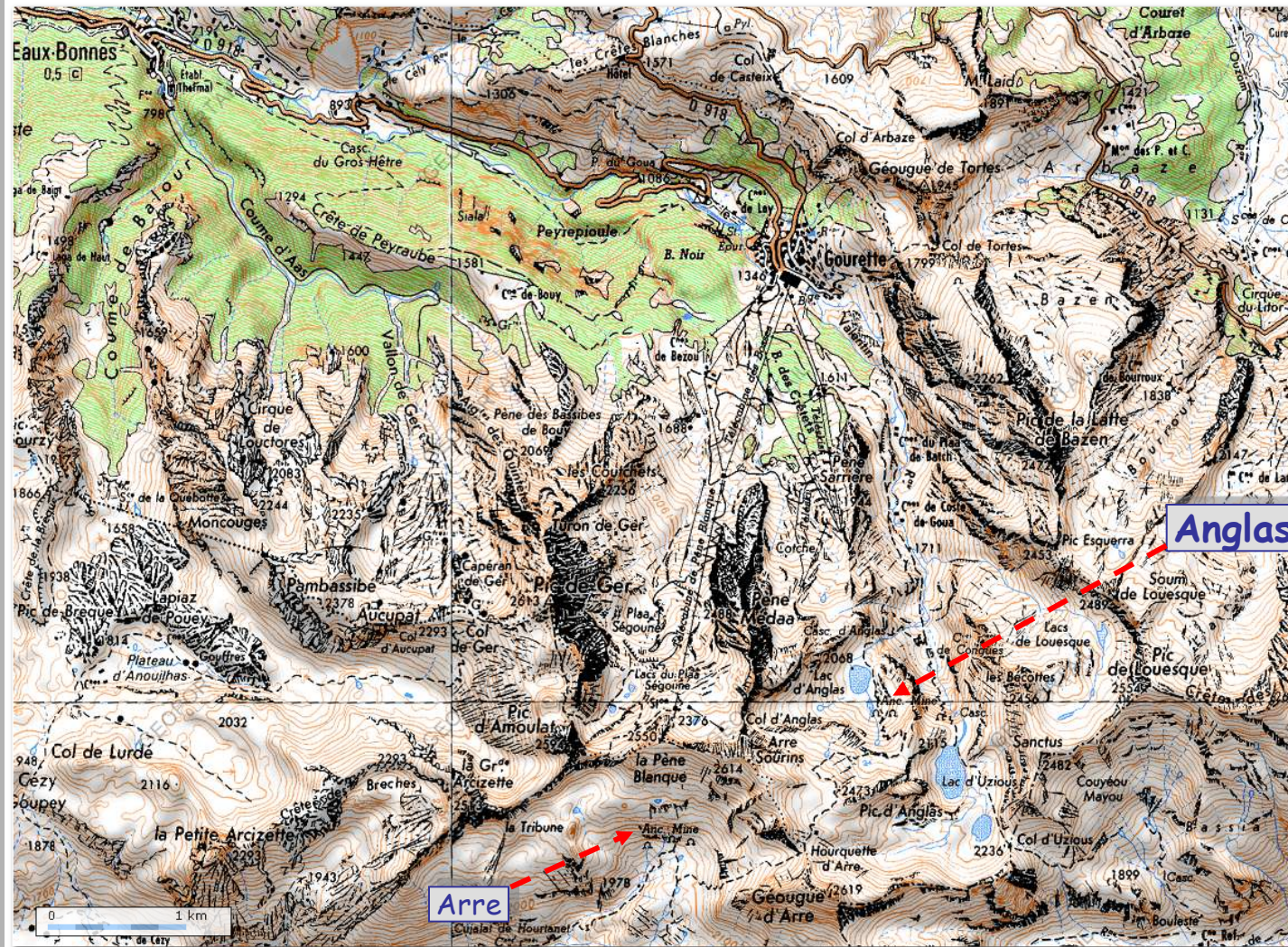


Les mines d'Anglas: visite géologique

27 juin 2010

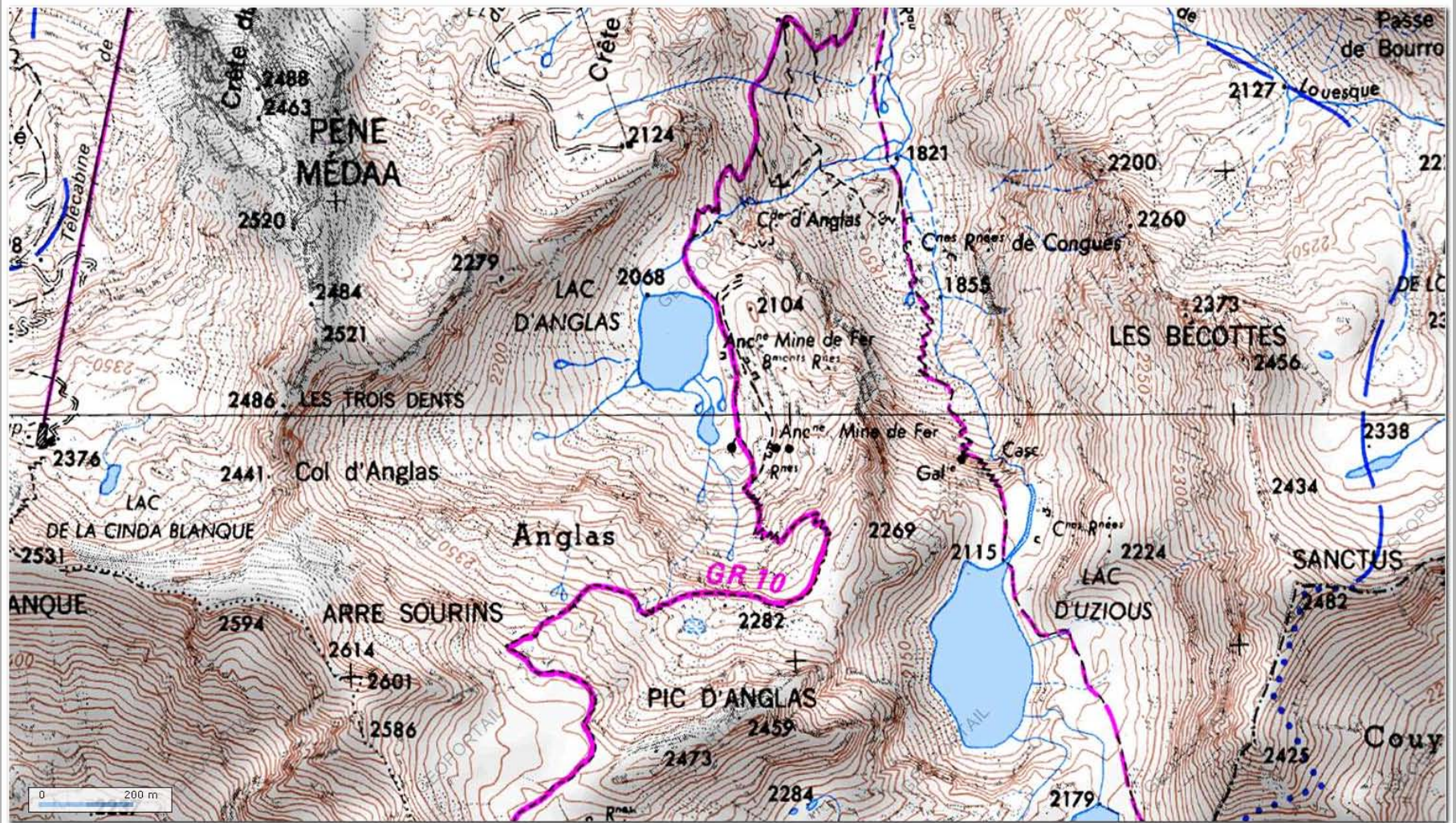


Les mines de zinc d'Arre et Anglas



(IGN)

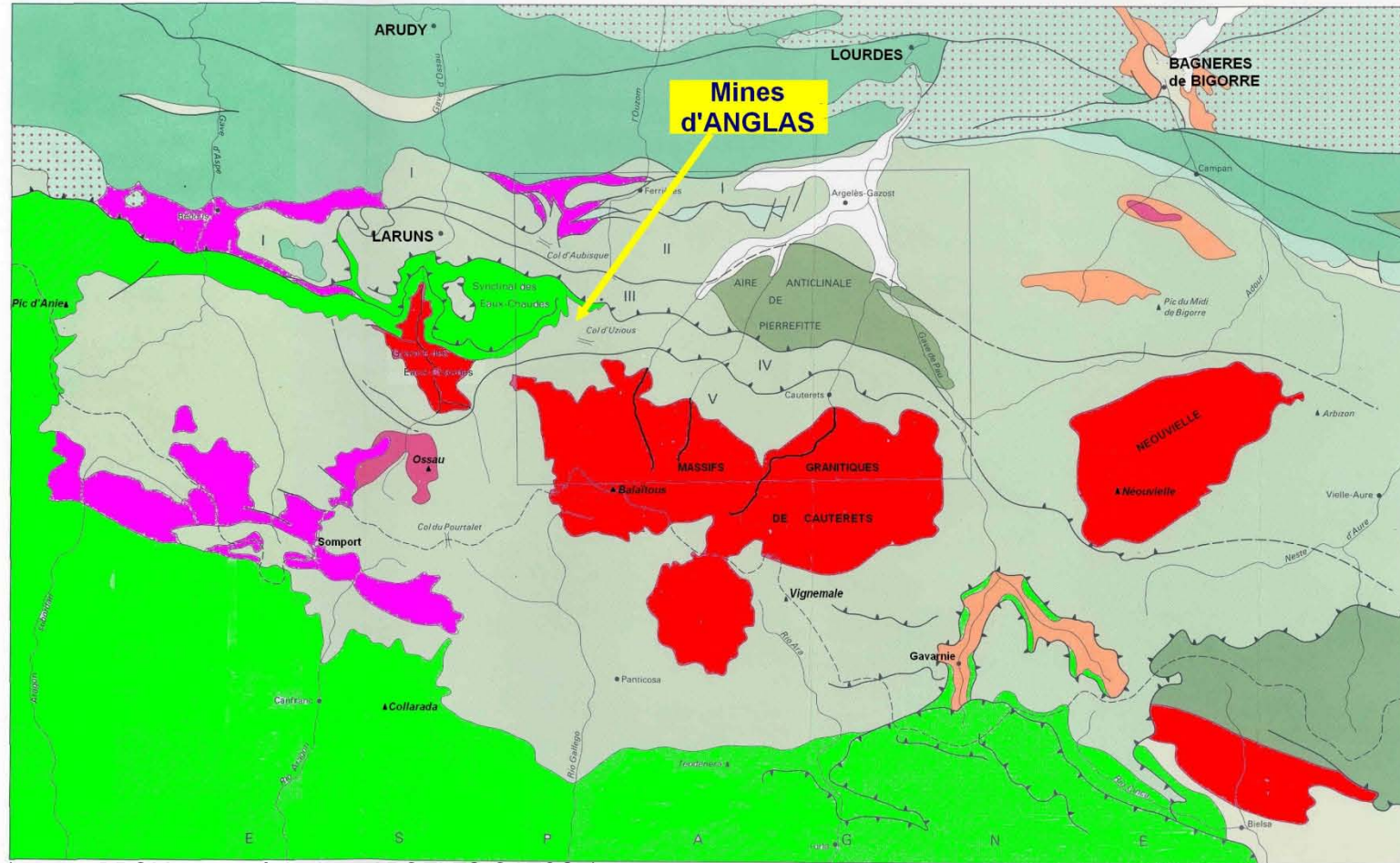
Les mines et le lac d'Anglas - le filon d'Uzious



(IGN)

Mines de **Zinc** (et non de Fer)

Cadre géologique général



ARGELÈS-GAZOST
Schéma géologique régional

- Quaternaire
- Flysch Crétacé supérieur
- CALCAIRES**
Crétacé supérieur
- Secondaire anté-Albien
- Permien - Trias
- DEVONIEN**
+ Carbonifère
- Ordovicien - Silurien
- GRANITES**
- Gneiss

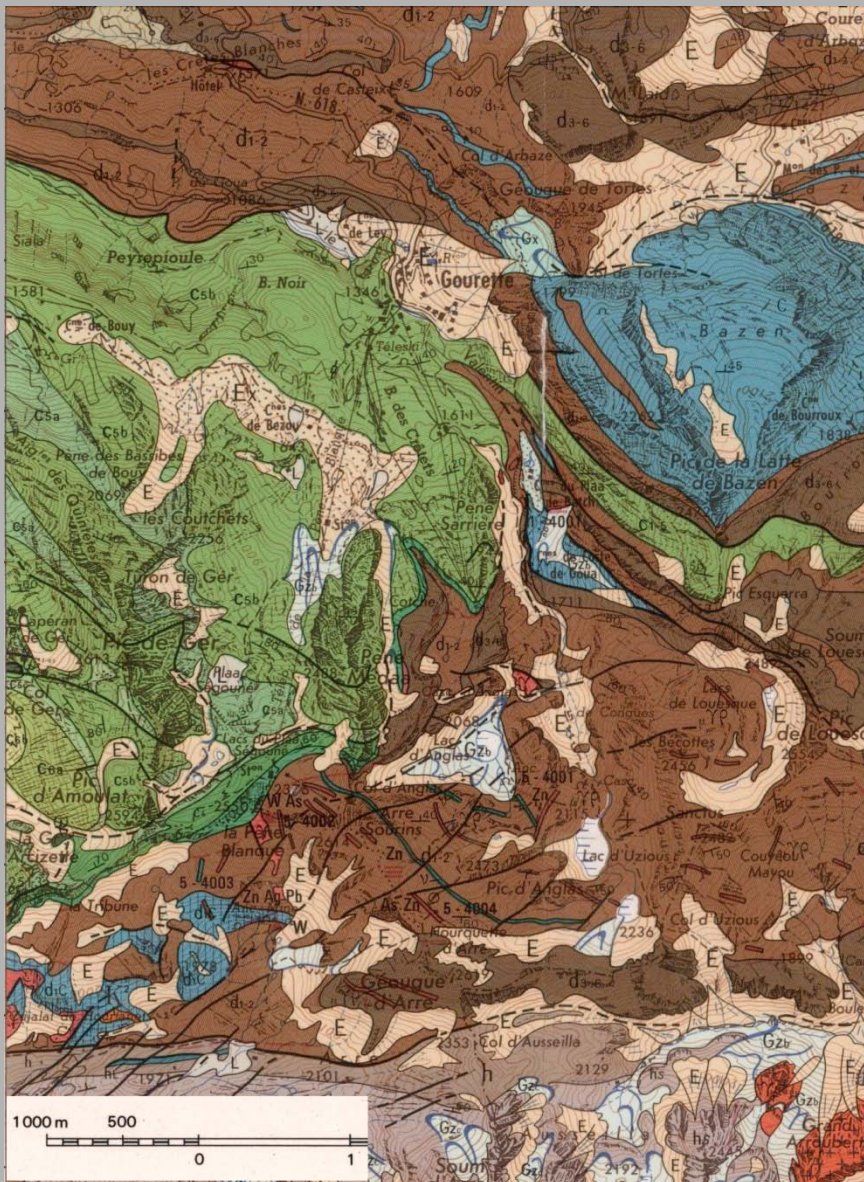
- I Compartment de Ferrières
- II Compartment de col d'Aubisque
- III Compartment de Laruns
- IV Compartment d'Uziou
- V Compartment de Cauterets

- Faille
- Chevauchement

0 10 km

(source: BRGM, carte géologique ARGELES-GAZOST)

Extrait de la carte géologique ARGELES GAZOST



Crétacé

Massif du Pic de Ger

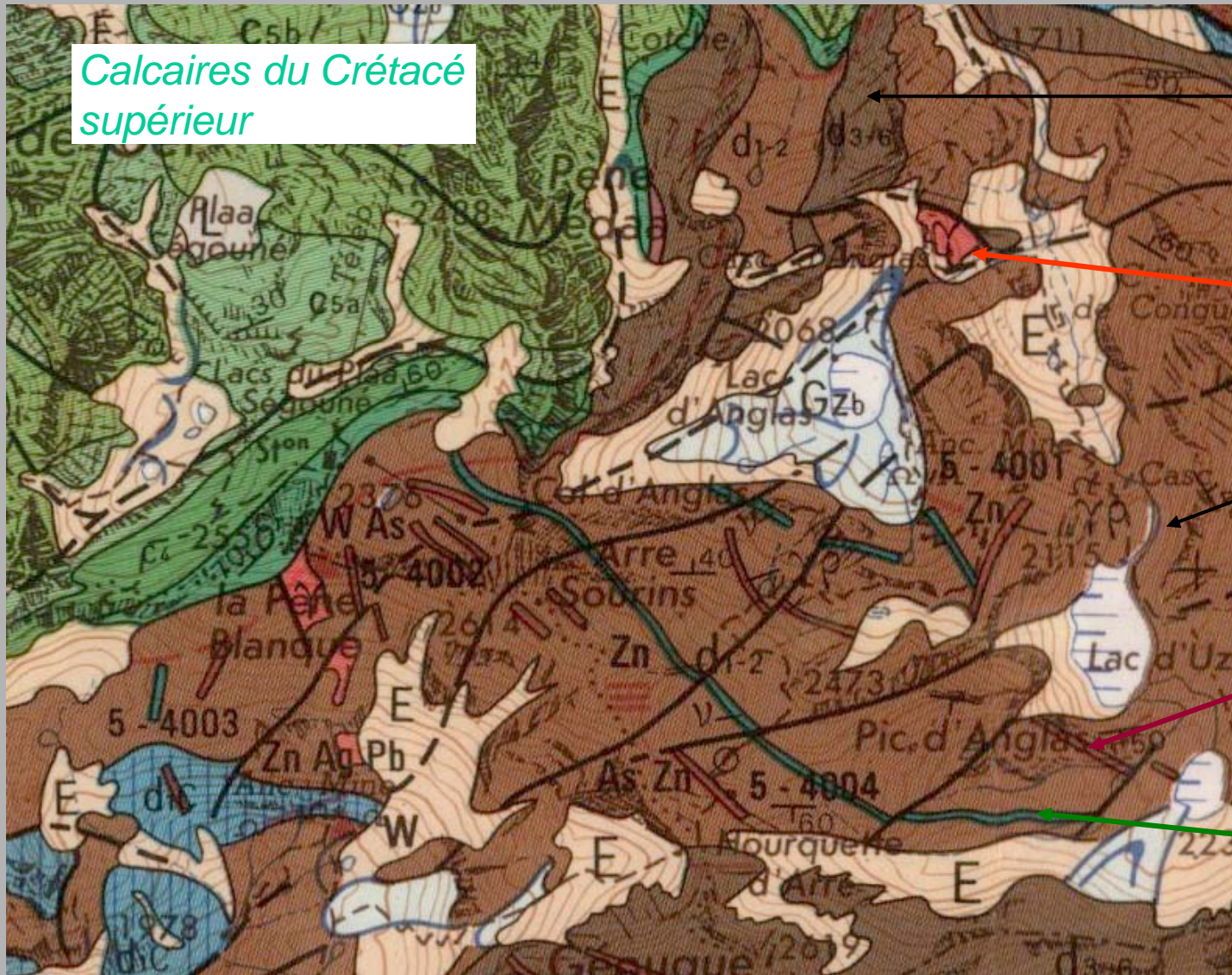
Crétacé	
Massif du Pic de Ger	
C6b	Campanien :
C6b	- Flysch marno-gréseux
C6a	C6a - Calcaires lités
C1-5	C1-5 - Crétacé supérieur indifférencié : calcaires massifs
	C5c - Santonien supérieur : calcaires à silex
	C5b - Santonien moyen : calcaires subrécifaux
	C5a - Santonien inférieur : calcaires détritiques
	C4 - Coniacien : calcaires à Hippurites, dolomies
C1-3	C1-3 - Cénomaniens à Turonien : calcaires détritiques, calcaires micritiques.

Dévonien

d5-6b	Dévonien supérieur : pélites et grès de la série du pic Lariste.
d3-6	d3-6 - Calcaires non subdivisés du Dévonien moyen et supérieur
d5-6a	d5-6a - Dévonien supérieur : calcaires limoniteux à Goniatites du pic de Navaillo.
d3-4	d3-4 - Dévonien moyen : calcaires à Polypiers
•••••	Dolomies
d1-2	d1-2 - Dévonien inférieur et base du Dévonien moyen : pélites et grès,
C	C - Intercalation calcaire
•••••	Niveaux gréseux remarquables
d1C	d1C - Calcaires marmoréens éodévoniens.

(source: BRGM, carte géologique ARGELES-GAZOST)

carte géologique: zoom sur le secteur des anciennes mines



Calcaires du Crétacé supérieur

Calcaires (Dévonien)

granite

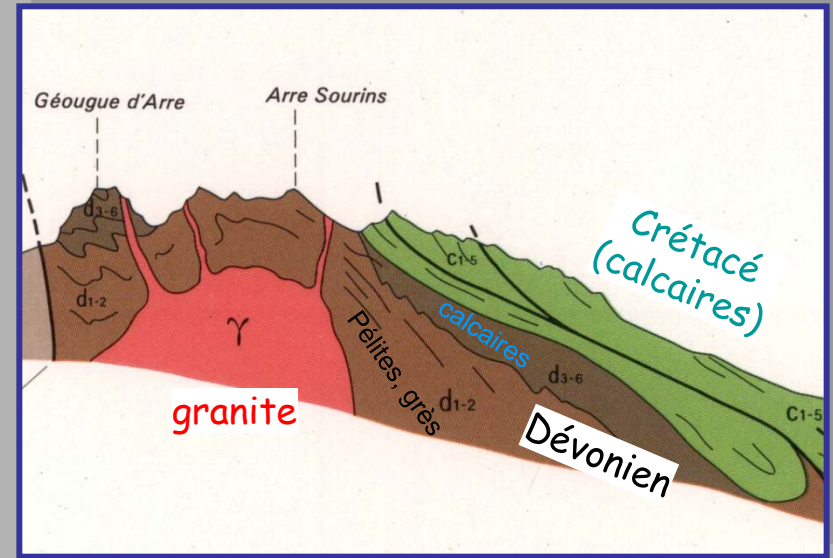
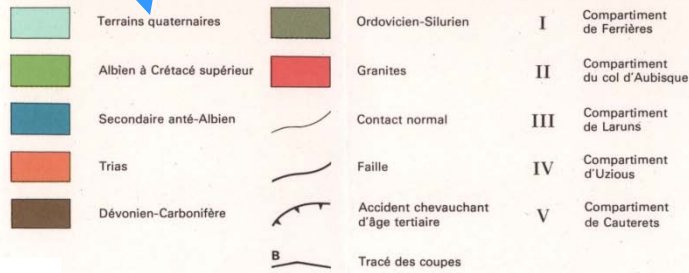
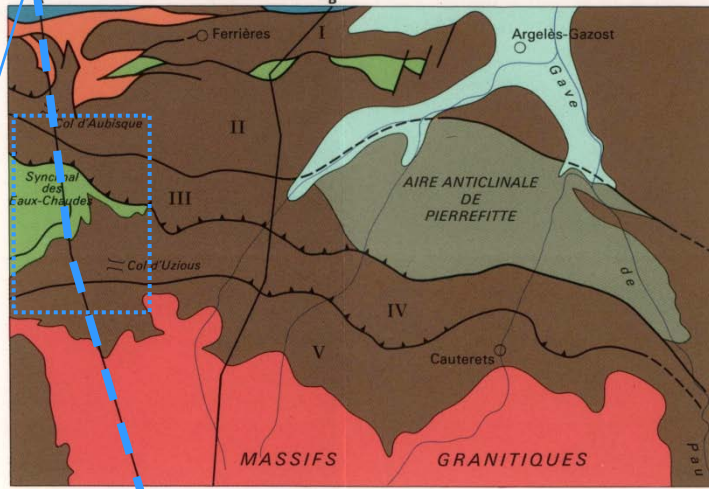
Pélites, grès (Dévonien)

Microgranites, rhyolites

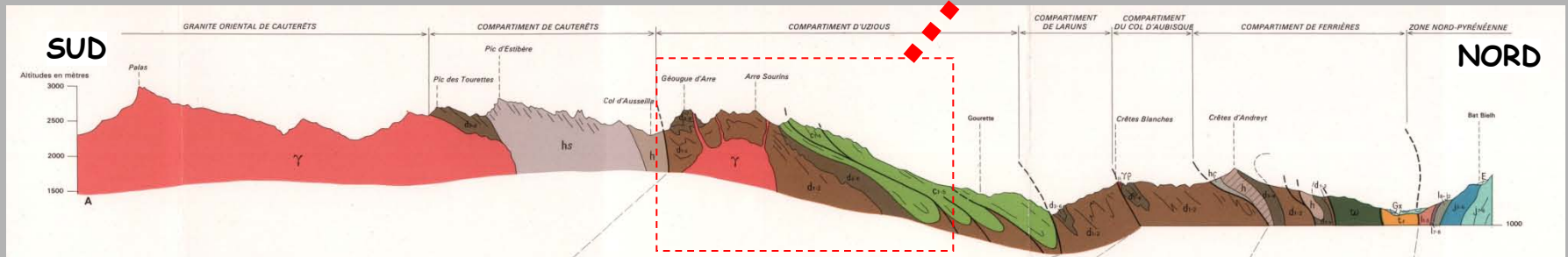
Diabases, lamprophyres

(source: BRGM, carte géologique ARGELES-GAZOST)

SCHÉMA STRUCTURAL



(Coupe)



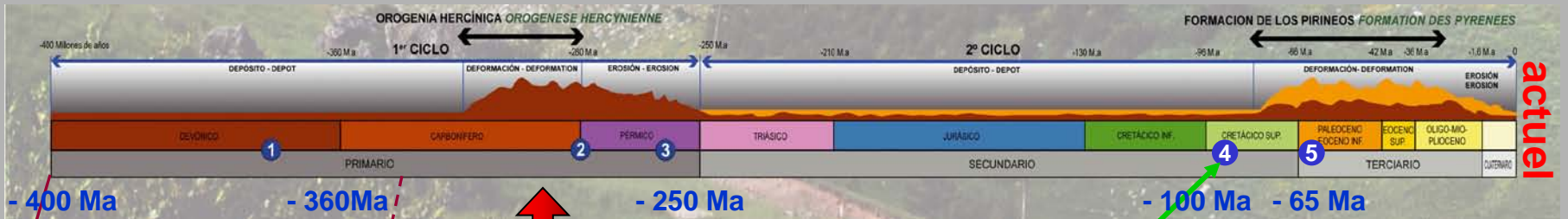
(source: BRGM, carte géologique ARGELES-GAZOST)

Les Pyrénées: une chaîne à double histoire



L'ancienne **cordillère hercynienne** s'étendait sur 10 000 km de long, et culminait à plus de 6 000 m d'altitude. Elle était formée des terrains du Primaire fortement plissés.

Au **Permien** (fin du Primaire), ces reliefs du Primaire sont érodés, pour devenir une pénéplaine sur laquelle les sédiments du Secondaire se déposeront en **discordance**.



Dépôt des terrains encaissants au **Dévonien** (argiles, grès, calcaires)

Mise en place des **granites** (fin Carbonifère)

Des calcaires se déposent au **Crétacé** dans une mer, d'abord peu profonde.

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

Genèse des minéralisations

- une histoire géologique complexe:
 - dépôt des séries durant le **Dévonien** (- 400 Ma, pélites et grès)
 - phases de métamorphisme et de déformations
 - phase plutonique (**granites**)
- phénomènes divers concourant à la formation des concentrations métalliques:
 - minéralisations précoces (syngénétiques?)
 - métamorphisme de contact, skarns
 - altérations hydrothermales
 - structures tectoniques, en particulier fragiles

*La presque totalité des informations des pages suivantes provient de la **thèse de M. Jean Reyx (1973), ainsi que de conversations passionnées avec cet auteur; qu'il en soit ici remercié.***

1/ Mise en place des séries: pile lithostratigraphique

Géologie du gîte

Les minéralisations que nous allons observer aujourd'hui sont encaissées dans des formations datant du **Dévonien**.

Rapide colonne lithostratigraphique du secteur:

•Crétacé supérieur:

- Coniacien, Turonien : dolomies et calcaires dolomitiques
- Cénomaniens : calcaire gris-bleu en plaquettes -100 Ma

----- (lacune, discordance) -----

•Permo - Trias:

- conglomérat gréseux à galets de quartz et quartzite à ciment violacé-verdâtre; seuls des lambeaux sont présents entre Paléozoïque et Crétacé

-300 Ma

•Carbonifère : Dinantien:

- lydiennes à radiolaires, nodules phosphatés

-360 Ma

•Dévonien terminal: Faménien:

- calcaires gris à patine rousse, parfois à carbonates de fer, amygdalaires

•Dévonien supérieur: Frasnien:

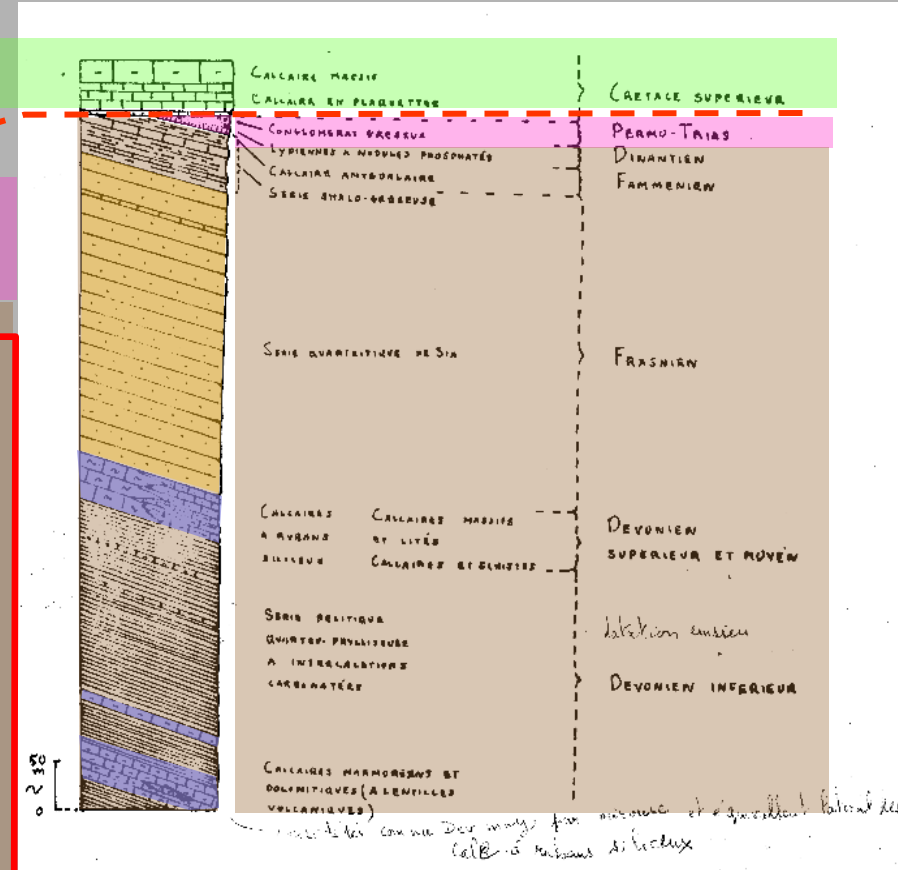
- Série shalo-gréseuse, alternances de grès et shales, quelques intercalations carbonatées
- Série quartzitique de Sia: bancs massifs de quartzite, interlits de shales sombres

•Dévonien moyen et supérieur: Givétien, Eifelien

- Calcaires à rubans siliceux détritiques, passant latéralement (contact chevauchant) à des:
- Calcaires massifs et calcaires lités, parfois avec des pélites schisteuses: calcschistes; parfois fin rubanement pyriteux au long des lits

•Dévonien inférieur:

- Série pélitique quartzo-phylliteuse, détritique fine, à figures de courant.
- Calcaires marmoréens et dolomitiques à intercalations de niveaux volcano-sédimentaires, et à lentilles de volcanites acides, présentant des similarités avec les spilites-kératophyres. -415 Ma



Intrusifs (+/- fin Carbonifère):

Granites calco-alcalins, à plagioclases zonés, altérés en séricite, à biotites chloritisées, à apatite et sphène; intrusions sous forme de pointements et d'un système filonien.

Le secteur se situe au bord nord du **granite de Cauterets**, et près du **granite des Eaux-Chaudes**.

2/ Transformations: déformations, métamorphismes

Une histoire tectonométamorphique assez complexe a affecté ces séries; elle peut se subdiviser en plusieurs phases:

•Phase de déformation I:

- plis isoclinaux E-O, développement d'une **schistosité S1**, généralement **parallèle à S0**;
- métamorphisme général**, relativement léger, faciès schistes verts.

•Phase de déformation II:

- plis isoclinaux à plans axiaux E-O et déversement S; développement d'une **schistosité de crénulation S2**.

•Intrusions:

- Intrusions** de petits pointements **granitiques**, avec développement d'un **métamorphisme thermique de contact**:
 - la **série pélitique** se métamorphose en **cornéenne** tachetée à biotite-andalousite, parfois à grenats près des apex intrusifs,
 - les **niveaux carbonatés** se métamorphosent en **cornéennes calciques** et en **skarns**.

Les **filons magmatiques** sont **injectés** dans un réseau de **fractures** orienté N150 et parfois N30, et parfois selon les joints des séries (filons-couches); on trouve des filons **microgranitiques**, **rhyolitiques**, et des **lamprophyres**.

•Phase de déformation III:

- phase tardive, **pli anticlinal kilométrique** plus ou moins coffré, de plan axial N80/85, légèrement déversé S, d'axe plongeant progressivement jusqu'à 35° vers l'Est. Ceci forme la structure générale du secteur, qui s'enfonce, vers l'O, sous le synclinal complexe du Crétacé. Quelques **plis hectométriques d'axe N-S** sont aussi présents, issus d'une phase de serrage E-O.

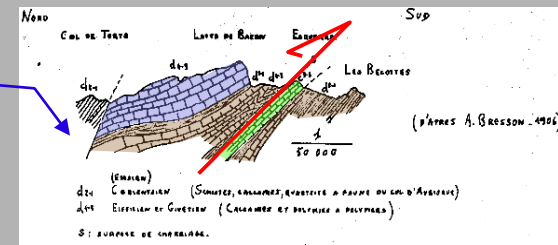
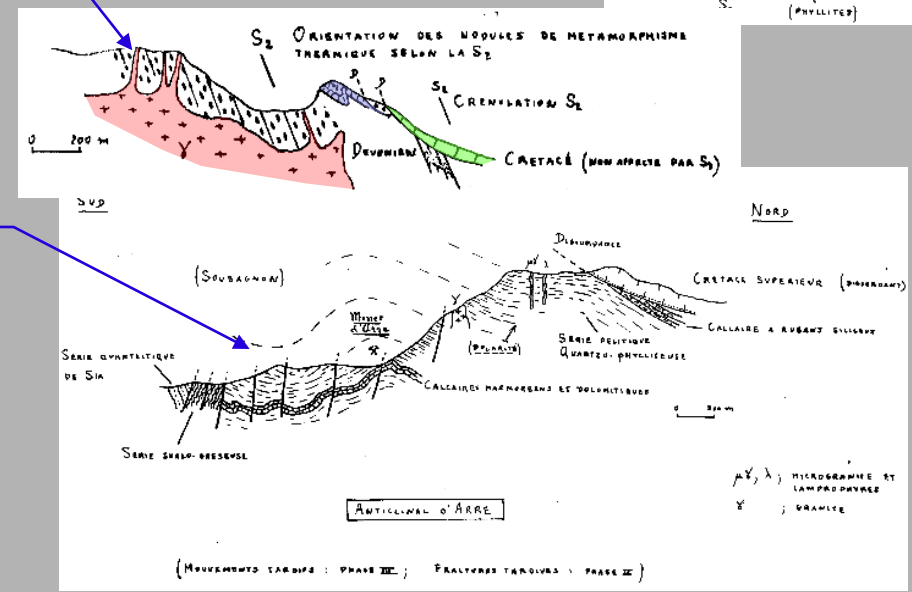
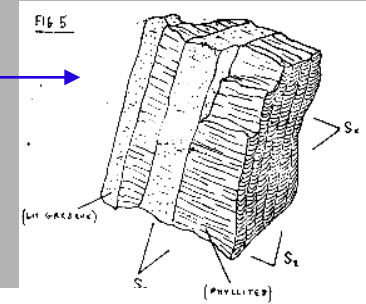
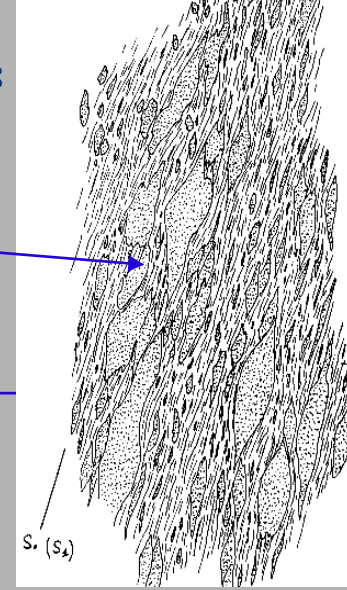
- Un grand accident E-O limite au S la grande structure anticlinale en question.

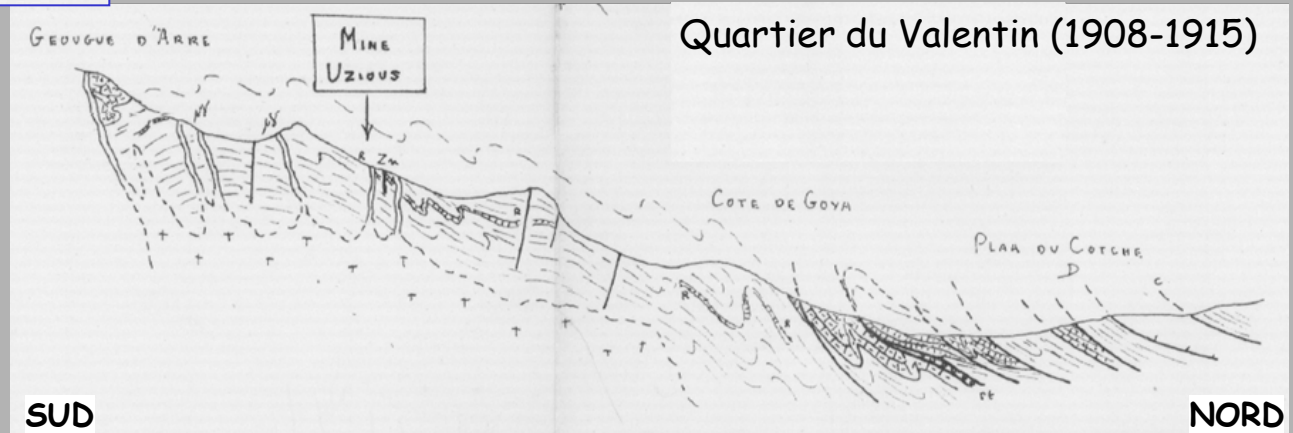
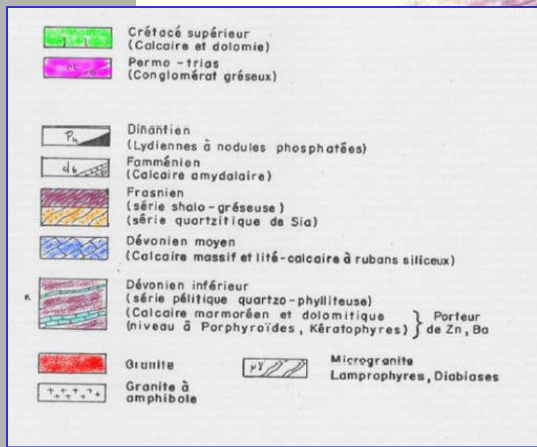
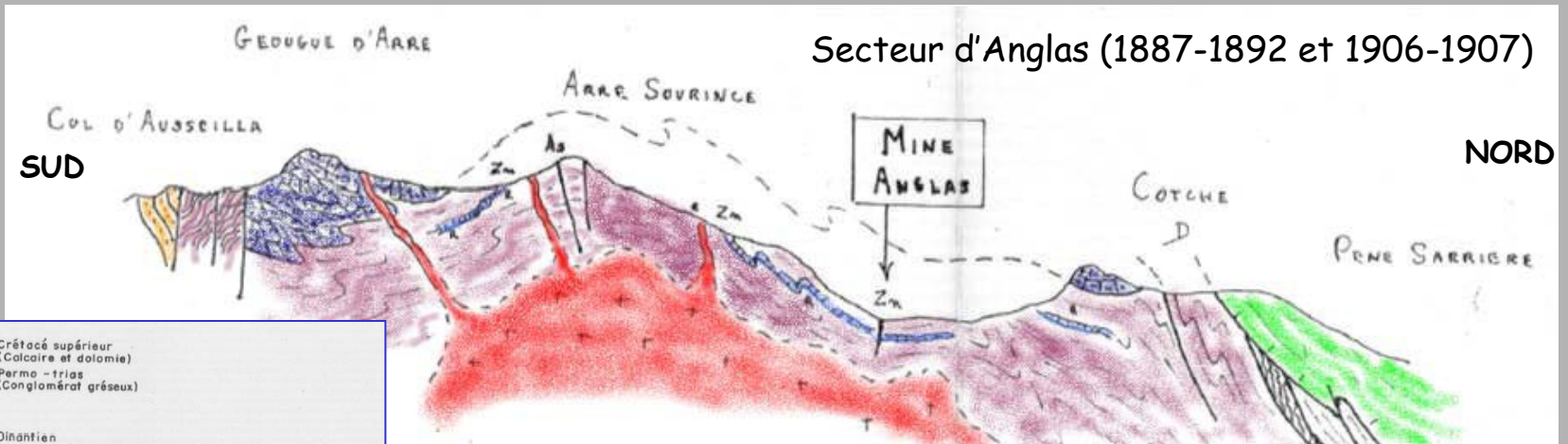
•Phase de déformation IV:

- phase tardive fragile, **écaillages**, **accidents E-O**, avec des failles inverses N90 et un **réseau N60** très intense, avec développement d'une **schistosité de fracture**, montrant des critères de cisaillement sénestres.

•Phases de déformations pyrénéennes, affectant le Crétacé:

le **Paléozoïque** est impliqué, **chevauchant** le **Crétacé**; les événements tectoniques postérieurs au Crétacé affectent donc le "socle" (sic) paléozoïque, mais à quel point, cela reste difficile à déterminer, hormis les endroits où les deux piles sont affectées.





Éléments concernés:

Élément	Minéral	Occurrence
Zinc Zn	Blende	<ul style="list-style-type: none"> • seule ou avec barytine et pyrite, stratiforme dans les calcaires marmoréens et dolomitiques; • dans les skarns; • avec filons précoces à arsénopyrite; • dans filons tardifs (la plus grande part de la minéralisation); • en remplacement dans les niveaux carbonatés de la série péliitique quartzo-phylliteuse.
Baryum Ba	Barytine	avec la blende dans les calcaires marmoréens et dolomitiques
Tungstène W	Scheelite	dans les skarns, la scheelite y est rare
Arsenic As	Arsénopyrite	dans filons précoces
Cuivre Cu	Chalcopyrite	dans le Trias
Baryum Ba	Barytine	avec la blende dans les calcaires marmoréens et dolomitiques
Fer Fe	Magnétite, hématite	(Fe = élément ubiquiste, anecdotique)

Les minéralisations ayant abouti à des concentrations économiques (minerais) sont celles en **zinc**, qui ont fait l'objet d'une exploitation minière.

Les minéralisations en tungstène ont été considérées, mais n'ont pas jusqu'ici abouti à une exploitation.



Blende





On rencontre **trois types principaux de minéralisations** dans le secteur, dont certains ont fait l'objet d'exploitations minières pour le zinc :

- des concentrations réparties de manière **stratiforme**, au long du "**niveau porteur**" à **barytine et pyrite**, dans le **Dévonien inférieur** :

- calcaires marmoréens et dolomitiques :

On observe de la **blende jaune verdâtre pâle**, associée à de la **barytine**, disséminée au long des lits de calcaires marmoréens et dolomitiques, sur des puissances métriques, en **fins lits millimétriques** à inframillimétriques, repris dans les déformations ultérieures. Des redistributions postérieures de la blende se trouvent dans des fractures et dans les schistosités et foliations. L'extension de ce niveau porteur se suit sur environ **vingt kilomètres**, du Gave d'Ossau au Val d'Arrens.

- Les **débats** sont souvent vifs pour ces types de minéralisations, entre les tenants d'une mise en place **syngénétique** (durant la genèse des séries encaissantes) et ceux qui penchent pour une mise en place **épigénétique** (durant des phases de transformations ultérieures de l'encaissant). Dans le cas présent, on trouve des arguments pour les deux genèses; cependant, nombre de caractéristiques feraient volontiers pencher la balance du côté syngénétique: c'est-à-dire que la minéralisation se serait mise en place de manière **syndépendante**. Ce type de minéralisation à Zn, Ba se trouve usuellement sous forme d'équivalent latéral distal d'événements hydrothermaux sous-marins (ayons en tête les "fumeurs noirs", et imaginons ce que deviennent, plus loin dans le bassin, les saumures noirâtres éjectées par ces événements). On peut avancer l'hypothèse de la corrélation entre ce niveau-repère et les volcanites porphyroïdes et quartz kératophyre intercalés dans la même série.

- niveaux carbonatés de la série pélitique quartzo-phylliteuse :

On observe de la **blende** associée à de la galène, pyrite, chalcopryrite. La blende ne se présente plus sous l'habitus de la blende jaune disséminée, mais sous recristallisée dans les plans de foliations et les plans de fractures tardives.

Les filons des mines d'Arre et d'Anglas recoupent les banc-repères en question.

- des concentrations liées à des **skarns** développés au voisinage des **apophyses granitiques** dans les **séries carbonatées** :

- Les phénomènes en jeu sont essentiellement liés au métamorphisme de contact des carbonates impurs, par hydrothermalisme et métasomatose; on note une influence pneumatolytique.

- Des amas de silicates calciques divers (pyroxènes, amphiboles), plus épidote et quartz, sont formés durant le métasomatisme aux dépens des calcaires impurs, ils sont accompagnés de **sulfures**. On observe des mouches automorphes de **scheelite**, ainsi que de la pyrrhotite, chalcopryrite, parfois pyrite, avec parfois galène, cuivres gris, et blende. La blende est peu ferrifère. Deux générations de scheelite sont observées.

- des **concentrations filoniennes** dans des **fractures précoces**, avec des filons à **arsénopyrite**, de type **pneumatolytique-hydrothermal**.

- des **concentrations filoniennes**, dans des **fractures tardives**, en liaison avec la phase III: les **filons d'Arre et d'Anglas** appartiennent à ce type.

Ces filons sont postérieurs aux intrusions plutoniques, en liaison avec des circulations hydrothermales de températures assez basses. Les filons les plus tardifs sont en liaison avec le réseau de fractures tardives de la phase IV.

La datation de ces phases ne peut se faire que de manière relative, compte tenu des données disponibles. Les quatre phases sont supposées appartenir au cycle hercynien. C'est seulement l'absence connue de minéralisations dans les terrains créacés qui permet d'attribuer les dernières phases à l'Hercynien.

Deux filons subverticaux orientés N70-N90, de puissance variant entre 20 cm et 1 m, encaissés dans la série pélitique quartzo-phylliteuse transformée en cornéennes à andalousite, qui recouperent le banc-repère carbonaté.

Les filons se situent dans un réseau de fractures, avec des ouvertures dénotant un mouvement sénestre. Ils sont sécants sur la S0, et sur la S2. On trouve un *stockwerk de filonnets et veinules parallèles aux filons*.

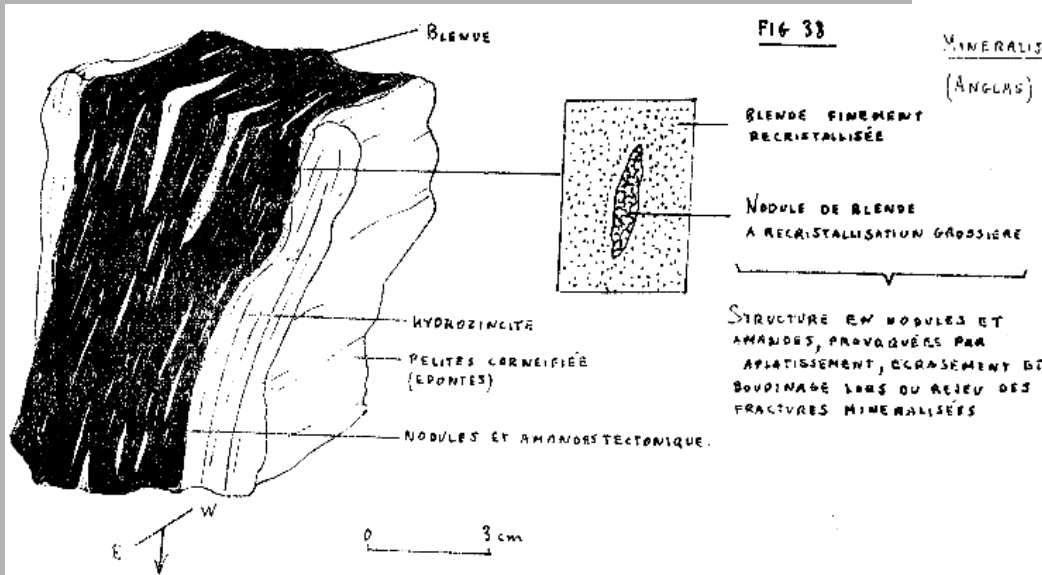
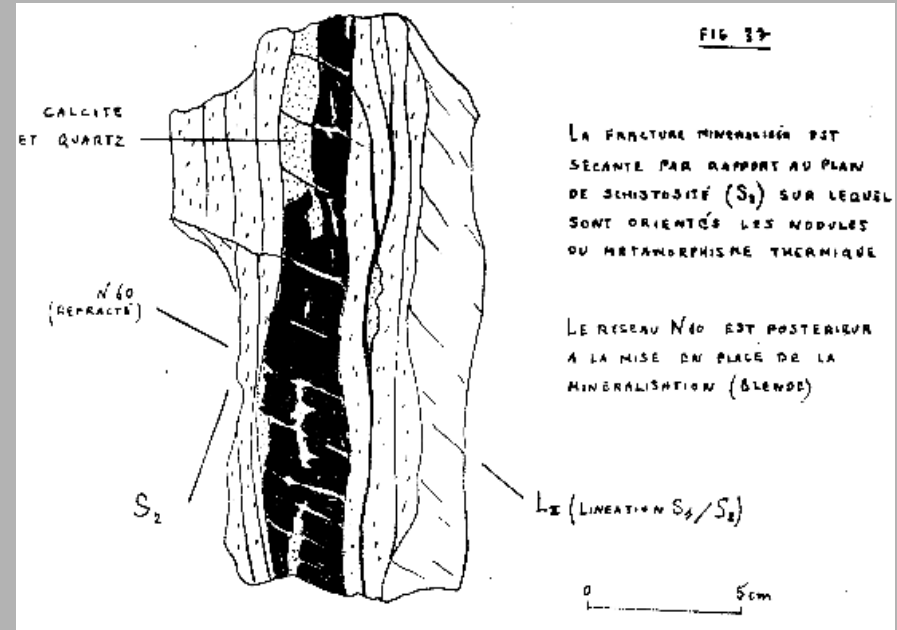
La minéralisation se compose essentiellement de **blende**, plus galène, chalcopryrite, pyrite, pyrrhotite, arsénopyrite. On note la présence de greenockite, hydrozincite mêlée à la gangue de quartz-calcite-sidérose.

Dans les filons, on trouve des clastes de l'encaissant cornéifié, déjà affecté par des fractures minéralisées anté-bréchification. La blende est tectonisée, aplatie, bréchifiée, comme à Arre.

On trouve des filons précoces à arsénopyrite et quartz, accompagnés par de la blende et de la galène, ainsi que de nombreux autres sulfures: bismuth, bismuthinite, chalcopryrite, pyrrhotite, boulangérite, cosalite, dycrosite, or.

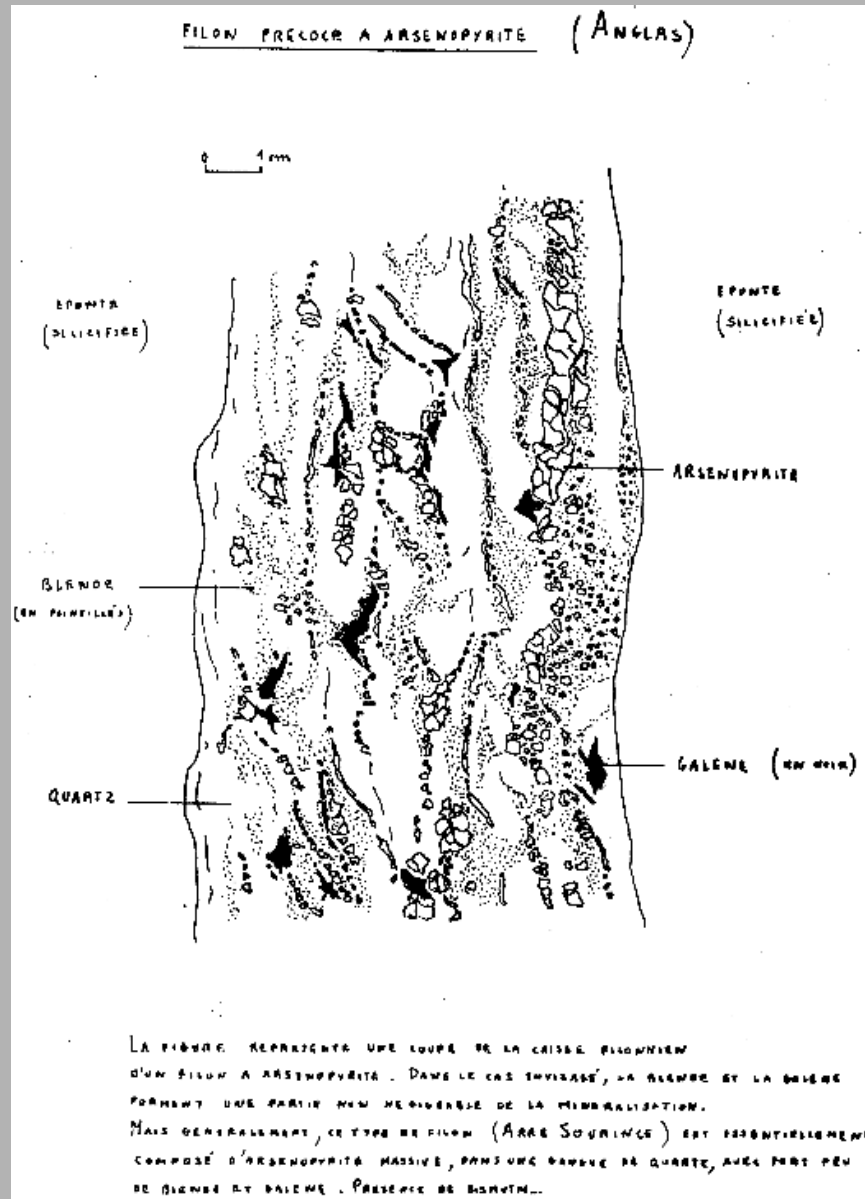


Détails de différentes présentations de la minéralisation



Détails de différentes présentations de la minéralisation:

cas d'un filon précoce d'arsénopyrite



Historique des exploitations

- Premières exploitations avant le XVIIIème (d'après Palassou, Dietrich)
- 1851: concession des mines d'Arre, exploitation effective à partir de 1877
- Environ 150 personnes y travaillaient durant 5-6 mois par an
- L'exploitation hivernale a été tentée durant l'hiver 1882-1883
 - Une trentaine d'ouvriers hivernent à 2100 m d'altitude
 - Le 18 novembre 1882, une avalanche emporte le bâtiment des ouvriers, faisant 16 morts
- En **1886**: institution de la **concession d'Anglas**. La société devient la Société des Mines d'Arre et d'Anglas, le gisement d'Arre est abandonné.
- **1886-1892**: importants **travaux à Anglas**, une centaine d'ouvriers sont employés (mine et laverie) - 4 600 tonnes extraites (?)
- 1893 – 1905: suspension de l'activité, reprise en 1906
- 1908: création de la Société Anonyme des Mines de Laruns
- **1908 – 1915**: toute l'activité est portée sur le secteur du **Valentin** (Uziou) – plusieurs milliers de tonnes de blende sont extraits
- 1916: abandon des chantiers



entrée de la galerie
au niveau 3



Étayage du chantier
au niveau 1.



entrée des
travaux du
Valentin

ANGLAS : résumé des travaux

- Le secteur d'Anglas (lac) a été exploité en 1887-1892, et 1906-1907, sur 3 niveaux, et jusqu'à l'affleurement :
- Galerie 1 (alt. 2 131 m) : accès au défilage
 - **Étayages** en bois, **planchers** de circulation
 - **Filon** visible au toit
- Galerie 2 (alt. 2 109 m) : entrée éboulée (*contournable par le dessus*) – ce niveau a traversé la montagne pour déboucher au Valentin
 - **Carreau** de la mine, wagonnets
 - Le bâtiment devait abriter une **forge** pour l'entretien des outils (scories)
- Galerie 3 (alt. 2 087 m) :
 - **Voie ferrée** en place
 - Travers-banc, accès au filon (éboulé)
 - Carreau inférieur, aiguillage

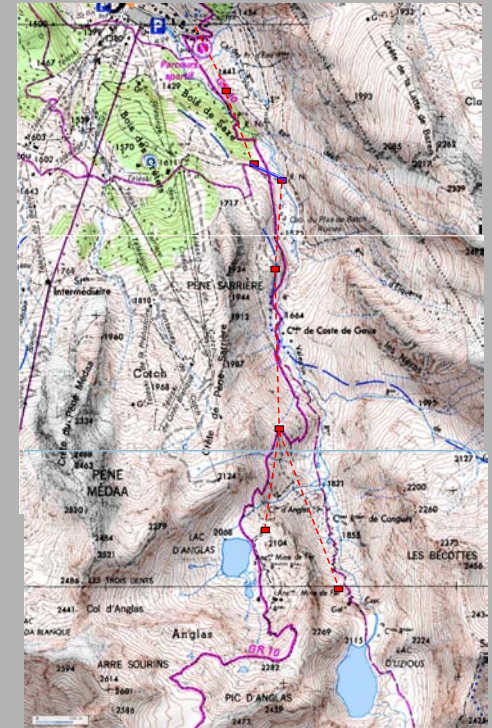


Le transport du minerais (Anglas)

- Transport depuis la mine par roulage (wagonnets) jusqu'à la tête de la voie aérienne (station 1)
- descente par câble depuis les mines à 2 100 m jusqu'aux ateliers du Cardet à 1 300 m d'altitude (longueur 3 km, dénivelé 800 m, 5 sections avec **stations intermédiaires** ■)
- Système « bicâble » : 2 câbles porteurs parallèles, 1 chariot par câble + 1 câble tracteur en boucle
- environ 40 tonnes étaient transportées et traitées (au Cardet, Gourette) par jour
- de Gourette, le minerai était transporté par tombereaux à Laruns
- le minerai était ensuite embarqué par chemin de fer vers Bayonne, puis exporté



Socle de la station N° 1



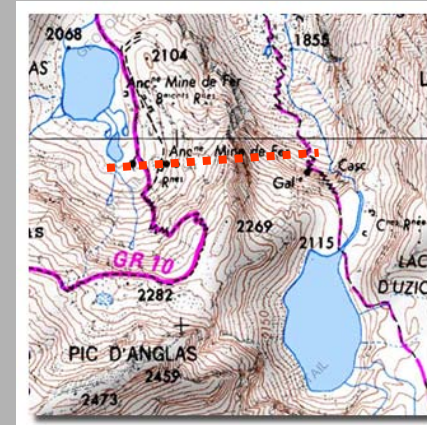
Trajet du câble



Système bicâble pour le transport du minerai
Station intermédiaire

Le filon d'Uzious (quartier du Valentin)

- C'est le prolongement du **filon** d'Anglas d'azimut N70 – N90, de l'autre côté de la crête.
- Le filon a été exploré sur 5 niveaux (de 2 085 à 1 989 m), et exploité de 1908 à 1915.
- la chute d'eau en **conduite forcée** depuis le lac d'Uzious (cote 2 123) actionnait le compresseur au niveau de la mine (cote 2 009).
- Le **compresseur** Ingersoll-Rand était actionné par une **turbine**, pour alimenter en air comprimé les marteaux pneumatiques, qui devaient perforer la roche pour la mise en place de l'explosif. Les travaux ont été terminés en 1912, mais le compresseur n'a jamais servi.
- Le minerai était transporté par un second **câble** (860 m) qui reliait la mine à la station 2 du câble d'Anglas.



Quelques industriels rencontrés à Anglas



Anglas : plaque de wagonnet

Sir John Fowler (1817 - 1898) était ingénieur des chemins de fer dans la Grande-Bretagne victorienne. Il a contribué à construire le premier métro à Londres, la ligne Metropolitan dans les années 1860, une courte ligne construite par la méthode de tranchée couverte. Sa plus belle réalisation a été le pont de chemin de fer du Forth construit entre 1883 et 1890, près d'Edimbourg (d'après Wikipédia).



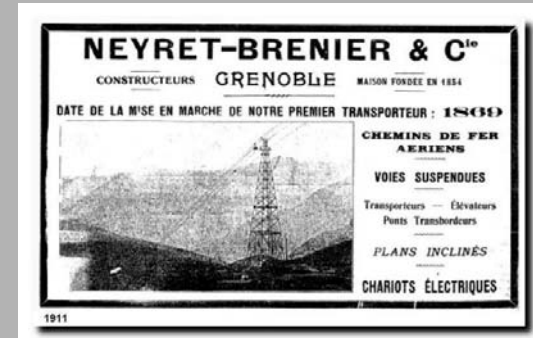
The Forth rail bridge



(Valentin - Uzious)

1907-1910
Le constructeur mécanicien grenoblois **Neyret, Brenier & Cie** établit ses premières installations d'essais sur modèles réduits de turbines hydrauliques à Vizille et Rioupéroux.

(source : www.lejournaldesentreprises.com)



L'histoire d' **Ingersoll-Rand** remonte à 1871. A cette époque, Simon Ingersoll et Albert Rand effectuent leurs premiers pas dans la production de compresseurs. En 1905, nos deux protagonistes décident de joindre leurs efforts en créant le label Ingersoll-Rand. Les quartiers généraux de l'entreprise étaient alors situés à New York City.

(source: www.ingersoll-rand.be)



(1912) Ingersoll Rand : modèles de compresseurs (2010)

Pour la recherche et la fourniture des informations, pour leur partage, pour l'accès à l'exposition au Cardet, merci à :



- Pierre Boyer
- Louis Carrère-Gée
- Claude Gapillou
- Eric Kammenthaler
- Michel Lauga
- Jean Reyx
- la Ligue de l'Enseignement à Gourette, centre Le Cardet

