (≠ lamellibranches, moules etc: valves droite et gauche)
- ▶ Vivent fixés sur le fond par un pédoncule
- ▶ Groupe des Brachiopodes connu depuis l'ère Primaire (premières formes connues datent déjà du Cambrien – 600 Ma)
- ▶ **Brachiopodes du Primaire presque tous décimés par la crise permo-triasique (supplantés par les lamellibranches bivalves.)**
- ▶ Existents encore actuellement.



Fossiles et paléo environnement au Carbonifère

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



Céphalopode - Goniatite



Des fossiles marins (mollusques) dans des calcaires



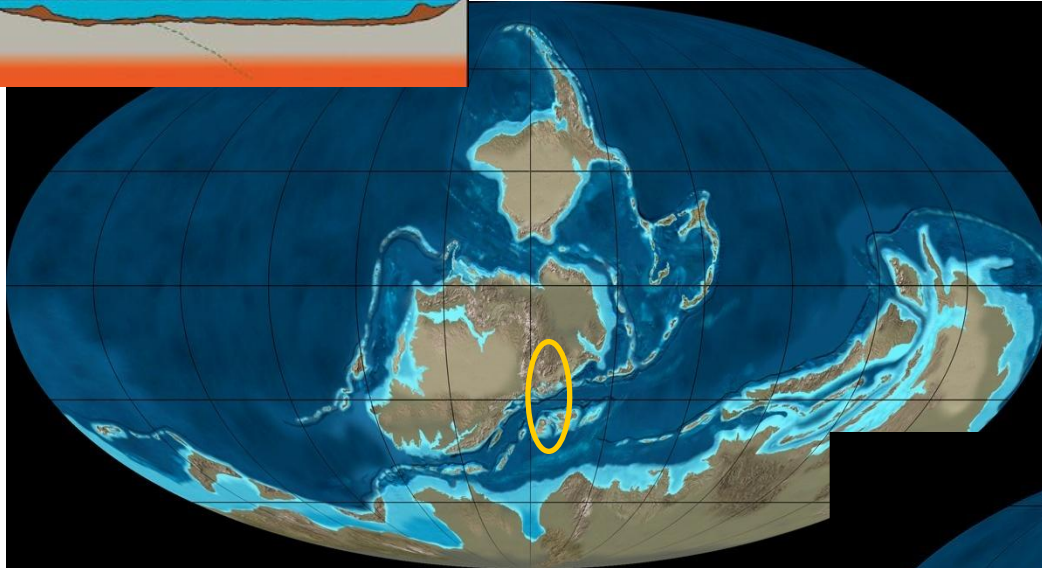
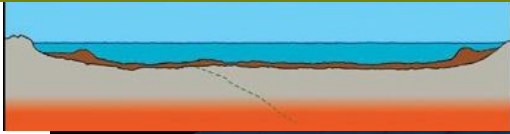
Des fossiles continentaux (fougères...) dans des schistes

Excursion GéolVal avril 2015- Fort du Portalet, Urdos



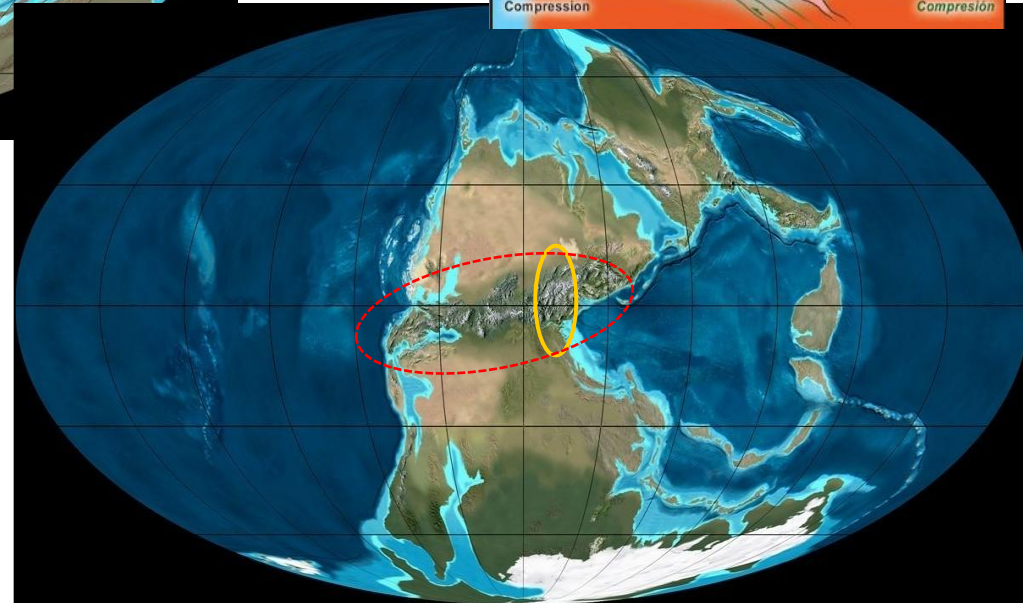
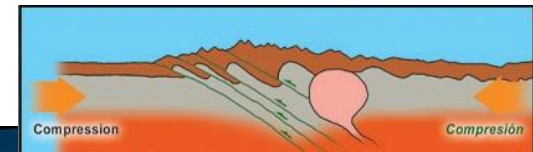
Reconstitution du paléo-environnement

Le monde au primaire



- 410/ - 360 Ma PRIMAIRE – Dévonien

- ▶ des récifs dans une mer tropicale située dans l'hémisphère sud



- 360/-290 Ma PRIMAIRE – Carbonifère

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

Le pli anticlinal du défilé du Portalet

FORT DU PORTALET

Les roches, même les plus résistantes comme les calcaires, peuvent être plissées. Le pli du Fort du Portalet nous raconte une histoire de 400 millions d'années.

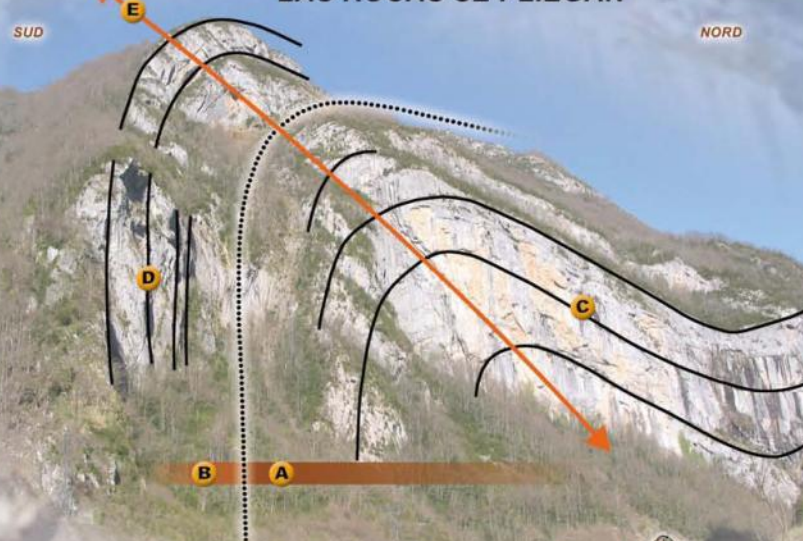
Las rocas se pliegan, aun las más resistentes, como por ejemplo las calizas. El pliegue del Fuerte del Portalet nos cuenta una historia de 400 Millones de años.



Les couches géologiques peuvent être plissées par les forces de compression liées à la formation d'une chaîne de montagne. Un pli comme celui du Fort du Portalet, en forme de voûte convexe est appelé anticlinal. Las capas geológicas pueden plegarse bajo las fuerzas ejercidas durante la formación de la cadenas de montañas. A un pliegue como el del "Fuerte del Portalet", que tiene una forma de curva convexa, se le denomina anticlinal.

LES ROCHES SE PLISSENT

LAS ROCAS SE PLIEGAN



- A** Calcaires d'âge Dévonien (-380 Millions d'années)
Calizas del período Devónico (-380 Millones de años)
- B** Schistes et calcaires d'âge Carbonifère (-320 Millions d'années)
Esquistos y calizas del período Carbonífero (-320 Millones de años)
- C** Flanc nord de l'anticlinal à faible pendage (le pendage est l'inclinaison des couches par rapport à l'horizontale)
Flanco norte del anticlinal con poco buzamiento (ángulo de las capas respecto al horizontal)
- D** Flanc sud de l'anticlinal à fort pendage (couches à la verticale)
Flanco sur del anticlinal con fuerte buzamiento (capas verticales)
- E** Charnière de l'anticlinal : lieu de courbure maximum du pli
Charnela del anticlinal : punto de curvatura máxima del pliegue

Niveau de la Mer
Nivel del Mar

1 - 380 M.a

L'endroit où nous nous trouvons était occupé par une mer chaude, peu profonde parsemée de récifs de corail qui sont à l'origine du dépôt des calcaires dévoniens.

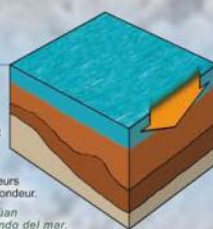
El lugar donde nos encontramos estaba ocupado por un mar cálido y poco profundo con arrecifes de coral. Estos últimos originaron la sedimentación de las calizas devónicas.



2 - 320 M.a

Les sédiments continuent à s'accumuler au fond de la mer. Les calcaires dévoniens sont alors enfouis à plusieurs milliers de mètres de profondeur.

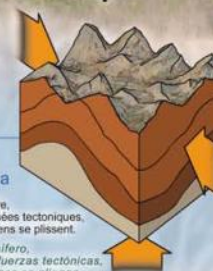
Los sedimentos continúan acumulándose en el fondo del mar. Las calizas devónicas fueron entonces enterradas a varios kilómetros de profundidad.



3 - 290 M.a

Durant le Carbonifère, sous l'effet de poussées tectoniques, les calcaires dévoniens se plissent.

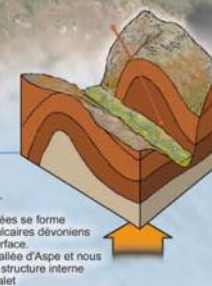
Durante el Carbonífero, bajo la acción de fuerzas tectónicas, las calizas devónicas se pliegan.



4 ACTUEL

La chaîne des Pyrénées se forme et se soulève. Les calcaires dévoniens sont ramenés à la surface. L'érosion creuse la vallée d'Aspe et nous permet d'observer la structure interne du pli du fort du Portalet.

La cadena de los Pirineos se ha levantado y las calizas devónicas aparecen en superficie. La erosión corta al valle de Aspe, y permite ver el anticlinal del "Fuerte del Portalet".



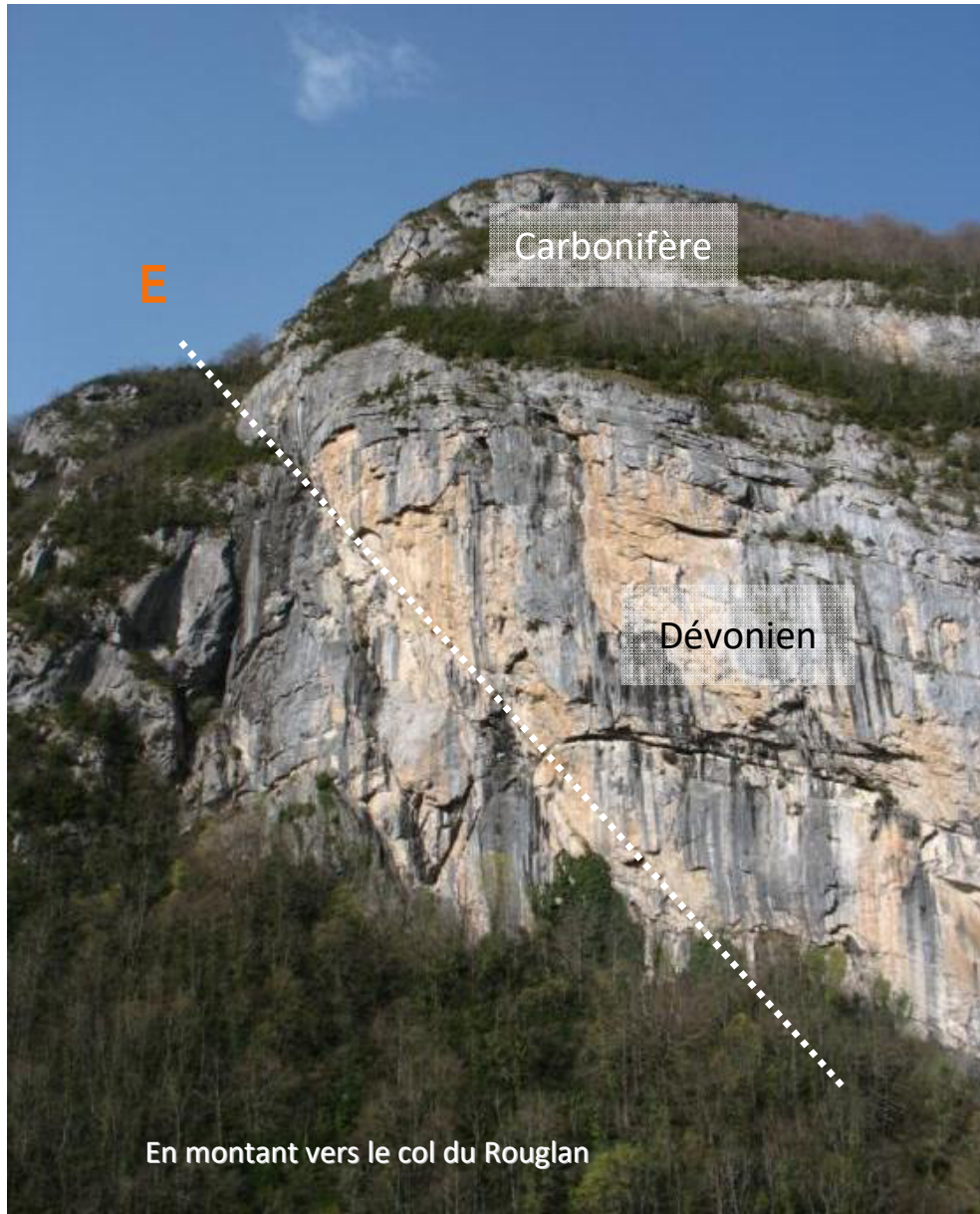
Ed 2008

Le pli anticlinal du défilé du Fort du Portalet

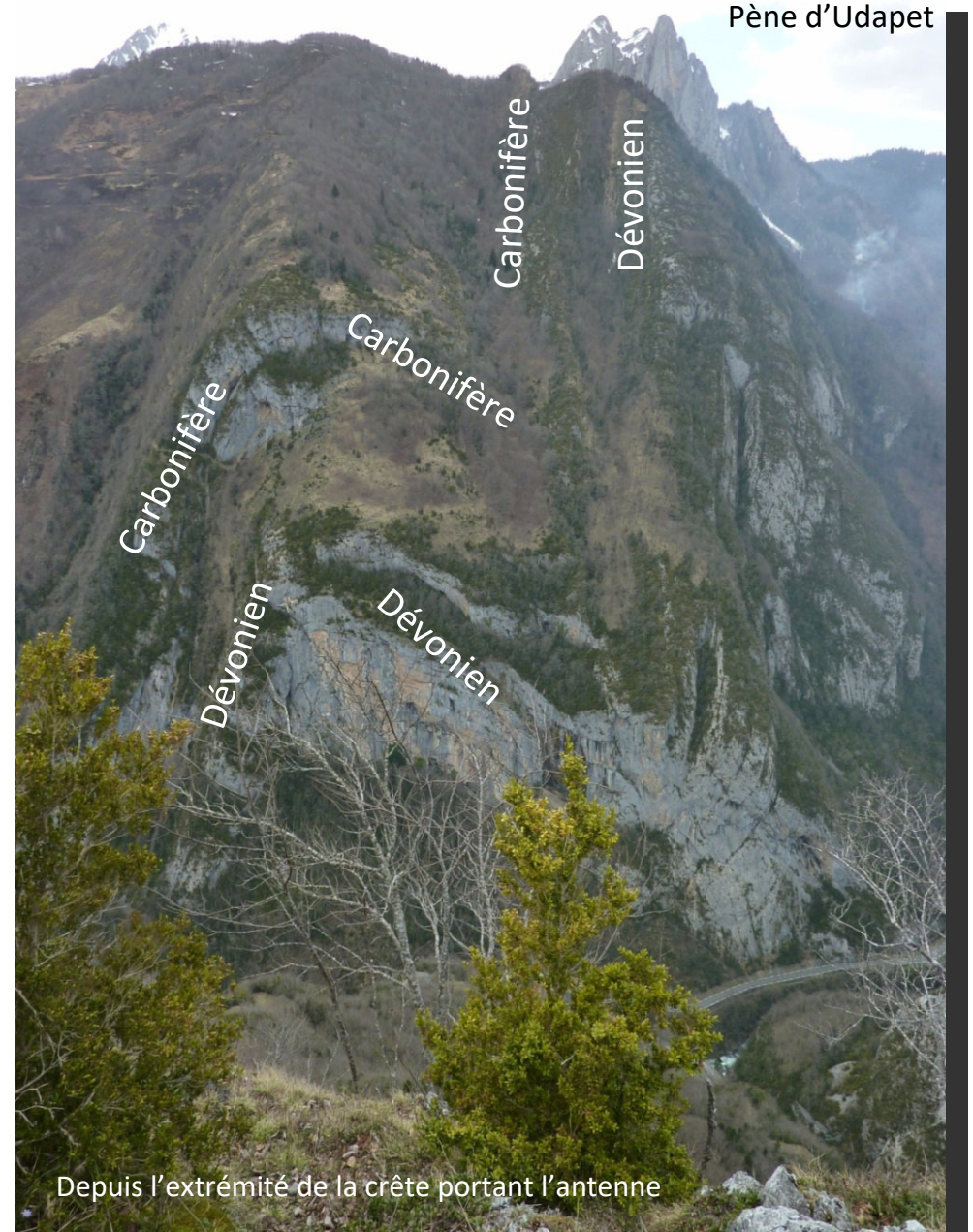


Calcaires du Dévonien et du Carbonifère plissés en anticlinal
avec déversement vers le Sud (E : charnière de l'anticlinal)

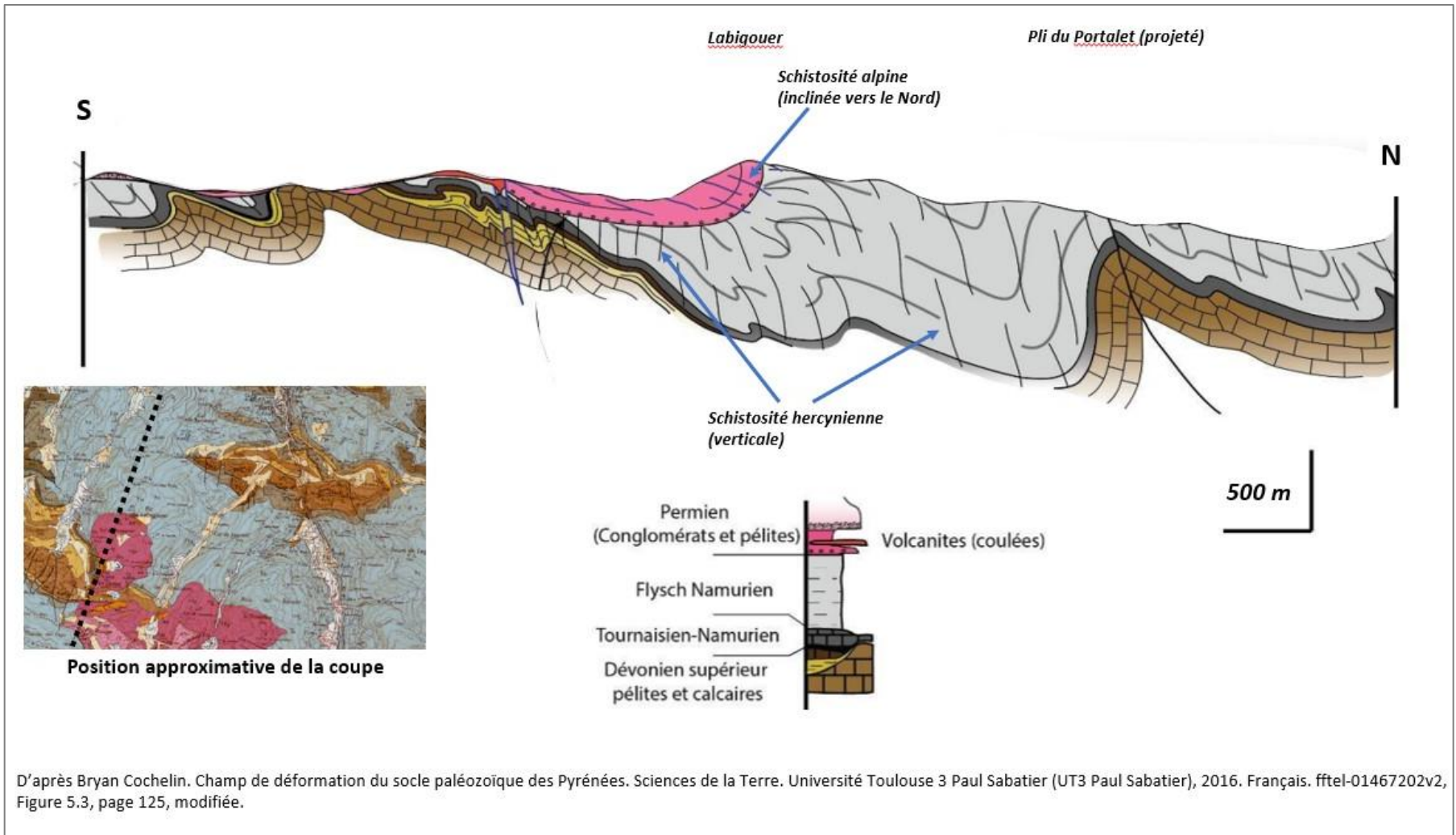
Le pli anticlinal du défilé du Fort du Portalet



Calcaires du Dévonien et du Carbonifère plissés en anticlinal avec déversement vers le Sud (E : charnière du pli)



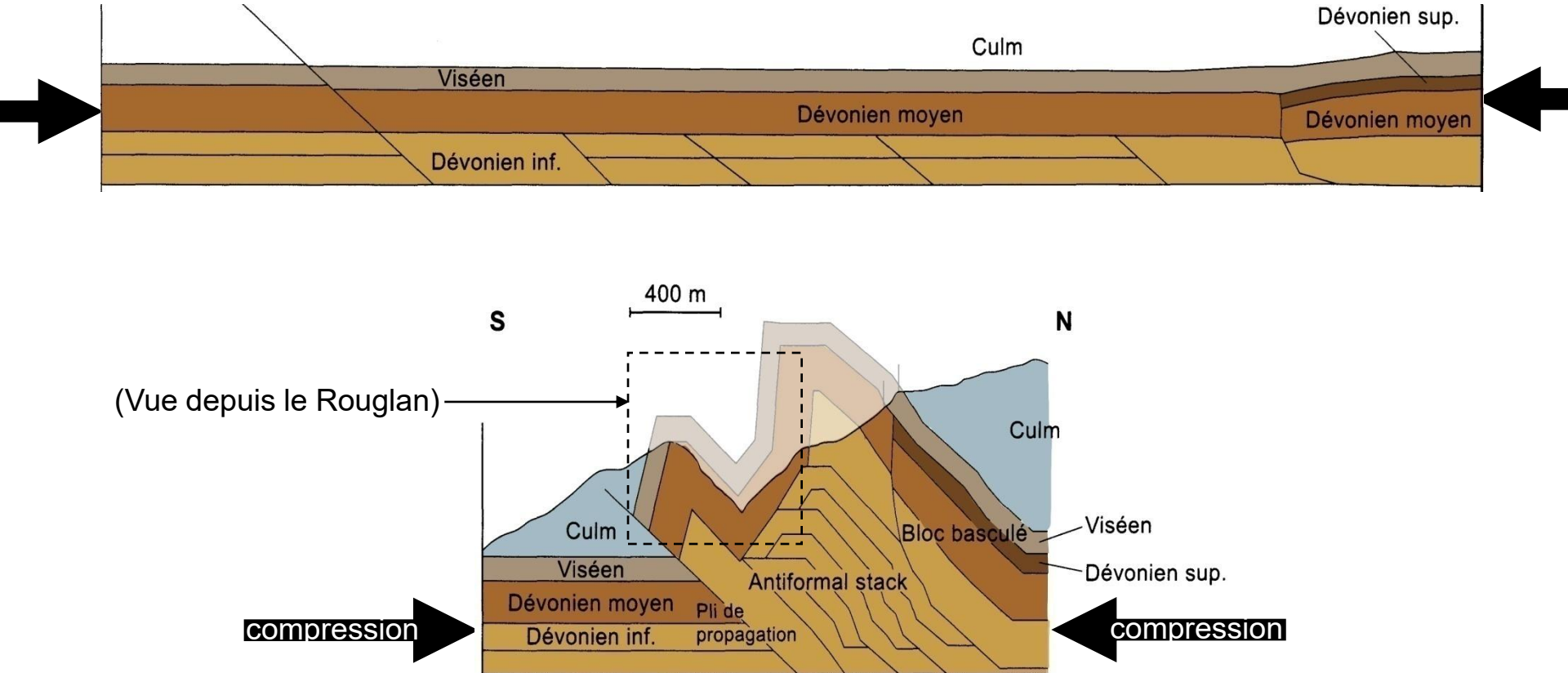
L'anticlinal: une déformation hercynienne et/ou alpine?



La schistosité verticale qui affecte les roches du Dévonien et du Carbonifère est une traduction de la tectonique hercynienne. Elle n'affecte pas les conglomérats et pélites du Permien dans lesquels s'exprime une schistosité « alpine »

SCHISTOSITÉ: feuillage plus ou moins serré présenté par certaines roches, acquis sous l'influence de contraintes tectoniques, distinct de la stratification, et selon lequel elles peuvent se débiter en lames plus ou épaisses et régulières. (Dictionnaire de Géologie)

Effet de la compression à l'échelle d'un pli : le Portalet



Le même volume est concentré sur une plus courte distance, ce qui provoque un épaississement.

D'après la notice explicative de la feuille Laruns-Somport à 1/50000 © BRGM Fig 14 (d'après A. Daudignon, 2002)

.....Il y a $\approx$ 3 millions d'années, coup de froid sur les Pyrénées



Le Matanuska Glacier (Alaska), actuellement
paysage évoquant l'ambiance à Oloron entre -100.000 ans et -18.000 ans,
lors de la dernière période glaciaire

.....Il y a $\approx$ 3 millions d'années, coup de froid sur les Pyrénées



Modélisation de l'ambiance entre Cette et Urdos, il y a environ 23000 ans BP, lors du dernier maximum glaciaire.
(montage réalisé par Philippe G. à partir d'un cliché pris depuis le site RGTP de Cette, en décembre 2016)

.....Il y a $\approx$ 3 millions d'années, coup de froid sur les Pyrénées

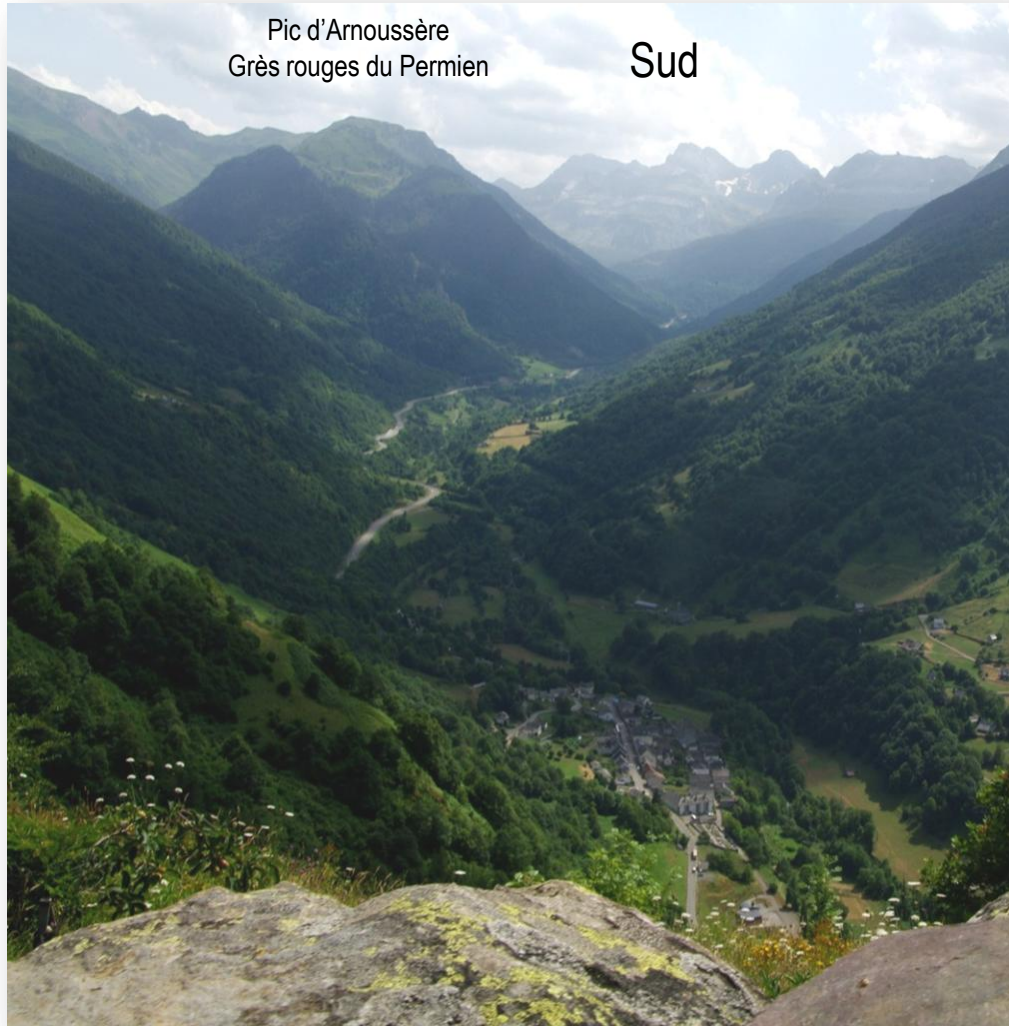


L'ambiance entre Cette et Urdos, actuellement *(photo Philippe G. décembre 2016)*

Des traces de glaciers autour d'Urdos

Pic d'Arnoussère
Grès rouges du Permien

Sud



Vue vers le sud depuis le col de Rouglan ; en arrière plan, la haute chaîne
Au fond de la vallée, village d'URDOS (775 m)

Épaisseur du glacier : 450m ! (1221m – 775m)
Anticlinal du Portalet : verrou glaciaire

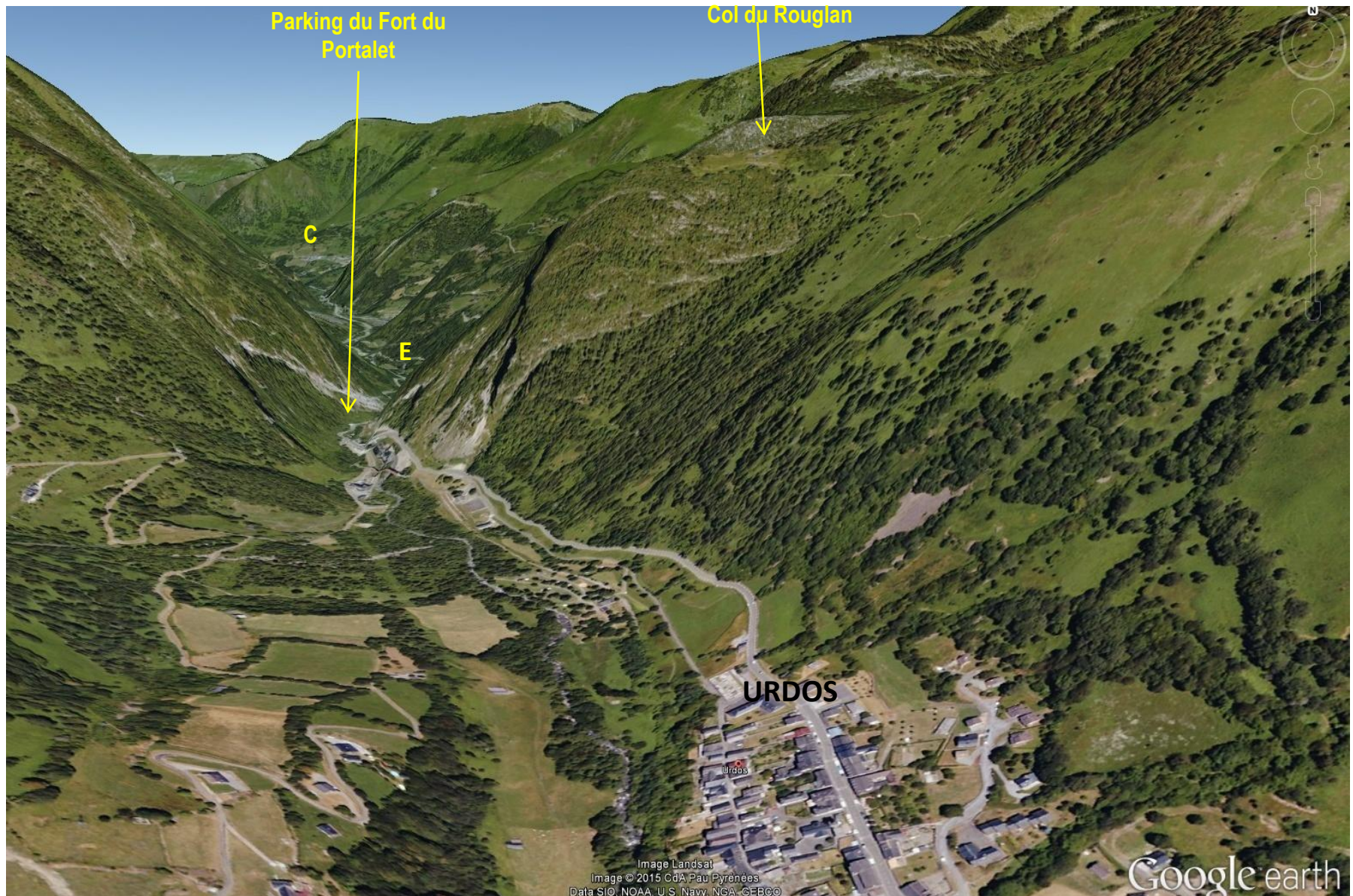


Vue vers le nord dans la montée au col de Rouglan
Dans l'axe de la vallée en U, les villages de BORCE et CETTE



Au col de Rouglan (1221 m)
blocs erratiques de grès roses du Permien :
origine: moraine du glacier installé dans la vallée

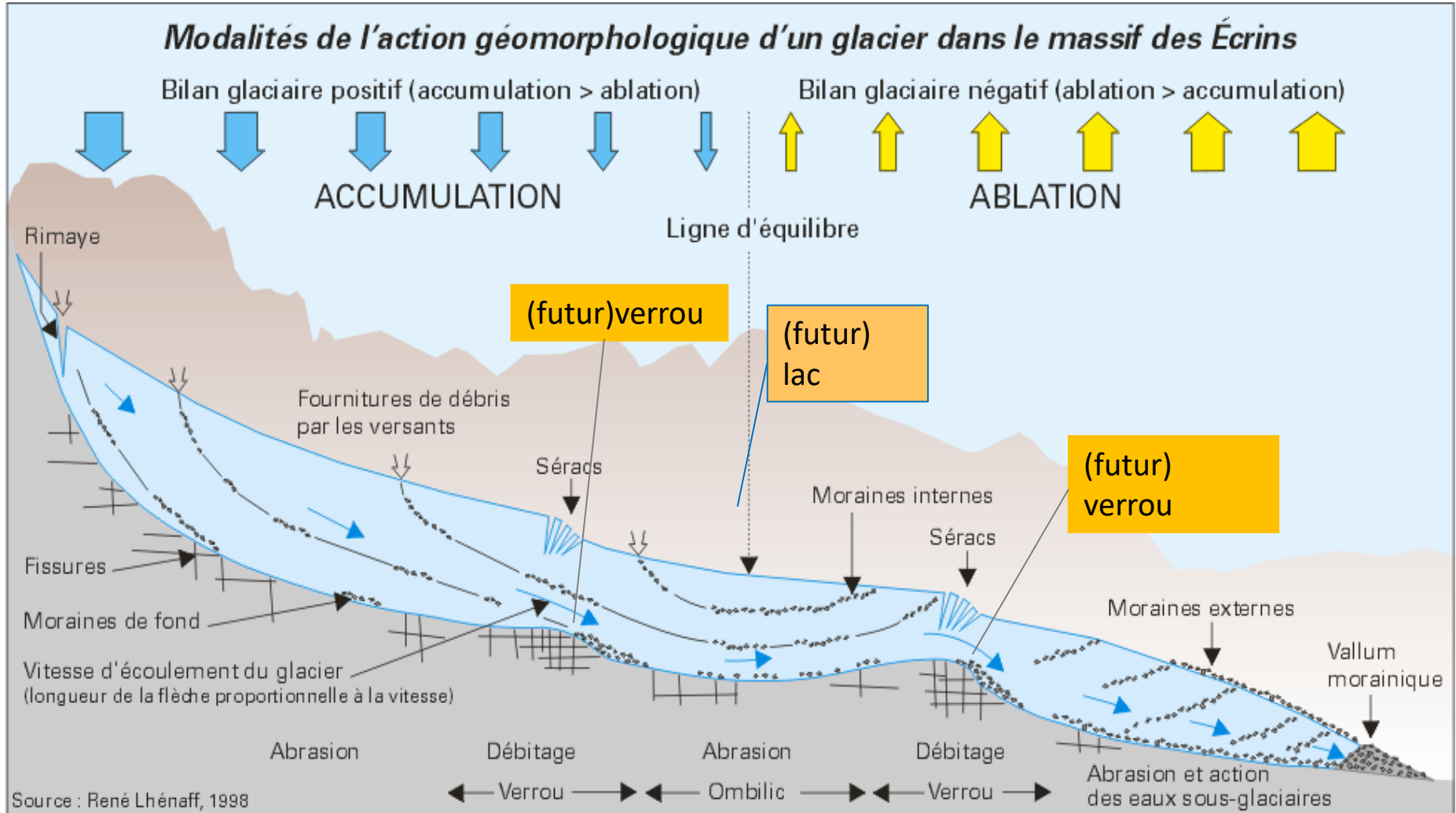
La morphologie glaciaire en Aspe: verrous et zones surcreusées



Le verrou glaciaire du Portalet sépare le vallon d'Urdos (alt 770 m) au Sud du vallon de Etsaut (E alt 521 m) au Nord.

Le village de Cette (C) est installé sur un replat morainique, à 700m d'altitude

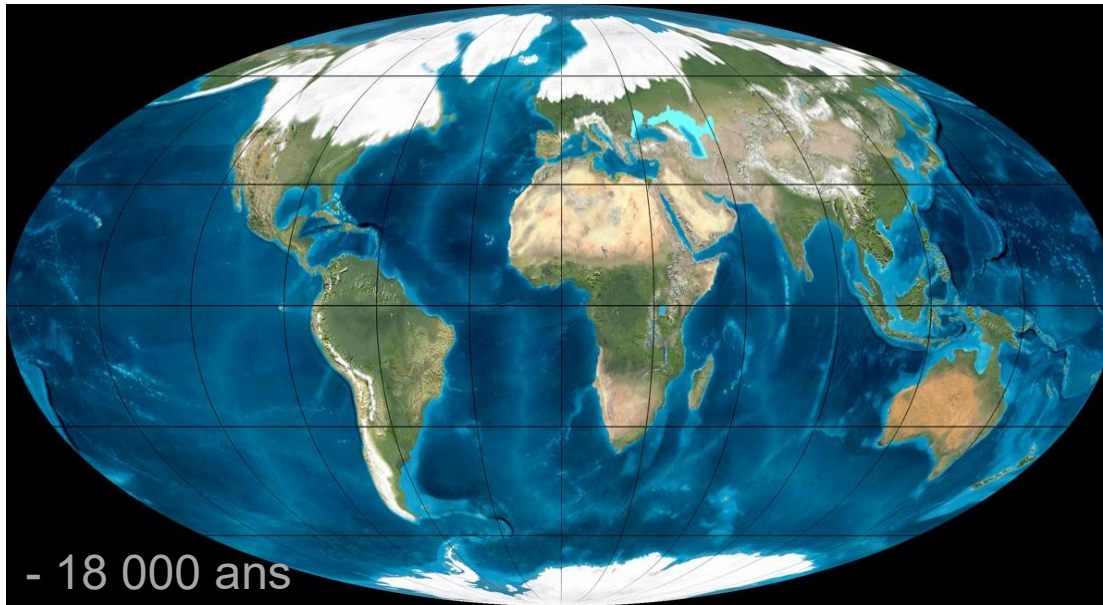
La puissance des glaciers



L'érosion glaciaire modèle les paysages :

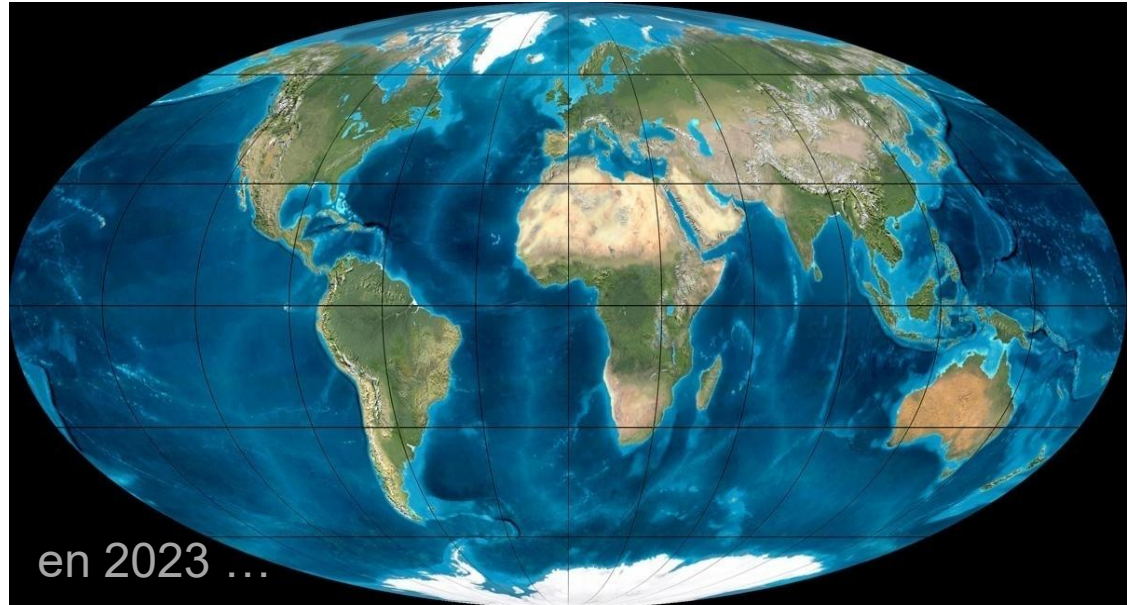
- 1 - déplace les matériaux de l'amont vers l'aval : construit des reliefs (moraines)
- 2 - accentue les contrastes morphologiques : succession zones sur creusées / verrous

Le monde, il y a 18 000 ans (fin du wurm) et actuellement

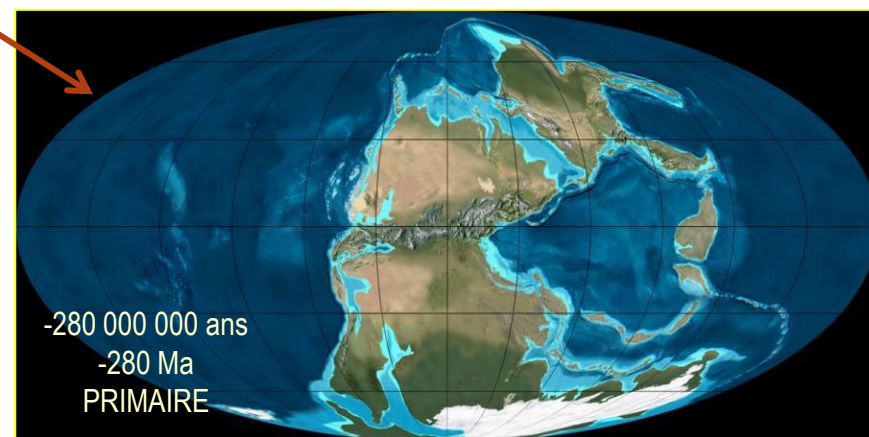
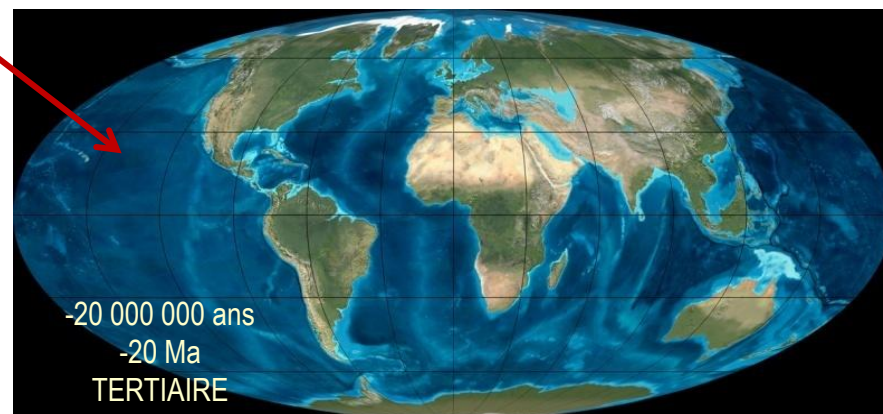
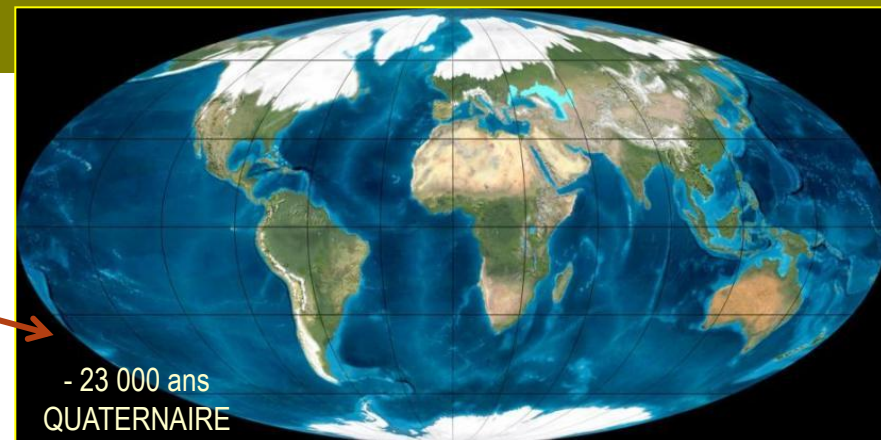
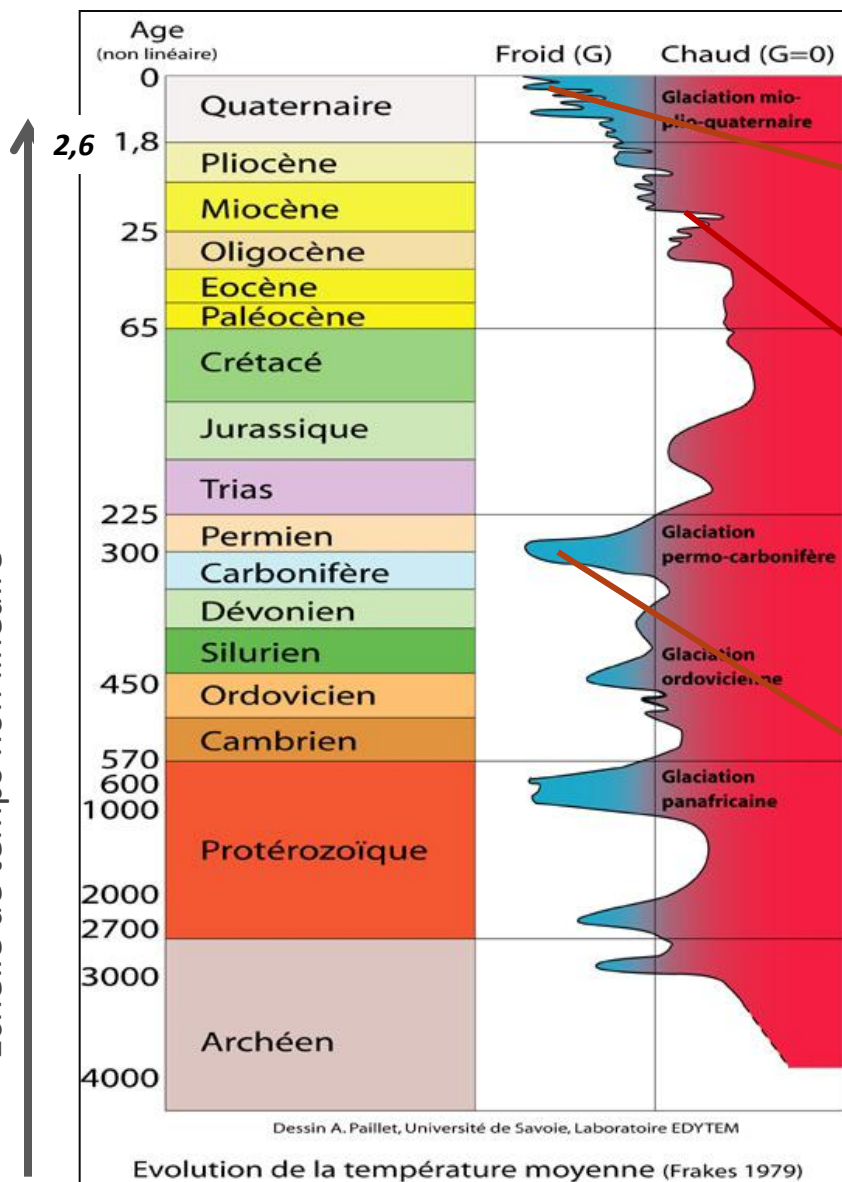


- ▶ Deux calottes glaciaires : arctique et antarctique
- ▶ Bas niveau marin
- ▶ Continents englacés : essentiellement hémisphère Nord

- ▶ ... Depuis environ 10 000 ans, nous sommes dans l'interglaciaire « Holocène » une période moins froide, (tempérée) des glaciations du quaternaire.



Les glaciations, une rareté !



Des traces de glaciers dans les Pyrénées

Le **dénivelé** entre
le fond de la vallée en U –
le fond de la vallée en V –

résulterait de la
combinaison entre
l'érosion par le gave et le
réajustement isostatique.

Épaisseur de
glace dans les
Pyrénées :
≈ 400 m
Soit 400 T/m²



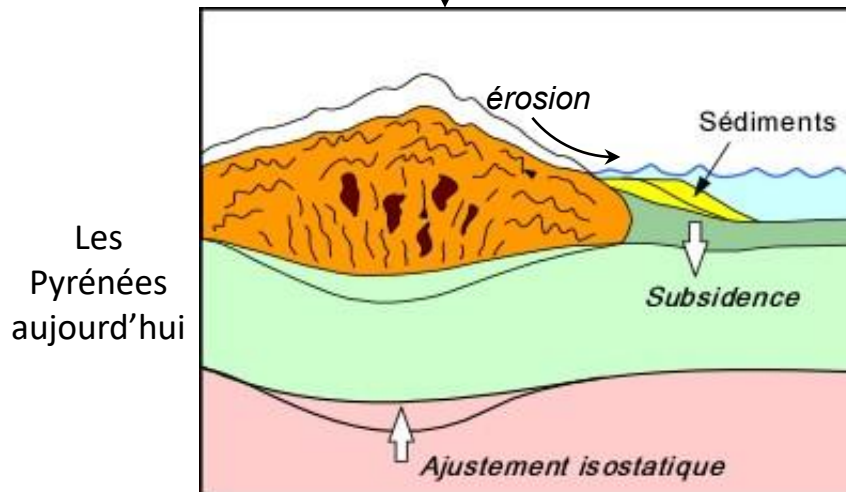
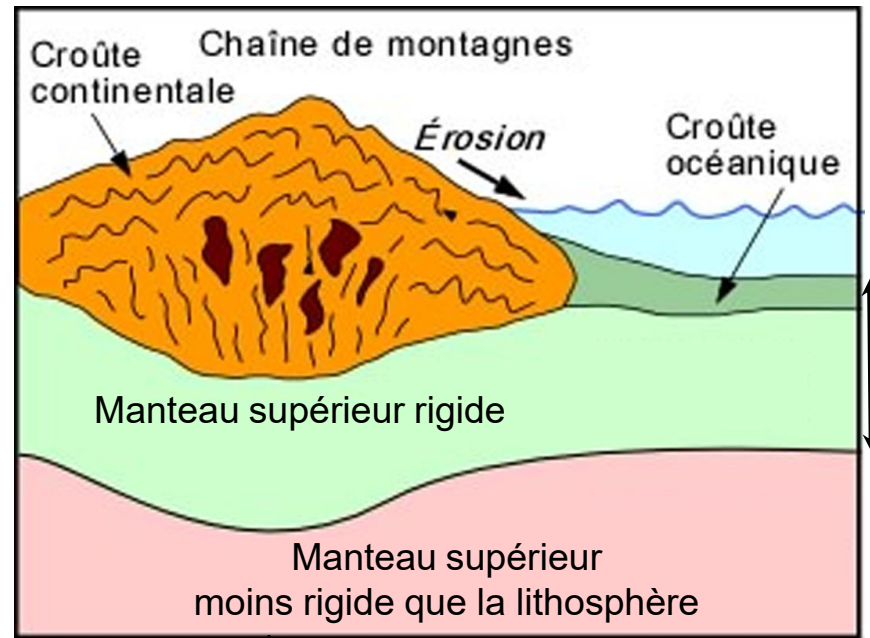
Modèle présentant le glacier d'Aspe à la hauteur de Cette,
lors du dernier maximum glaciaire – 23 000 ans BP

Le réajustement isostatique

► Isostasie ou ajustement, réajustement isostatique :

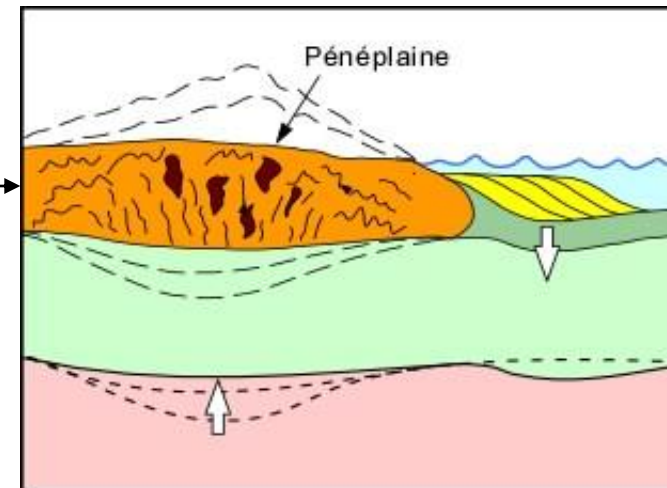
L'isostasie postule qu'un excès de masse en surface, tel qu'une chaîne de montagnes constituée de croûte continentale « légère », est compensé par un déficit de masse en profondeur, c'est-à-dire la racine de la chaîne.

La compensation isostatique contrecarre l'érosion



L'avenir des Pyrénées

"How many years can a mountain exist Before it's washed to the sea ?" (Bob Dylan).



Dessins d'après © Pierre André Bourque et Département de géologie et génie géologique, Université Laval (Québec)

Petite histoire du défilé du Fort du Portalet

L'histoire se déroule sur plus de 380 millions d'années (Ma)...

La scène se situe en Ibérie

2 – Entre -310 et -290 Ma
l'ensemble de ces roches est
plissée; il se forme une immense
chaîne de montagnes : c'est
l'orogénèse hercynienne : le pli
du Portalet se forme

3 – Sous climat tropical,
entre -280 et -250 Ma, cette chaîne
est aplanie par l'érosion; des
sédiments teintés en rouge par des
oxydes de fer sont déposés au pied
des reliefs.
Puis, ces sédiments sont transformés
en roches qui conservent la teinte
rouge initiale

4 – À partir de – 60 Ma, la collision
entre Ibérie et Europe conduit à la
formation de la chaîne pyrénéenne
actuelle. Les structures anciennes,
dont le pli du Portalet, sont
réactivées .

1 - Il y a 380 Ma, au fond
d'une mer chaude et peu profonde,
vivent des algues, des coraux....
Des roches calcaires massives se
forment, dont celles du site du Fort.
Puis, ces calcaires sont recouverts
par une grande épaisseur d'argiles
et de grès.

Entre – 250 et -100 Ma,
la plaque Ibérique est
probablement restée
émergée
Vers – 100 Ma, la mer
envahit l'Ibérique; des
calcaires massifs s'y
sédimentent (falaise
blanche d'Arapoup
visible depuis le Fort)

5 - Il y a ≈ 2,6 Ma, le début du Quaternaire
est marqué par l'entrée en **période glaciaire**.
Une calotte s'installe sur la chaîne pyrénéenne,
des langues glaciaires s'écoulent dans les vallées.
Le pli en calcaires massifs forme une barrière derrière
laquelle la glace s'accumule, érodant les roches plus
tendres du vallon d'Urdos. le pli forme un VERROU glaciaire
Puis, à partir de – 18 000 ans, débute le réchauffement de
l'interglaciaire actuel: la glace fond, l'érosion liée à l'eau du
Gave approfondit le DÉFILÉ..

