

Neuf coupes à travers le massif de l'Aston*

Maurice BESSON⁽¹⁾

Nine sections across the Aston massif

Géologie de la France, n°4, 1994, pp. 21-33, 5 fig.

Mots-clés : Coupes géologiques, Gneiss, Micaschistes, Granitoïdes, Primaire, Plis, Laccolite, Pyrénées, Ariège (Massif Aston).

Key words: Sections, Gneisses, Schists, Granitoids, Paleozoic, Folds, Laccolith, Pyrénées, Ariège (Aston Massif).

Résumé

Neuf coupes à travers le massif de l'Aston sont présentées ; ces coupes sont localisées sur une carte du massif, révisée. Deux coupes E-W débutent dans les paragneiss migmatitiques et intéressent essentiellement les micaschistes paléozoïques de couverture du massif ; ces coupes montrent l'importance des phases tardives NE et NW qui affectent ces terrains.

Sept coupes de direction S-N intéressent les gneiss œillés de Riète, les gneiss clairs de leurs bordures nord et sud et les paragneiss migmatitiques sous-jacents ; ces formations sont également plissées, les plis majeurs étant à vergence nord pour les orthogneiss. Les phases tardives NE et NW apparaissent localement à l'origine des foliations des gneiss œillés. Un liseré de granitoïdes clairs, gneiss de Peyregrand, granites clairs, leptynites, gneiss clairs, jalonne le pourtour des gneiss œillés de Riète et, dans la terminaison est du massif, l'ensemble des gneiss œillés et des paragneiss. Certains de ces granitoïdes clairs peuvent représenter des différenciats des granitoïdes porphyroïdes ayant abouti à la formation des gneiss œillés ; toutefois les relations mutuelles entre ces granitoïdes clairs ne sont pas élucidées, pas plus que les relations éventuelles de ces roches avec les puissants bancs de gra-

nites clairs que l'on cartographie à l'intérieur du massif de gneiss œillés.

L'ensemble des gneiss œillés apparaît comme un laccolite (ou une lame) granitique plissé et faillé frangé de granitoïdes leucocrates ; la puissance de la lame de gneiss œillés diminue d'est en ouest alors que la puissance des granitoïdes clairs sous-jacents augmente. La bordure nord de ce laccolite apparaît systématiquement faillée, en contact avec les micaschistes, ce contact étant jalonné de mylonites et envahi de granites dont le feuillet de granite d'Ax est le plus développé ; à l'ouest, le contact grossièrement N-S entre les ortho et paragneiss et les micaschistes du Cambrien apparaît systématiquement jalonné de mylonites et d'ortho-amphibolites.

La comparaison géochimique entre les paragneiss pélitiques migmatitiques et les shales des micaschistes cambriens affleurant à l'ouest confirme des différences de régime de sédimentation perceptibles sur le terrain et suggère que le laccolite de l'Aston s'est mis en place au voisinage du contact entre terrains cambriens et infra ou pré-cambriens.

Abstract

The Aston massif, one of the large gneisses (ortho- and paragneisses) and micaschists massifs of the Pyrenean axial zone, crops out to the north of the

Merens fault zone where it covers some 36 km in an E-W direction with a maximum N-S width of about 15 km. To the south of the Merens fault zone it is continued by the Hospitalet orthogneisses massif.

Nine sections (two E-W and seven S-N) through the gneisses and surrounding micaschists of the Aston massif are described in the present note. The location of the sections is shown on a revised map of the massif, which displays some noticeable additions with respect to previous publications.

The two E-W sections, one on the Andorran side and the other one on the French side of the French-Andorran border, begin in the migmatitic paragneisses of the so-called Quioules and Port de Siguer formations and continue in the Mounicou micaschists which probably covers the gneisses. The two sections mainly cross micaschists and reveal the importance of the NW and NE folding phases which deformed these rocks: four folding phases of unequal importance have been recognized. The section on the Andorran side shows, from its eastern end to the Mounicou valley, (1) a recumbent thrust fold including plagioclasic gneisses and micaschists, (2) a west-verging overturned anticline with an almost horizontal axial plane (the anticlinal hinge being marked by Tristanya's marble), and (3) an under-

* Manuscrit reçu le 5 novembre 1993, accepté définitivement le 30 juin 1994.

(1) École nationale supérieure des Mines de Paris, 60, boulevard Saint Michel, 75272 Paris Cedex 06.

lying short syncline leading to (4) the monoclinal formation of the Mounicou valley.

The seven S-N sections cross the Riete augengneisses, the leucocratic orthogneisses and foliated granites of its northern and southern margins, and the underlying migmatitic paragneisses. The rocks are folded, with north-trending vergence for the major folding phases. The foliations of the augengneisses, at least in the centre of the massif, appear to be related to late NE and NW folding phases. A fringe of leucocratic granitoids (Peyregrand gneisses, leucocratic granites, leptynites and leucocratic gneisses) surrounds the Riete augengneisses on both its southern and northern borders; locally, the orthogneisses are also folded.

Two S-N sections to the east and west of the Ariège valley cross the sheet of Ax-les-Thermes granite. This granite, which formed in two episodes, is from 350 to 750 m wide and separates the augengneisses into two units.

Leucocratic granites and leptynites in the eastern part of the massif occur both around the augengneisses and on the southern border of the migmatitic paragneisses where the rocks of the Aston massif are invaded by tonalitic blastomylonites. These blastomylonites are probably associated with the intrusions of the Querigut massif to the east.

The augengneisses are invaded by numerous dykes or lenses of leucocratic granites or fine-grained orthogneisses. Three of these, a few hundred metres wide and several kilometres long, reflect the preferential NE and NW structural trends: i.e. the NW-SE-trending Jusse des Galis composite intrusion, the NE-SW-trending Sirbal torrent composite intrusion and the NE-SW-trending Calvriere valley composite intrusion.

The genetic relationships between the granitic rocks of the intrusions and the leucocratic granitoids surrounding the augengneisses are as yet unknown.

The particular structure observed in the Rieuvert des Gascous valley, where leucocratic orthogneisses occurs below, above and around the augengneisses, can be interpreted as due either to granitic

intrusions in the augengneisses, or to folds involving the augengneisses and their leucocratic orthogneisses cover, or, which is more probable, to a combination of the two phenomena.

The leucocratic granitoids surrounding the augengneisses probably has a diverse origin; part may have originated as differentiates or porphyritic granitoids now transformed to augengneisses. Geochemical studies have not yet succeeded in elucidating the mutual relationships between these rocks.

The complex consisting of Riete augengneisses and part of the surrounding granitoids appears to have been emplaced as a laccolith or a sheet of now-transformed porphyritic granites that have been folded and faulted since their formation. The thickness of the augengneisses decreases from the eastern end to the western end of the massif, whereas the thickness of the underlying orthogneisses increases. The northern border of the laccolith appears to be systematically faulted along its contact with the mica schists; this contact is marked by mylonites and granitic sheets, the Ax granite being the best developed. The roughly N-S contact between the ortho- and paragneisses and the micaschists at the western border appears to be systematically marked by mylonites and orthoamphibolites.

Geochemical comparisons between the migmatitic pelitic or plagioclasic paragneisses of the Quioules Formation and the metashales or metagraywackes of the Cambrian micaschists exposed at the western border of the gneisses, confirm the differences noted in the field. These may be ascribed to different sedimentary regimes, i.e. before their metamorphism.

It is suggested that the sheet or laccolith which gave rise to the Aston augengneisses was emplaced near the contact between Cambrian and Infra or Precambrian terranes during an orogenic phase at the beginning of the Caledonian cycle. Some remobilization may have possibly affected the rocks of this complex during the Ordovician and later during the Hercynian metamorphism.

Introduction

Le massif de l'Aston est allongé sur 36 km au nord de la zone faillée de Mérens pour une extension sud-nord maximale d'environ 15 km.

Les travaux antérieurs (Verspyck, 1965, Zwart, 1965, Casteras *et al.*, 1970, Raguin, 1977) ont permis de définir les grandes unités lithologiques de ce massif et d'y distinguer :

1) les orthogneiss œillés de Riète, de chimisme granodioritique à granitique. Ils sont bordés sur leur terminaison sud-occidentale par les orthogneiss de Peyregrand, de chimisme granitique à rhyolitique ; des granitoïdes clairs, orientés ou feuilletés par des guirlandes à biotite, de chimisme analogue, se trouvent dans le centre et sur le pourtour sud du massif.

2) les paragneiss migmatitiques – ici dénommés formation du Quioulès – recouverts soit par les gneiss de Riète soit par les gneiss de Peyregrand et venant buter contre la zone faillée de Mérens .

3) des granitoïdes variés, en intrusions ou en feuillets.

4) des micaschistes paléozoïques développés vers l'ouest à partir du ruisseau et du lac de Gniouré et dont l'examen est ici limité, vers l'ouest, à la crête frontière franco-espagnole. Le massif de gneiss œillés de l'Hospitalet est localement couronné de micaschistes ; de nombreux auteurs (Martignole, 1964, Zwart, 1965, Raguin, 1977) considèrent que des micaschistes ont également constitué une couverture des gneiss œillés de Riète.

Cartographie et définition des coupes

Une carte synthétique du massif de l'Aston, dessinée d'après E. Raguin (1977) mais modifiée, est présentée par la figure 1.

Cette carte souligne plusieurs points importants :

a) les gneiss œillés de Riète sont entourés sur tout leur pourtour d'ortho-

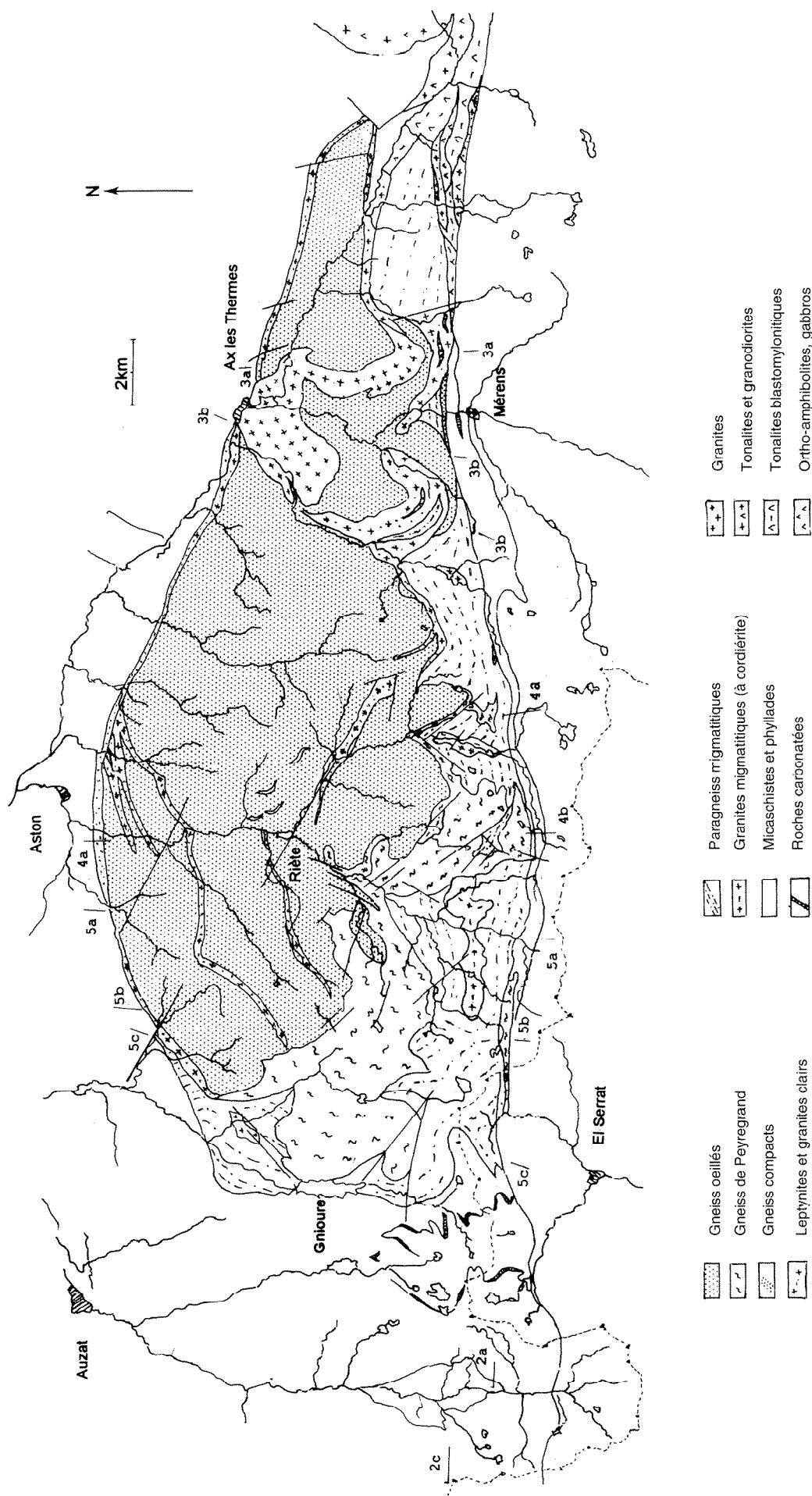


Fig. 1. – Carte du massif de gneiss de l'Aston et de sa frange occidentale de micaschistes. Les terrains situés au sud de la zone faille de Mérens ne sont pas figurés. La position des coupes décrites est indiquée.

Fig. 1. – Map of the Aston gneisses massif and its western fringe of micaschists. The terrains lying to the south of the Mérens fault zone are not shown. The locations of the described sections are indicated.

gneiss et de granitoïdes leucocrates : gneiss de Peyregrand à l'ouest, gneiss compacts, gneiss fins, granites et gneiss blancs au nord, leptynites et granitoïdes clairs au sud. Toutefois, les faciès de ces roches sont variables ; leurs modes de formation et de mise en place ainsi que leur âge ont pu également être variés. Dans le sud du massif, les gneiss de Peyregrand, et, à l'est de la vallée de l'Ariège, les leptynites, constituent des feuillets plissés intercalés entre les paragneiss et les gneiss œillés. Sur le pourtour nord des gneiss œillés, les granitoïdes clairs sont souvent intrusifs le long du contact faille entre micaschistes et gneiss œillés. En dépit de l'étude géochimique conduite sur ces granitoïdes leucocrates (Besson inédit), les relations génétiques mutuelles de ces différents types de roches ne sont pas élucidées.

b) les gneiss œillés sont parcourus de nombreux affleurements de granitoïdes ou de gneiss fins mais trois d'entre eux présentent une extension plurikilométrique pour des puissances de plusieurs centaines de mètres : intrusion composite NW-SF de la jasse des Galis, intrusion composite NE-SW du Sirbal, intrusion composite NE-SW de Calvière

c) les occurrences de paragneiss ou de micaschistes dans les gneiss œillés ne sont ni fréquentes ni développées mais existent :

- de telles occurrences sont mentionnées dans la galerie EDF Mérens - granges de Savignac à hauteur des fenêtres T16 et T17 ;

- des paragneiss pincés dans des gneiss blancs existent sur l'arête reliant le Saquet à la Tute de l'Ours ; - plusieurs occurrences de micaschistes anatectiques sont à signaler au cœur du massif, au voisinage de Riète ; quatre affleurements de micaschistes sont signalés, au sud-est de la Unarde.

d) les paragneiss migmatitiques contiennent surtout des gneiss plagioclasiques provenant du métamorphisme de grauwackes ; les gneiss pélitiques y sont assez rares, alors que dans les micaschistes affleurant à l'ouest du ruisseau de Gnioure, les bancs gréseux de quelques millimètres à quelques mètres

de puissance sont fréquents mais intercalés de shales, les fractions gréseuses et argileuses y apparaissant mieux triées.

Une étude géochimique appuyée sur 98 analyses chimiques de roches par éléments majeurs mineurs et traces (Besson, inédit) a confirmé et précisé ces différences. Pour la série des paragneiss migmatitiques où l'on ne connaît pas de kinzigite, le diagramme $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ révèle une concentration des analyses vers le pole riche en silice, leur population se groupant dans la gamme de teneurs SiO_2 60-70 %. L'analyse discriminante montre une bonne discrimination entre les shales des micaschistes et les paragneiss pélitiques des paragneiss : les paragneiss pélitiques s'avèrent riches en SiO_2 , CaO , Na_2O , Ni , Cr , Co : ils sont plus riches en plagioclases et leur matrice argileuse contient des traces émanant de roches basiques.

La série des paragneiss migmatitiques apparaît ainsi, avant métamorphisme, comme une série sédimentologique distincte de celle ayant conduit aux micaschistes, en particulier plus riche en grauwackes ; elle peut correspondre, à notre avis, à des terrains d'âge Cambrien basal à Précambrien terminal. Leur attribution à un socle éventuel a été examinée et discutée par les auteurs mentionnés ci-dessus.

L'analogie de contexte géologique avec le massif des Albères (Autran *et al.*, 1966) a conduit à les attribuer au Précambrien sur la carte géologique Fontargente (Besson, 1991) ; aucune des formations mentionnées ci-dessus n'est datée de manière certaine.

Neuf coupes sont commentées ci-dessous ; leur situation est reportée sur la carte.

Les deux coupes E-W sont présentées en premier car elles intéressent surtout les micaschistes de l'ouest du massif et les phases de plissement y sont plus faciles à définir, de par la fréquence des lits gréseux, que dans les gneiss ; les autres coupes sont présentées d'est en ouest du massif.

Les quelques indications toponymiques non figurées sur les coupes peuvent aisément être localisées sur les

cartes géologiques Vicdessos et Fontargente.

Coupe E-W sur le versant andorran (fig. 2a)

Cette coupe débute au port de Bagnols et s'étend jusqu'à la vallée du Mounicou, en longeant la crête frontière sur le versant sud.

La coupe débute, à l'est, par les paragneiss migmatitiques du port de Siguer où apparaissent de discrets niveaux de marbres et de gneiss à silicates calcomagnésiens. Les paragneiss sont affectés de plis décamétriques le plus souvent en Z vers le nord et se poursuivent jusque sous la crête d'Arial où apparaissent les micaschistes anatectiques. Les micaschistes, métagrauwackes et métapélites, se prolongent jusqu'à la vallée du Mounicou. Le contact entre les deux formations, bien exposé sur le flanc du haut vallon de Rialp se fait par un pli à flanc inférieur faille des gneiss plagioclasiques sur les micaschistes (plan axial 110 NE 40, axe 120 NW 10) ⁽¹⁾.

La série de micaschistes, constituée à la base de métapélites, devient plus gréseuse au pic de Font-Blanca (ou pic du Port) où l'on note des microconglomérats. Plus à l'ouest, la coupe est jalonnée par deux horizons plurimétriques de marbres, plissés et localement associés à des quartzites noirs ou à des ampérites, séparés par une série à lits métriques de quartzites où les plis dominants sont encore en Z vers le nord. Vers l'ouest, les pendages des stratifications s'atténuent et une voûture très ouverte se dessine dans l'échancrure N-S des étangs de Tristanya, puis les formations deviennent peu pentées vers l'ouest, à caractère accentué de flysch dans lequel s'intercale, à la pointe de Peyreguils et dans le couloir du Malcaras, des microconglomérats à matrice noire.

L'étude structurale des terrains de cette coupe permet d'identifier quatre phases tardives de plissements, deux phases SE dominantes dans l'est de la coupe, deux phases NE dominantes dans l'ouest de cette zone. Ces phases constituent les homologues des phases 3a et 3b définies par H.J. Zwart (1979).

(1) Les mesures sont exprimées en degrés.

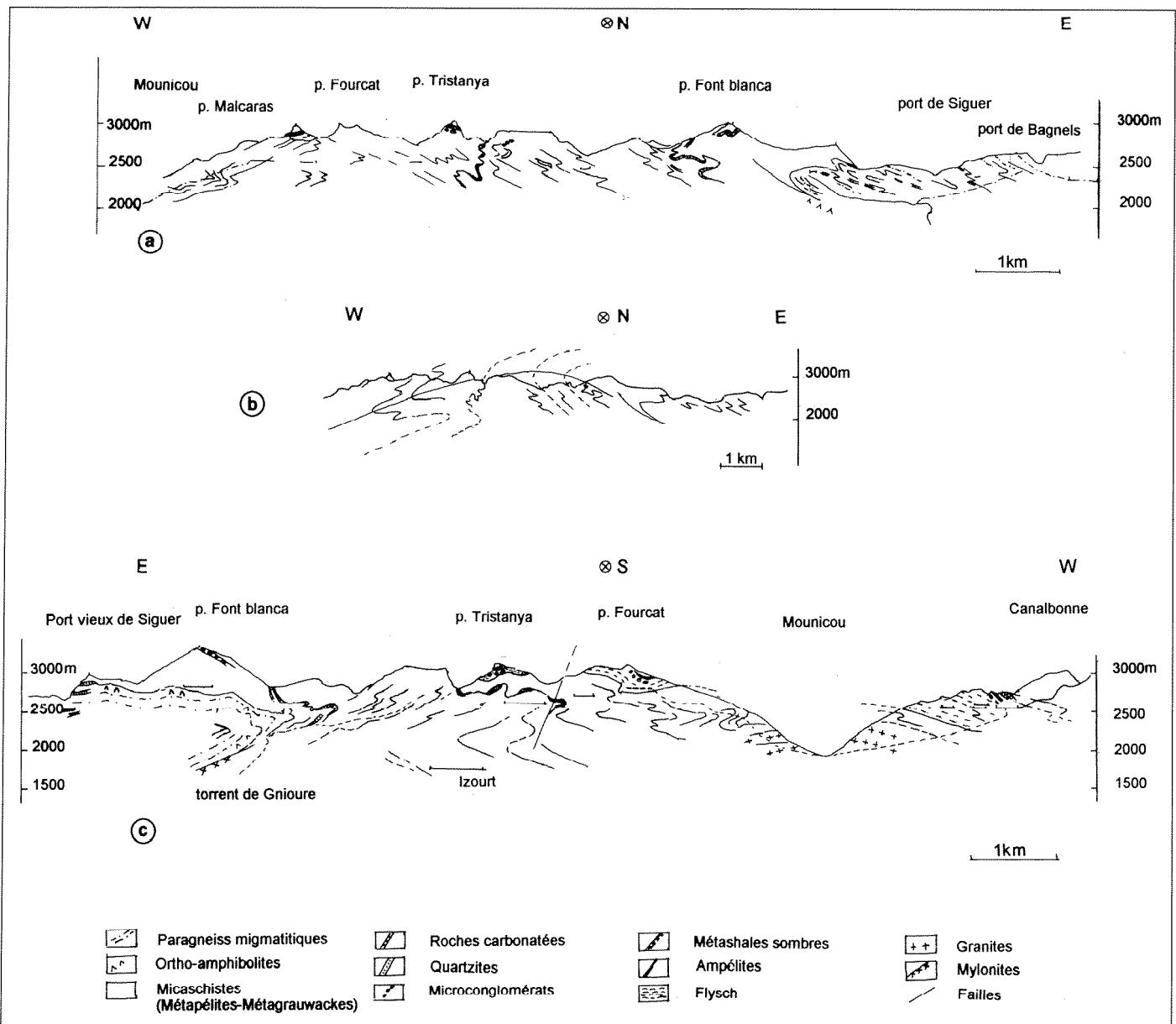


Fig. 2. – Coupe E-W, depuis les gneiss, dans les terrains paléozoïques de couverture.

2a : Coupe E-W sur le versant andorran du port de Bagnels à la vallée du Mounicou.

2b : Schéma structural interprétatif de cette coupe 2a.

2c : Coupe E-W sur le versant français du ruisseau de Gnioure jusqu'à la crête de Canalbonne

Fig. 2. – E-W section, from the gneisses, in the Palaeozoic cover rocks.

2a: E-W section, on the Andorran side, from Port de Bagnels to the Vallée du Mounicou.

2b: Interpreted structural sketch of section 2a.

2c: E-W section, on the French side, from the Gnioure torrent to the Canalbonne ridge.

Compte tenu de l'examen de la colonne lithostratigraphique d'une part, de l'analyse structurale d'autre part, l'interprétation la plus cohérente avec les observations réalisées sur la coupe E-W homologue sur le versant français est présentée par la figure 2b : ce schéma fait apparaître d'est en ouest :

– un pli des gneiss plagioclasiques sur les micaschistes anatectiques ;

– un anticlinal déversé vers l'ouest, à plan axial à peu près horizontal, dont les flancs sont jalonnés de plis secondaires. Le marbre plissé des étangs de Tristanya correspond à la charnière de ce pli ; il peut constituer, dans le Cambrien, un niveau distinct du marbre situé sous le pic de Font-Blanca, à l'ouest de ce pic, la cartographie réalisée vers le Nord n'ayant pas mis de fermeture en évidence.

– un synclinal court sous-jacent conduisant aux formations monoclinales en grand descendant vers la vallée du Mounicou.

Il en résulte que les plis en Z vers le nord sont en flanc inverse et qu'au moins l'une des phases SE-NW est à vergence sud.

Remarquons que A. Mac Caig (1986) a présenté une carte de la région

des ports de Siguer qui met l'accent sur les zones de cisaillement qui parcourent cette zone.

Coupe E-W depuis la haute vallée de Gnioure jusqu'aux crêtes de Canalbonne (fig. 2c)

Cette coupe est homologue, sur le versant français, de la coupe précédente mais, décalée vers l'ouest, elle est prolongée jusqu'à la crête frontière franco-espagnole.

Le contact entre les paragneiss migmatitiques et les micaschistes s'observe au port vieux de Siguer, à l'étang Rouch et au coude de la vallée de Gnioure où il dessine un pli déversé (plan axial 110 NE 42, axe 119 NW 08). Ce contact est jalonné de roches vertes et de mylonites. J.C. Soula (1982) a d'ailleurs représenté ce contact, dans la vallée au sud de Gnioure, par un chevauchement des migmatites sur les micaschistes. Les deux horizons de marbres du Cambrien se retrouvent sur cette coupe, l'un sur les deux flancs de la vallée de Gnioure, l'autre du port de l'Albeille aux étangs Fourcat. Comme sur le versant andorran, la série affleurant entre ces deux horizons est assez gréseuse et contient près de son sommet de nombreux bancs décimétriques à métriques de quartzites blanches ou grises. A l'ouest du port de l'Albeille, les pélites deviennent rythmées, à lits centimétriques ou décimétriques de métagrauwackes ou de quartzites et contiennent, à la pointe de Tristanya des microconglomérats à matrice noire.

La coupe montre la modification de style des plissements intervenant au port de l'Albeille : dominance des plissements en S vers le sud à l'est, en Z vers le sud à l'ouest.

Vers l'ouest, on passe aux formations affleurant sur les deux flancs de la vallée sud-nord du Mounicou ; cette vallée correspond à une voussure envahie de lames de granite. Sur le flanc ouest de la vallée, les formations sont peu pentées vers le SW et on y note des plis à flancs longs peu pentés vers le SW, à flancs courts redressés. Au-dessus d'une série franchement pélitique affleure une série nettement rythmée, à caractère de flysch,

très légèrement carbonatée et à traces discrètes de volcanisme, puis, aux étangs de la Gardelle, une série de 150 mètres de puissance à marbre, quartzites noirs, ampélites, surmontée enfin vers l'ouest et jusqu'à la crête frontière, sur au moins 500 mètres de puissance par une série monotone de schistes gris verdâtre finement rythmique, à minéraux opaques abondants, souvent de la pyrite.

R.L.M. Vissers (1992), dans une coupe N-S par la vallée du Mounicou, note une disposition symétrique par rapport aux intrusions granitiques de Soulèce des vergences des plis repris par la foliation plate S3. Nous n'avons pas noté dans la coupe E-W présentée ici de modifications de vergences de part et d'autre de la vallée du Mounicou.

Coupes S-N de part et d'autre de la vallée de l'Ariège

Ces deux coupes sont similaires. Les figures 3a et 3b représentent la disposition des formations sur les flancs raides est ou ouest de la vallée.

a) **Coupe est** (fig. 3a). Cette coupe s'étend de la zone faillée de Mérens à la Serre de l'étang. On note dans la vallée de l'Ariège, au pont de l'Arène, un panneau de gneiss œillés coincé entre la zone faillée de Mérens, au sud, et des paragneiss migmatitiques, au nord ; la zone faillée de Mérens, dont l'épaisseur est ici supérieure à 500 mètres, montre une alternance de mylonites d'origine diverse. Les paragneiss affleurent sur le chemin de Larguis où ils contiennent des marbres et de petits amas d'orthoamphibolites ; plus au nord, ils sont envahis de leptynites progressivement dominantes vers le nord et sous-jacentes aux gneiss œillés ; la puissance de ces gneiss et granites blancs avoisine 150 m. Les gneiss œillés sus-jacents constituent un panneau ondulé redressé vers le sud, puisant d'environ 500 mètres, s'étendant de l'est du village de Petches à Cap de Carbone. Des amas et filons de gabbros, diorites, orthoamphibolites sont connus à Cap de Carbone dans ces gneiss œillés, au sud au contact entre les leptynites et les micaschistes de la zone de Mérens, au nord près de Courtal Jouan à proximité du contact entre les gneiss œillés et le granite d'Ax.

Le granite d'Ax affleure en un feuillet puissant de 350 mètres environ de pendage voisin de 15D nord depuis l'étang de Campauleil jusqu'au sud du col de Joux. Pour J. Martignole (1964), le granite d'Ax, formé en deux stades, s'est mis en place dans un niveau particulier des orthogneiss, les gneiss de la Serre de l'étang. Ces mêmes gneiss sont cartographiés comme gneiss fins par E. Raguin (1977). Entre le col de Joux et la crête de Llat affleurent à nouveau des gneiss œillés ; ce fait indique soit que le granite d'Ax est légèrement discordant sur la foliation des gneiss œillés soit que ces gneiss œillés sont subdivisés en deux unités séparées par le granite lui-même intrusif dans un niveau particulier. Plus à l'est, l'unité supérieure des gneiss œillés est d'ailleurs frangée par un liseré de granites. Sur sa bordure nord, le granite d'Ax émet des apophyses dans les micaschistes mais, sur la coupe présentée, les gneiss fins viennent en contact avec les micaschistes.

b) **Coupe ouest** (fig. 3b). La figure 3b représente en fait deux coupes S-N séparées par le ravin des estagnols. La partie sud de la figure représente en premier plan les formations sur le versant Est du Carrouch, à l'arrière plan les formations sur le versant est du Saquet dont l'arête se prolonge jusqu'au plateau de Bonascre puis au Col Majou.

Au pont de l'Arène, on note en rive gauche de l'Ariège un panneau de gneiss œillés, homologue de celui observé en rive droite, coincé entre les formations de la zone faillée de Mérens puis, vers le nord successivement des paragneiss migmatitiques, des granites leucocrates et enfin des gneiss œillés ; des lambeaux de paragneiss sont notés dans la galerie EDF au sud de T17.

Les gneiss œillés du Carrouch dans lesquels sont pincés en deux endroits des écailles de paragneiss et de micaschistes constituent un panneau, homologue de celui du Saquet, reposant sur les paragneiss avec interposition de leptynites et de granites leucocrates. Les gneiss et granites blancs affleurent très bas dans l'échancrure constituée par le ravin des Campels et le rec des Estagnols. La comparaison de leurs affleurements sur

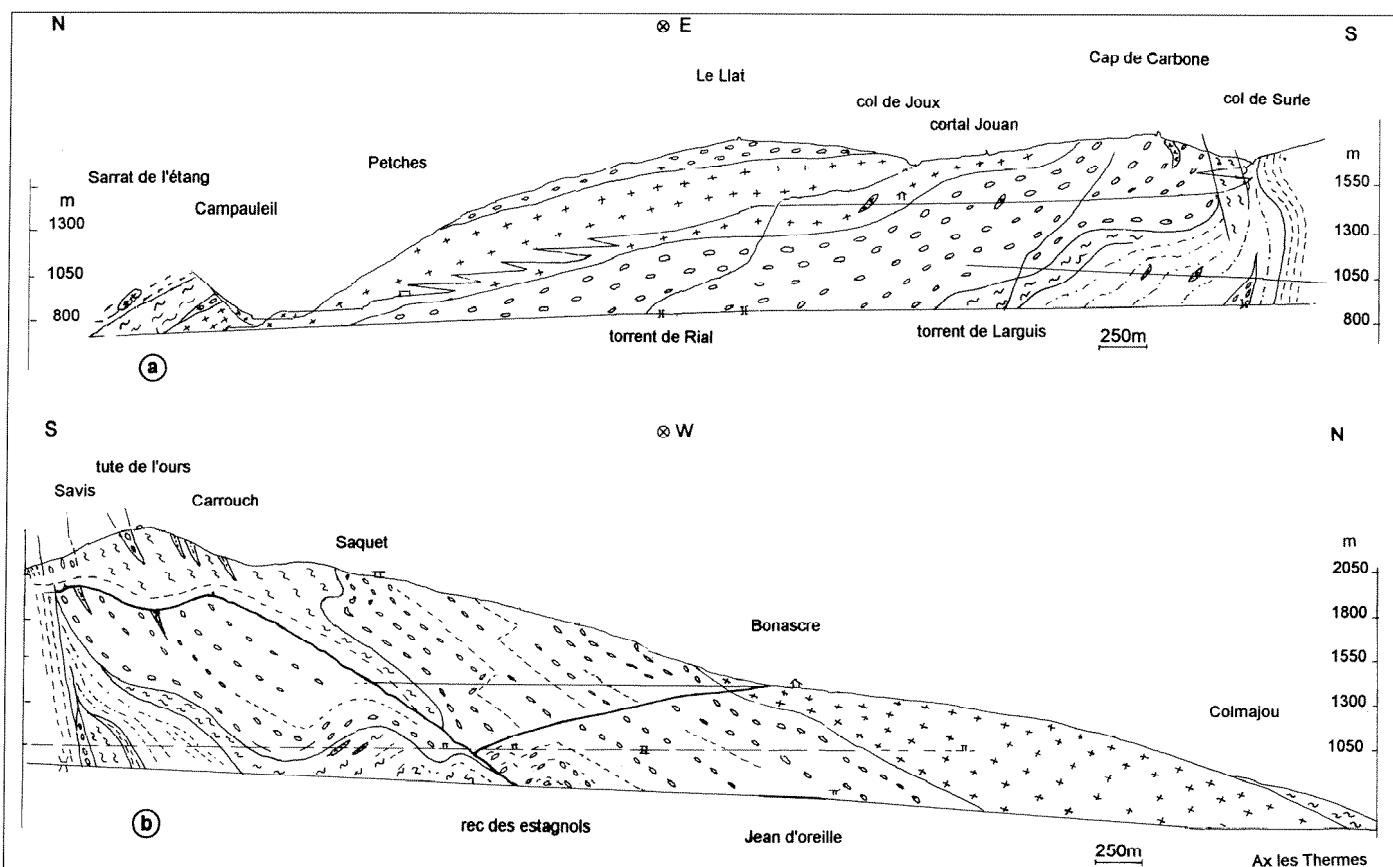


Fig. 3. – Coupes S-N de part et d'autre de la vallée de l'Ariège.

3a : Coupe sur le versant est de la vallée ; la topographie est représentée sur la figure : crête de Llat au Cap de Carbone, routes forestières d'Ax au col de Surle et, sur la droite, de Mérens au torrent de Larguis, torrents de Rial et de Larguis.

3b : Coupes sur le versant ouest de la vallée ; la partie sud des formations représentées est séparée en deux sur le ravin des Campels et le rec des Estagnols ; sont donc figurés d'une part la crête Savis-Carrouch et d'autre part la crête Tute de l'Ours Saquet Bonascre Ax-les-Thermes. Sont également représentées la route Bonascre-rec des Estagnols et, en tiretés, la galerie EDF Mérens-granges de Savignac. La légende est la même que pour la figure 4.

Fig. 3. – S-N sections to either side of the Vallée de l'Ariège.

3a : Section on the eastern slope of the valley; the topography is represented: ridge from Llat to Cap de Carbone, forest tracks from Ax to the Surle Pass and, on the right, from Mérens to the Larguis torrent, Rial and Larguis torrents.

3b : Sections on the western slope of the valley; the southern part of the represented formations is separated into two at the Campels ravine and Rec des Estagnols; both the Savis-Carrouch ridge and the Tute of Ours Saquet Bonascre Ax-les-Thermes ridge are shown. Also represented are the Bonascre to Rec des Estagnols road and, dashed, the EDF (French Electricity Board) Mérens to Grange de Savignac conduit. See figure 4 for the legend.

la crête du Saquet, au rec des Estagnols et dans la vallée de l'Ariège indique un pendage modéré vers l'est du contact gneiss œillés-gneiss blancs. Les gneiss œillés du Carrouch se prolongent dans le haut de la couillade de Lherbis et un panneau pris dans les paragneiss à la Tute de l'Ours permet de les rattacher, par panneaux faillés, à ceux du Saquet. Sur l'arête située entre le plateau du Saquet et la Tute de l'Ours, on note plusieurs affleurements de paragneiss pris dans des granites blancs ; ces granites blancs et leptynites, sous-jacents aux gneiss œillés, descendent très bas dans la vallée du Najar, à 1 km à l'ouest des granges de la vallée de Savignac, sans que l'on puisse cependant les raccorder au granite d'Ax.

Le granite d'Ax apparaît sur cette coupe en un feuillet puissant de 750 mètres de pendage 20 D vers le nord sus-jacent aux gneiss œillés du plateau de Bonascre à la première Bazerque. Les gneiss blancs eux-mêmes s'enfilent sous les gneiss œillés de puissance apparente kilométrique à hauteur des fenêtres T17 et T16. Ce contact apparaît faillé et les foliations des gneiss œillés donnent des indications peu fiables sur le sens des vergences ; sans doute des plis hectométriques en Z vers l'ouest flanqués de plis décimétriques en S vers l'ouest.

Dans le bas de cette coupe, les gneiss leptynitiques du col Majou, homologues de ceux de la Serre de l'Etang, affleurent sur le granite d'Ax qui, vraisemblablement, les envahit.

Les coupes E-W passant par le Saquet d'une part, le plateau de Bonascre et le Llat d'autre part, non présentées ici, indiquent que les contacts granite d'Ax-gneiss œillés et gneiss œillés-gneiss blancs sont ployés en flexures par une phase NE de plan axial voisine de 35 SE70.

Les épaisseurs du feuillet de gneiss œillés d'une part et de la lame du granite d'Ax d'autre part varient ainsi sensiblement par épaississement d'est en ouest.

Un peu à l'ouest, la vallée d'Embizon rejoint aux ponts du Ressec la vallée de Savignac ; le contact entre les paragneiss et les gneiss œillés y est souligné par un faciès "flasergneiss" des gneiss œillés et un liseré d'environ 100 mètres de gra-

nites à grain très fin qui envahissent les gneiss œillés. En contre-haut, sur la crête de la Didorte, le contact est marqué par deux bancs de granites blancs à nodules centimétriques et deux niveaux d'amphibolites.

Coupe sud-nord par la vallée de l'Aston (fig. 4a)

Cette coupe s'étend sur environ 14 km du sud au nord le long de la rivière Aston. Le cours de la rivière, de S-N devient SSE-NNW de la jasse des Galis au barrage de Riète. Cette zone, faillée (Casteras *et al.*, 1970, Soula *et al.* 1986) est jalonnée de mylonites ; puis la coupe redevient sud-nord en aval de Riète. Les affleurements sont bons, en pied de falaise, en amont du barrage de Laparan ou le long de la route entre les barrages de Riète et de Laparan ; ils sont très médiocres en aval de Riète, tronçon pour lequel ont été utilisés les levés de la galerie EDF de la chute d'Aston (Des-tombes et Vaysse, 1951).

Au nord de la zone de Mérens, la coupe entre dans des paragneiss pélitiques et des gneiss gris très granitisés affleurant, en panneaux faillés, jusqu'au barrage de Laparan ; la série est subhorizontale ou à pendages faibles vers le nord, dessinant quelques ondulations ; dans les septums, on voit parfois des plis métriques en Z vers le sud-est (plan axial 170 E 51, axe 170 N 10) ; un petit banc de marbre ou de gneiss à silicates calco-magnésiens se suit de manière discontinue de la cabane de Garseing au lac de Laparan ; à cet endroit, les paragneiss migmatitiques s'enfilent sous les gneiss œillés avec un pendage nord de l'ordre de 25 D, le contact étant marqué, sur 250 mètres, de bancs décamétriques de granitoïdes leucocrates et de granites blancs à nodules de cordierite. Sur les crêtes surincombantes, les gneiss de Peyregrand du pic Pradel s'enfilent, mais avec contact faillé, sous les gneiss œillés.

A l'aval de Laparan, les foliations des gneiss œillés, à pendage modéré vers le NE montrent quelques plis métriques surtout en Z vers l'est avant de buter à Berlet sur des granitoïdes leucocrates laminés et des leptynites en banc puisant de 500 mètres. Le contact sud de ce

banc avec les gneiss œillés est jalonné de quelques septas de paragneiss, le contact nord montrant des boules d'orthoamphibolites. Cette structure est interprétée comme due à un pli faillé mettant en contact des gneiss blancs et des fins lambeaux de paragneiss sous-jacents aux gneiss œillés avec des gneiss œillés.

Au nord de Riète, sous Coudennes, on remarque une passée subhorizontale pluridécimétrique de micaschistes anatexiques dans du granite, et les pendages deviennent variables, nord ou sud faibles, avec plusieurs zones faillées où les gneiss œillés sont laminés.

La partie nord de la coupe, où les pendages redeviennent forts vers le sud ou subverticaux est marquée par l'occurrence de plusieurs bancs hectométriques de granitoïdes leucocrates ayant parfois le faciès de gneiss fins, notamment dans les virages de la route du bois du Grazal où le feuillet composite de granitoïdes dépasse une puissance de 150 mètres ou en face de la passerelle de Sigueille.

100 mètres au nord de la fontaine des fromages commencent les gneiss compacts dont le contact avec les micaschistes semble à peu près vertical ; ces gneiss passent progressivement vers le sud à des gneiss mal œillés envahis de lames de granite puis à des gneiss œillés, eux-mêmes granitisés.

Sur l'ensemble de la coupe, on note de la jasse des Galis à Riète une zone perturbée et faillée qui est également une zone de transition des phases de plissements tardives à dominantes en Z vers l'est au sud, en S vers l'est au nord.

Coupe de la Coume de JAS (fig. 4b)

Cette coupe, s'étend du pic de la Portanelle, au sud, jusqu'au barrage de Riète, au nord, sur 9,4 km. Débutant dans les gneiss œillés du massif de Mil-Menut, la coupe franchit les schistes, ampélites et calcaires de la bande de Mérens au col de la Coume de Varilles et entre immédiatement dans des gneiss de Peyregrand mylonitisés et des granitoïdes que l'on suit jusqu'à la toise de Mirabail où ces gneiss apparaissent subhorizontaux.

Peu au nord de Mirabail commencent des paragneiss migmatitiques envahis de feuillets de granite, à pendages faibles vers le nord. Ces paragneiss constituent une fenêtre sous les gneiss de Peyregrand jusqu'à l'étang de Las Peyres où, dans cette formation de pendage 140NE40, on note quelques petits bancs de gneiss à silicates calco-magnésiens. Les paragneiss sont granitisés et le contact paragneiss-orthogneiss est faillé.

Les gneiss de Peyregrand dessinent ensuite une vaste cuvette d'axe 132 SEO4 jusqu'à la jasse des Pradettes. Peu au sud de la cabane des Pradettes, une nouvelle fenêtre de paragneiss apparaît sous les gneiss de Peyregrand. Les paragneiss y dessinent un brachy-anticlinal pincé, d'axe 64W15 et de plan axial 120 SW 45 butant au nord par faille mylonitisée sur les gneiss œillés qui se poursuivent au col d'Aychade et un peu au sud ; les pôles des foliations des gneiss œillés de ce secteur se répartissent sur un G.C. de pôle 34 SW 17 ; le plan axial n'est pas connu, sans doute proche de 145 W 22.

Les gneiss œillés des Pradettes, de pendage sud modéré, surmontent les gneiss de Peyregrand du bas de la coume de Jas à foliations ondulées, ouest, sud-ouest, ou subhorizontales. Les axes définis par ces foliations (2 à 2) des gneiss de Peyregrand sont SW et dispersées dans un plan de pôle 35 W 30. Le contact entre gneiss de Peyregrand et gneiss œillés est envahi de lames de granite mais on ne note pas de disharmonie des foliations.

Au nord du confluent Jas-Quioulès, on suit les gneiss de Peyregrand jusqu'au Pas de la crabe où ils s'enfilent sous les gneiss œillés que l'on suit jusqu'à Riète. Entre le Pas de la Crabe et Riète, les gneiss œillés sont traversés de plusieurs failles mylonitisées ; les foliations pendent d'abord de SW à W pour devenir ensuite NW à W et dessinent un plissement de grande amplitude d'axe 120 NW 45.

De manière plus générale, l'examen des foliations dans le secteur col d'Aychade, Coume de Jas, piste de la fenêtre, jasse de Senard, Laparan montre le phénomène suivant : il y a accordance de ces foliations avec les contacts litholo-

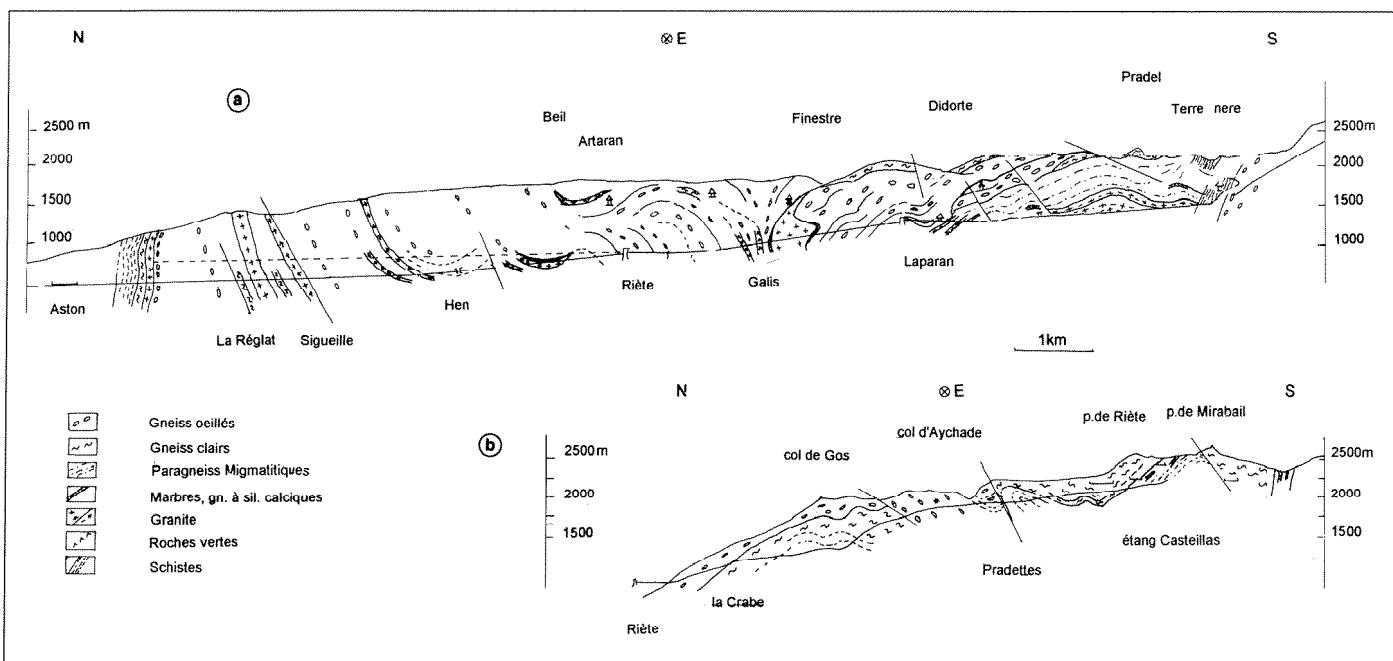


Fig. 4. – Coupes S-N par la vallée de l'Aston.

4a : Coupe le long de la vallée de l'Aston.

4b : Coupe le long de la Coume de Jas.

Fig. 4. – S-N sections via the Vallée de l'Aston.

4a: Section along the Vallée de l'Aston.

4b: Section along the Coume de Jas.

giques sur les bordures de l'unité de gneiss œillés examinée ; par contre, au centre de cette unité, on voit se développer deux groupes de phases tardives qui replissent ces foliations : une phase dominante NW à plans axiaux pendant vers le SW à l'ouest, vers le NE à l'est, une phase NE à plans axiaux pendant vers l'ouest. H.J. Zwart (1979) a déjà noté que des plis tardifs replissant la schistosité des gneiss œillés sont courants dans le massif de l'Aston.

L'ensemble de la coupe montre la succession lithostratigraphique suivante, de bas en haut : paragneiss-gneiss de Peyregrand-gneiss œillés, ces unités étant plissées et faillées. L'épaisseur des gneiss de Peyregrand dans ce secteur peut être estimée à 400/500 mètres. Ces gneiss sont plissés, comme le montrent les variations des directions et pendages des foliations. Le contact entre gneiss œillés et gneiss de Peyregrand est rarement observable, la zone de contact pouvant être soit faillée soit envahie de granitoïdes. A l'échelle hectométrique, on observe, par exemple à la fenêtre de la chute de Laparan, une accordance des foliations.

Cette coupe peut être raccordée, au lac de Riète, au tronçon aval de la coupe de la vallée de l'Aston. On note, à cet endroit, une brusque variation des pendages des foliations dans les gneiss œillés qui correspond à la variation observée dans la vallée de l'Aston à la jasse des Galis.

Coupe Coume de Seignac - Courtal Marti (fig. 5a)

Cette coupe s'étend du pic de Mil-Menut, au sud, au bois du Fourquet, au nord, en passant 400 mètres à l'ouest du refuge de Quioulès. En arrière plan, sont représentés sur la figure 5a le torrent de la Sabine et la crête de Carau.

Les gneiss œillés du Mil-Menut, couronnés de gneiss blancs puis de micaschistes, butent par faille sur les schistes et quartzites de la zone faillée de Mérens. Une frange puissante de granitoïdes leucocrates et de granites mylonitisés s'interpose entre cette zone et les paragneiss migmatitiques situés au nord et bien exposés sur les deux rives de la Coume de Seignac. Ces paragneiss, redressés au sud, montrent plus au nord

des panneaux faillés où le pendage général est modéré vers le nord et où les foliations des gneiss sont affectées d'ondulations décelées par quelques bancs de marbres ou gneiss à silicates calco-magnésiens, en Z vers l'ouest ; dans ces gneiss s'intercalent des feuillets de puissance hectométrique ou plus de granite souvent à cordiérite ; ondulations hectométriques et plis métriques montrent des axes 130 NW 13. Peu au nord du refuge de Quioulès, ces paragneiss s'enfilent sous des gneiss de Peyregrand. (Des plis métriques, d'axes WNW peu pentés vers l'ouest et en S vers l'ouest, sont observables dans les gneiss de Peyregrand un peu à l'est de la coupe sur la plate-forme de la prise d'eau du Quioulès).

Le ravin du Rieutord des Gascous et la crête de Carau fournissent une coupe annexe intéressante : on y voit en effet affleurer une plage de gneiss œillés enrobés de gneiss de Peyregrand qui leur sont sous-jacents puis enrobant au sud et les surmontent à l'ouest, au nord et à l'est. Les gneiss de Peyregrand du pic de la Sabine surmontent ainsi des gneiss œillés. Ces affleurements de gneiss de Peyregrand de la crête de Carau et de la

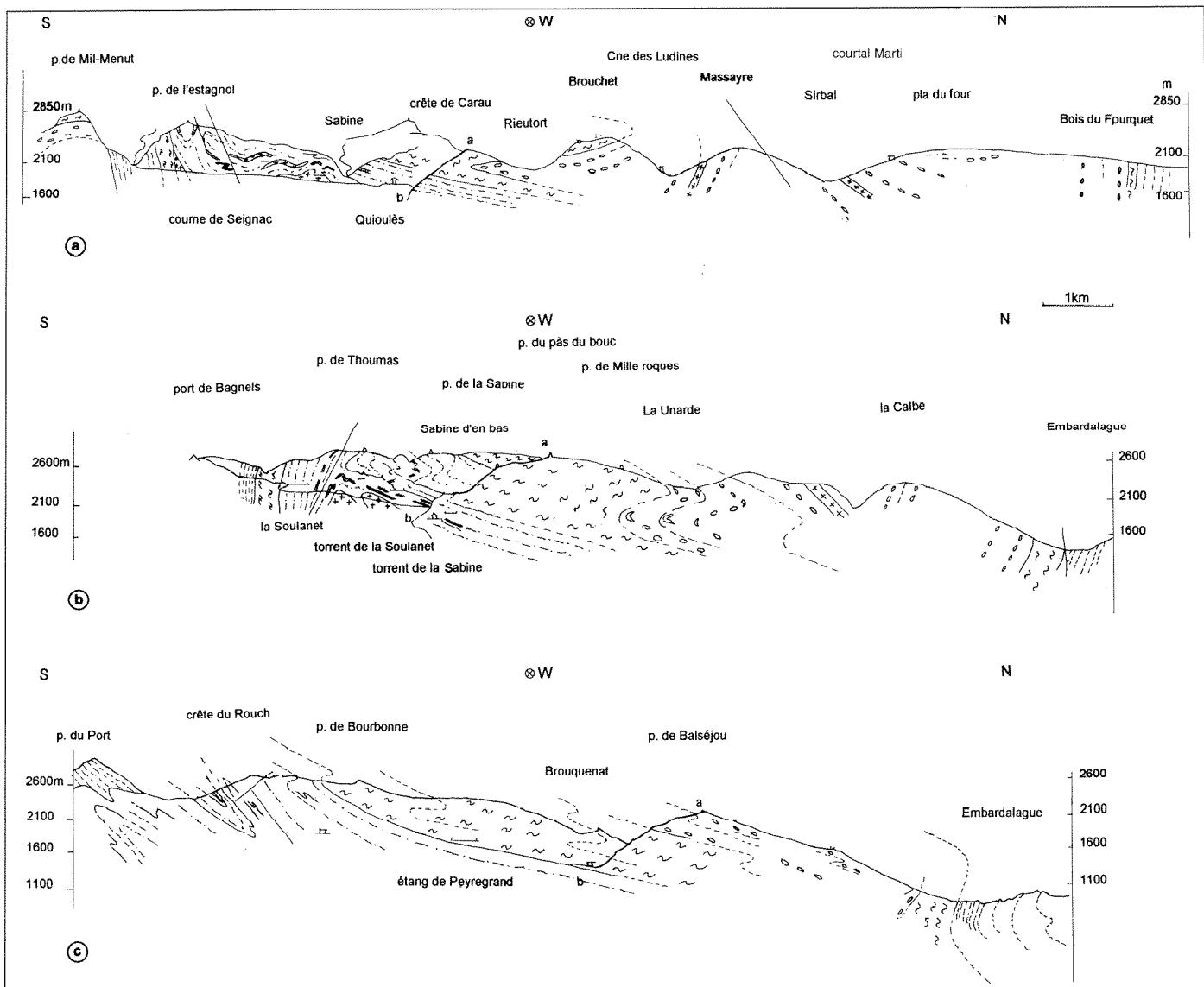


Fig. 5. – Coupes S-N dans l'ouest du massif.

5a : Coupe passant par la Coume de Seignac et Courtal Marti. Les ruisseaux de la Coume de Seignac et de la Sabine sont représentés sur la figure, ainsi qu'en arrière-plan la crête de Carau ; la ligne a-b représente l'intersection par le plan de la coupe de cette crête.

5b : Coupe du ruisseau de la Soulanet à Embardalague ; à l'arrière-plan est représentée la ligne de crête port de Bagnels-pic de Thoumas-pic du pas du Bouc-pic de Mille Roques. La ligne a-b figure la crête NW-SE pic du pas du Bouc-pic de la Sabine-Sabine d'en bas ; de même est figurée la crête qui descend du pic de Thoumas vers l'est.

5c : Coupe S-N par la vallée de Peyregrand. La légende est la même que pour la figure 4.

Fig. 5. – S-N sections in the west of the massif.

5a. Section passing via the Coume de Seignac and Courtal Marti. The Coume de Seignac and Sabine torrents are shown, with the Carau ridge in the background; line a-b represents the intersection of that ridge by the plane of the section.

5b: River section from La Soulanet to Embardalague; the line of the ridge joining Port de Bagnels, Pic de Thoumas, Pic du Pas du Bouc and Pic de Mille Roques is shown in the background. Line a-b shows the NW-SE ridge joining Pic du Pas du Bouc, Pic de La Sabine and Sabine d'en bas; also shown is the ridge which descends eastwards from the Pic de Thoumas.

5c: S-N section via the Vallée de Peyregrand. See figure 4 for the legend.

planel de Brouchét pourraient être interprétés comme formés par de puissantes intrusions dans les gneiss œillés, de direction SW-NE, tectonisées après leur mise en place ; mais comme on le voit sur la coupe S-N de la Coume de Jas située un peu à l'est, l'extension des gneiss de Peyregrand vers le sud a pu être, avant érosion, importante, sans

doute jusqu'à la faille de Mérens. Celà conduit à envisager un contact gneiss œillés-gneiss de Peyregrand plissé en plis hectométriques en Z vers l'Ouest et à supposer une ancienne extension importante vers le sud des gneiss œillés.

Plus vers le nord, la coupe rencontre des gneiss œillés et les deux bandes de

granitoïdes clairs, celle de Calvière pendant vers le nord, celle du Sirbal vers le sud.

Le contact des gneiss œillés et des granitoïdes du bois du Fourquet n'est pas mal exposé sur la piste du Courtal Marti, mais le pendage du contact entre les deux formations est difficile à estimer ;

on y voit, du nord au sud : des schistes à pendage de schistosité au nord, puis des granites clairs avec, sur 50 mètres, des enclaves de schistes encore orientés puis un puissant filon de quartz bréchique avec des blocs de schistes emballés : le granite clair paraît ainsi intrusif le long du contact faillé entre micaschistes et gneiss œillés.

L'unité des gneiss œillés apparaît ici comme un feillet de pendage 15 DN, de puissance voisine de 750 mètres à 1 km plissé par des plis hectométriques en Z vers l'ouest.

Coupe sud-nord du ruisseau de Soulanet à Embardalague (fig. 5b)

La coupe passe par le ruisseau de la Soulanet, le confluent Soulanet-Sabine, l'étang de Mille Roques et la Unarde ; la ligne de crête séparant les vallées de Peyregrand et du Quioulès est figurée à l'arrière plan.

Cette coupe débute, au sud de l'étang de la Soulanet par des micaschistes et quartzites de la zone faillée de Mérens ; au nord immédiat de cette zone, on rencontre d'abord un puissant banc de granite leucocrate mylonitisé puis les paragneiss migmatitiques. Dans le ruisseau de la Soulanet, affleurent des apex de granites qui constituent les extrémités occidentales des feuillets de granite à cordiérite beaucoup plus développés dans la Coume d'Ose et la Coume de Seignac. Dans les paragneiss eux-mêmes affleurent plusieurs bancs de marbre ou de gneiss à silicates calco-magnésiens (on compte huit bancs de marbres, de pendage NE ou NW et dessinant un axe d'ensemble 36 NE 24 à l'ouest de la cabane de la Sabine) ; vers l'ouest, ces bancs se répartissent en deux faisceaux : un des faisceaux passe au nord, l'autre au sud de l'étang Blaou.

Au nord de la vallée de la Sabine, les paragneiss s'enfilent sous les gneiss de Peyregrand. Au pic de Milleroques, ces gneiss de Peyregrand paraissent surmonter les gneiss œillés ; par analogie avec la situation dans la coupe située un peu à l'est, nous interprétons la surface de ce contact comme définissant des plis hectométriques à kilométriques en Z vers l'ouest ; de fait, de tels plis sont dessinés par les marbres du faisceau nord dans la

vallée de la Sabine, entre la cabane de la Sabine et le pas de la Soulanet.

Sur la toise d'En Carnes, affleure le sill septentrional composite de granitoïdes, dont le pendage, bien visible au pas de l'Escalier, est de 70 N 45 ; à Embardalague, le contact entre les gneiss œillés et les granites mylonitiques et granites clairs affleurant sur la piste forestière en banc puissant de 400 mètres est tectonisé et le pendage de ce contact est difficile à définir. Toutefois ce contact est oblique sur les stratifications ou les foliations majeures des paragneiss de directions NW et de pendages SW.

L'unité de gneiss œillés apparaît comme un feillet de 750 mètres à 1 km de puissance, affecté de plis en Z vers l'ouest, reposant sur les paragneiss migmatitiques par l'intermédiaire de granitoïdes ou gneiss de Peyregrand eux-mêmes replissés et dont la puissance vraie peut être estimée à 500 mètres.

Coupe par la vallée de Peyregrand (fig. 5c)

Cette coupe s'étend de la crête du Rouch à Embardalague.

Nous avons dessiné, sur la crête du Rouch des plis hectométriques à vergence nord reprenant, dans les paragneiss, des plis à vergence sud. Il est possible que les gneiss de Peyregrand du pic de Bourbonne butent par faille sur ces paragneiss.

Au-dessus de la jasse de Brouquenat, les gneiss de Peyregrand s'enfilent sous les gneiss œillés du pic de Balsejou ; leur pendage est faible vers le nord, de l'ordre de 15D, et leur puissance totale peut être estimée voisine de 750 mètres.

Cependant, les contacts entre les paragneiss et les gneiss de Peyregrand sont différents suivant les secteurs d'observations : 55 SE 13 D à la jasse de Brouquenat, 100 N 18 D à la jasse de Belestà, au nord de l'étang de Peyregrand, 0 W 18 D à l'étang de Gnioure.

Les intersections de ces plans avec le plan S-N vertical de la coupe conduisent à affecter les gneiss de Peyregrand de plis hectométriques couchés et serrés, en Z vers l'ouest, homologues de ceux des

coupes situées plus à l'est et permettent de définir les axes des plissements NE et NW qui affectent ces orthogneiss : 22 S 06 et 140 N 10, voisins d'axes fréquemment observés dans les paragneiss sous-jacents. Les gneiss de Peyregrand montrent fréquemment des foliations pendant vers le NW ou le SW mais les plis eux-mêmes y sont rarement visibles.

Les gneiss œillés du pic du Midi de Siguer montrent des foliations pentées soit au SE soit au NE et, à l'ouest du pic, des feuillets de granitoïdes clairs s'enfilent sous les gneiss œillés avec un pendage est.

Le contact, à Embardalague, entre les gneiss œillés d'une part, les paragneiss ou les micaschistes, d'autre part, faillé et jalonné de granitoïdes clairs et de gneiss blancs mylonitisés, a été décrit ci-dessus.

Conclusions

Le massif de l'Aston apparaît constitué essentiellement par un feillet unique mais plissé de gneiss œillés dont la puissance observable varie d'est en ouest : 500 mètres à l'est du massif, 1 km au centre, 400 mètres à l'ouest : ce feillet est toutefois écaillé au sud à proximité de la faille de Mérens.

Les gneiss œillés correspondent à un ancien granite porphyroïde et sont entourés de gneiss leucocrates de faciès rapidement variables dont certains peuvent représenter des différenciats acides du granite initial. Au sud du massif de l'Aston, on voit les gneiss leucocrates du pourtour s'enfiler sous les gneiss œillés. La puissance de ces gneiss blancs, sous-jacents aux gneiss œillés, augmente progressivement d'est en ouest : 150 mètres sous le col de Surle, 400 mètres dans la Coume de Jas, 750 mètres dans la vallée de Peyregrand, où ce surépaissement peut être dû à l'intervention de plissements.

Le feillet de gneiss œillés est plissé et faillé. Les plis dominants qui affectent les gneiss correspondent à des phases SE et SW, le style dominant dans les orthogneiss de l'ouest du massif étant des plis hectométriques en Z vers l'ouest, à vergence nord correspondant à des plans axiaux NE flanqués de plis plus réduits en S vers l'ouest correspondant à des plans axiaux SE.

L'écaillage semble responsable de la plupart des occurrences des rares lambeaux de paragneiss pincés dans les gneiss œillés, dus à des failles mettant en contact des gneiss œillés et des gneiss blancs puis des paragneiss sous-jacents.

Les contacts nord des orthogneiss et des micaschistes encaissant le massif au nord sont à pendage nord à l'est du massif, subverticaux à l'ouest ; ils sont faillés et envahis de lames de granite dont le granite d'Ax est la plus développée. Ce granite d'Ax passe pour être d'âge hercynien ; cependant J. Martignole (1964) suggère pour sa formation une mise en place en deux stades.

Les paragneiss migmatitiques sur lesquels reposent les gneiss œillés de l'Aston correspondent à une série lithologique initialement différente de celle des micaschistes situés au nord de la faille de Mérens. Les seconds peuvent être attribués au Cambrien, les premiers leur étant stratigraphiquement sous-jacents ; à l'extrémité sud-ouest du massif, le contact entre les paragneiss migmatitiques et les micaschistes paléozoïques est affecté de plis à vergence sud correspondant à une ou deux phases SE-NW ; ces phases sont dominantes dans les paragneiss du sud du massif et semblent légèrement antérieures aux phases NE.

Les orthogneiss et paragneiss de l'Aston sont envahis à l'est de granitoïdes et de roches basiques apparentées au massif hercynien de Querigut. A l'ouest du massif, d'Embardalague à Gnioure, on note la fréquence des mylonites à foliations N-S et des orthoamphibolites. Ces orthoamphibolites deviennent encore plus fréquentes au sud de Gnioure, puis dans le secteur des étangs de Llases, de l'étang Blaou et de la Soulanet. Il est possible que ces orthoamphibolites soient d'âge hercynien et soulignent une suture majeure suivant à peu près le contact actuel paragneiss migmatitiques-micaschistes.

La structure du dôme de l'Aston a été interprétée de manière diverse : M. Casteras *et al.* (1970) y voient un feuillet de gneiss œillés chevauchant vers le sud sa couverture cambrienne ; H.J. Zwart (1979) pense que les gneiss œillés dérivent de granitoïdes intrusifs dans des terrains cambro-ordoviciens, intrusions survenues surtout à l'Ordovicien ; J.C. Soula *et al.* (1986) décrivent la montée diapirique d'un corps intrusif de gneiss œillés représentant un ancien granite porphyroïde déformé. La plupart des auteurs pensent que les gneiss œillés proviennent de la déformation de granitoïdes préhercyniens, soit précambriens (Martignole, 1966, Raguin, 1977) soit ordoviciens (Zwart, 1979).

R.L.M. Vissers (1992) a résumé les âges fournis par la géochronologie, la plupart hercyniens, une indication ordovicienne étant fournie par Sb-Sr sur les gneiss de Peyregrand situés en zone de migmatites.

Les éléments décrits ci-dessus correspondent, à notre avis, à la mise en place d'un laccolite (ou d'une lame) de granite porphyroïde et de différenciats associés, mise en place intervenue à la limite de terrains précambriens ou infra-cambrien et cambrien. Cette mise en place dont l'âge n'est pas connu peut être intervenue au début du cycle calédonien, une remobilisation ayant pu affecter ces terrains à l'ordovicien (Majoor, 1988) avant le métamorphisme général hercynien puis au cours de ce métamorphisme.

Ces conclusions sont en accord partiel avec celles de B. Van den Eeckhout (1986) qui observe sur la bordure sud ouest du massif de l'Hospitalet une phase D2 NE à vergence nord et sur la bordure nord-est de ce massif (en fait bordure sud-est de l'ensemble Aston-Hospitalet) une phase D1 NW à vergence sud, la foliation principale des gneiss œillés étant toutefois née au cours d'une phase d'extension postérieure alors que sur le massif voisin de l'Aston la foliation principale des gneiss œillés apparaît elle-même plissée.

Références bibliographiques

- AUTRAN A., FONTEILLES M., GUITARD G. (1966). – Discordance du Paléozoïque inférieur métamorphique sur le socle gneissique antéhercynien dans le Massif des Albères (Pyrénées Orientales). *C.R. Acad. Sci. Fr.*, **263**, pp. 317-320.
- BESSON M. (1991). – Notice explicative de la carte géologique au 1/50 000 Fontargente. Feuille 1093.
- CASTERAS M., DESTOMBES J.-P., RAGUIN E. (1970). – Notice explicative de la carte géologique au 1/50 000 Vicdessos, XXI-48.
- DESTOMBES J.-P., VAYSSE A. (1951). – Etude géologique des galeries de la chute d'Aston, Ariège. Rapport inédit, SGR Midi-Pyrénées.
- DESTOMBES J.-P., RAGUIN E. (1960). – Sept coupes à travers le Massif de gneiss de l'Aston, Pyrénées de l'Ariège. *Bull. Soc. Géol. Fr.* (7), **2**, pp. 28-37.
- LAMOUROUX C., SOULA J.C., RODDAZ B. (1980-1981). – Les zones mylonitiques des Massifs du Bassiès et de l'Aston, (Haute-Ariège). *Bull. B.R.G.M. Fr.*, Sect. 1, n° 2, pp. 103-111.
- MAC CAIG A. (1986). – Thick-and thin-skinned tectonics in the Pyrénées. *Tectonophysics*, **129**, pp. 319-342.
- MAJOOR F.J.M. (1988). – A geochronological study of the axial zone of the central Pyrenees with emphasis on variscan events and alpine resetting Verhandeling n° 6 zwo laboratorium voor isotopen geologie, Amsterdam.
- MARTIGNOLE J. (1964). – Recherche pétrographiques et structurales dans la région d'Ax-les-Thermes, thèse de 3e cycle, Toulouse.
- RAGUIN E. (1977). – Le Massif de l'Aston dans les Pyrénées de l'Ariège. *B.R.G.M. Sect. 1, n° 2*, pp. 88-119.
- SOULA J.-C. (1982). – Characteristics and mode of emplacement of gneiss domes and plutonic domes in central-eastern Pyrénées. *J. Struct. Geology*, **4**, pp. 313-342.

- SOULA J.-C., DEBAT P., DERAMOND J., GUCHEREAU J.Y., LAMOUROUX C., POUGET P., ROUX L. (1986). – Evolution structurale des ensembles métamorphiques des gneiss et des granitoïdes dans les Pyrénées Centrales. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 8, 2, n° 1, pp. 79-93.
- VAN DEN EECKHOUT B. (1986). – A case study of a mantled gneiss antiform; the Hospitalet Massif, Pyrénées (Andorra, France). *Geologica ultraiectina*, n° 45, Utrecht.
- VERSPYCK G.W. (1965). – The geology of the Artics-Siguer-Valira del Norte Valleys, Aston-Hospitalet Massif, France-Andorra. *Leidse Geol. Meded. Deel*, 33, p. 275-318.
- VISSERS R.L.M. (1992). – Variscan Extension in the Pyrenees. *Tectonics*, 11, pp. 1369-1384.
- ZWART H.J. (1965). – Geological map of the paleozoic of the Central Pyrénées, sheet 6, Aston, France-Andorra-Spain. 1:50.000 *Leidse geol. Meded. Deel*, 33, pp. 191-254.
- ZWART H.J. (1979). – The geology of the Central Pyrénées, *Leidse geol. Meded. Deel*, 50, pp. 1-74.

Collection : **Manuels et Méthodes - N° 26**

SITES POLLUÉS ET DÉCHETS

750 définitions pour un langage commun

Jacques RICOUR et Andrée LALLEMAND-BARRÈS

En 1972, la première conférence des Nations-Unies à Stockholm faisait prendre conscience de la fragilité de notre environnement. En 1992, vingt ans plus tard, l'écologie a acquis ses lettres de noblesse passant du romantisme au pragmatisme lors de la conférence de Rio de Janeiro.

Parmi les nombreuses agressions que subit la « Planète bleue », les problèmes liés aux sites pollués et à l'élimination des déchets sont parmi les plus importants et dépassent le plus souvent les frontières d'un pays ou d'un état.

Rechercher des solutions à ces nouveaux défis pose une question préliminaire : quelles définitions adopter pour les nombreux concepts qui apparaissent chaque jour dans ces domaines nouveaux.

Cet ouvrage propose 750 définitions ayant trait aux déchets et sites pollués. Des équivalents anglais et allemands sont proposés en annexe quand les contextes réglementaires permettent des traductions adaptées.

Cet ensemble constitue un ouvrage de base pour les bureaux d'études et techniciens de l'environnement qui interviennent sur les déchets et les sites pollués.

In 1972 the first United Nations Conference in Stockholm made us take note of the frailty of our environment. In 1992, 20 years later, ecology won its spurs, passing from the romantic to the pragmatic at the Rio de Janeiro Conference. Among the numerous assaults on the « Blue Planet », those related to site pollution and waste disposal are among the most serious and they generally transcend national boundaries.

Trying to find solutions to these new challenges poses a preliminary problem: which definitions to adopt for the many concepts that appear daily in these new fields.

This book presents 750 definitions relating to waste and site pollution. English and German equivalents are given in the Appendix where the prescribed texts enable suitable translation.

The collection provides a basic reference for environmental research departments and technicians involved with waste and polluted sites.

Éditions BRGM
Avenue de Concy - BP 6009
45060 ORLÉANS CEDEX 2
FRANCE - Tél. : (33) 38 64 30 28

Format 16 x 24, 128 p., 26 fig.

ISBN 2-7159-0795-8

Prix : 150 F

En vente chez votre libraire habituel ou, à défaut, aux Éditions BRGM. Veuillez dans ce cas nous envoyer un chèque du montant de votre commande augmenté de 40 F de frais de port et d'emballage pour la France et 60 F pour l'étranger.

NOUVEAUTÉS AUX ÉDITIONS BRGM



MONTAGNES DU BRIANÇONNAIS

PROMENADES ET RANDONNÉES INITIATION A LA GÉOLOGIE

Marcel Lemoine,
Jean-Claude Barféty, Raymond Cirio
et Pierre Tricart

Une promenade ou une randonnée en montagne, c'est la joie de la marche et de l'effort ; mais ce sont aussi de magnifiques paysages, et le contact avec l'environnement végétal et animal, avec la vie de l'homme dans les villages et les alpages, bref l'accès à un patrimoine original. Une part de patrimoine nous est fournie par la mémoire des roches, qui remonte à la nuit des temps.

Marcel Lemoine, Jean-Claude Barféty, Raymond Cirio et Pierre Tricart vous apportent ici l'expérience qu'ils ont acquise durant des dizaines d'années passées à arpenter les montagnes briançonnaises. Rompus à une pédagogie adaptée à tous, jeunes et moins jeunes, «grand public» et enseignants, élèves et étudiants, ils vous feront connaître et aimer la géologie, grâce à la sélection de vingt-deux itinéraires, de moins d'une heure à une bonne journée, situés en majorité loin des sentiers battus.

Vous apprendrez ainsi à reconstituer des paysages anciens aussi variés que la forêt tropicale du Carbonifère, vieille de 300 millions d'années, l'île briançonnaise située, il y a 190 millions d'années, entre les mers du Dauphiné et du Piémont, l'océan alpin vieux de 170 millions d'années, le plissement des Alpes provoqué par le colossal affrontement des continents européen et africain, le façonnement de la montagne par les glaciers disparus et les torrents. Bref, vous pourrez «faire parler» les roches et les paysages de nos montagnes, et reconstituer une histoire vieille de plusieurs centaines de millions d'années.

ISBN : 2-7159-0782-6

Montagnes du Briançonnais

Promenades et randonnées, 12,5 × 24 cm

prix : 75 F

référence : 000170

Liste des guides disponibles au BRGM :

Guide géologique du Parc national des Écrins, 12,5 × 24 cm,
prix : 75 F référence : 000152

Pyrénées : 500 millions d'années, 11,5 × 24,5 cm,
prix : 75 F référence : 000118

Queyras : un océan, il y a 150 millions d'années 12,5 × 24 cm,
prix : 75 F référence : 000147

Géologie buissonnière en Morvan, 15,5 × 24 cm,
prix : 75 F référence : MD0308

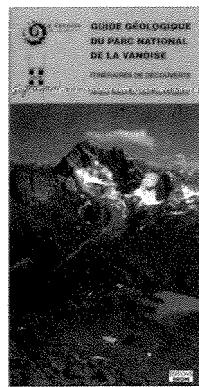
En vente chez votre libraire habituel

ou à défaut aux :

Éditions BRGM - BP 6009 - 45060 Orléans Cedex 2 - France

Tél. 38 64 30 28

Ajouter 40 F de frais de port et d'emballage pour la France et 60 F pour l'étranger.



GUIDE GÉOLOGIQUE DU PARC NATIONAL DE LA VANoise

ITINÉRAIRES DE DÉCOUVERTE

Jacques Debelmas,
Jean-Paul Rampnoux

Par la variété de ses roches, de leur architecture et de leur histoire dont on peut déchiffrer les 300 derniers millions d'années, la Vanoise est un des hauts-lieux de la géologie alpine.

Ce guide décrit 6 itinéraires utilisant d'abord les routes de la Haute-Maurienne et de la Haute-Tarentaise, puis les GR qui pénètrent à l'intérieur du massif. Tous sont illustrés de photos et de dessins qui permettent d'avoir une bonne idée des matériaux rencontrés et de leur structure.

Ils sont naturellement précédés d'une introduction décrivant la succession des roches dans le temps, avec indication des milieux de formation correspondants, puis les déformations qu'elles ont subies lors du plissement alpin à l'œuvre depuis au moins 40 millions d'années.

Enfin, une carte géologique simplifiée à l'échelle du 100 000 (1 cm = 1 km) permet un repérage facile des grands ensembles géologiques.

ISBN : 2-7159-0781-8

Guide géologique du Parc national de la Vanoise, guide et carte géologique en couleurs, 12,5 × 24 cm

prix : 75 F

référence : 000171

de Paris à Avallon, 12 × 22 cm,
prix : 40 F référence : MD0211

de Marseille à Menton, 12 × 22 cm
prix : 40 F référence : MD0213

Parc de Lorraine, 11,5 × 24,5 cm,
prix : 25 F référence : 000135

Parc de Port Cros, 11,5 × 24,5 cm,
prix : 25 F référence : 000108