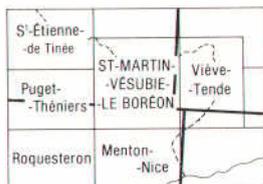




ST-MARTIN- -VÉSUBIE- -LE BORÉON

La carte géologique à 1/50 000
ST-MARTIN-VÉSUBIE-LE BORÉON
est recouverte par les coupures suivantes
de la carte géologique de la France à 1/80 000 :

- au nord-ouest : ST-MARTIN-VÉSUBIE (N° 213)
- au nord-est : SAORGE (N° 213 bis)
- au sud : NICE-PONT-ST-LOUIS (N° 225)



**CARTE
GÉOLOGIQUE
DE LA FRANCE
A 1/50 000**

BUREAU DE
RECHERCHES
GÉOLOGIQUES
ET MINIÈRES

ST-MARTIN- -VÉSUBIE- -LE BORÉON

XXXVII-40-41

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DE LA RECHERCHE
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
Boîte postale 6009 - 45018 Orléans Cédex - France



NOTICE EXPLICATIVE

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	2
<i>CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE</i>	2
<i>PRÉSENTATION DE LA CARTE</i>	2
<i>HISTOIRE GÉOLOGIQUE</i>	3
DESCRIPTION DES TERRAINS	4
<i>TERRAINS CRISTALLINS ET CRISTALLOPHYLLIENS</i>	4
<i>TERRAINS SÉDIMENTAIRES PRIMAIRES</i>	10
<i>TERRAINS SECONDAIRES ET TERTIAIRES</i>	12
<i>TERRAINS QUATERNAIRES ET FORMATIONS SUPERFICIELLES</i>	19
MAGMATISME ET MÉTAMORPHISME	19
VOLCANISME	20
OCCUPATION DU SOL	20
<i>DONNÉES GÉOTECHNIQUES</i>	20
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS	20
<i>HYDROGÉOLOGIE</i>	20
<i>HYDROLOGIE</i>	22
<i>DONNÉES MÉTALLOGÉNIQUES</i>	22
<i>AUTRES SUBSTANCES MINÉRALES</i>	26
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	27
<i>SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES</i>	27
<i>BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE</i>	27
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i>	28
AUTEURS DE LA NOTICE	29

INTRODUCTION

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE

Saint-Martin-Vésubie—Le Boréon à 1/50 000 correspond pour l'essentiel à des levés de A. Faure-Muret. Ceux-ci ont été menés de 1947 à 1956 dans le cadre d'un doctorat ès sciences consacré au massif de l'Argentera-Mercantour et à ses enveloppes sédimentaires. La carte intègre également des levés de P. Fallot et M. Lanteaume. L'ensemble de ces travaux ne concerne que la partie française de la feuille. Sur l'esquisse géologique à 1/100 000 donnée dans sa thèse par A. Faure-Muret, le territoire de la feuille Saint-Martin-Vésubie—Le Boréon se place à l'extrémité sud-est. Les autres feuilles à 1/50 000 intégrées à cette carte de synthèse sont, du Sud au Nord : Puget-Théniers, Saint-Étienne-de-Tinée et Larche.

PRÉSENTATION DE LA CARTE

Il ne serait pas significatif de présenter la feuille Saint-Martin-Vésubie—Le Boréon (département des Alpes-Maritimes, 60 km environ au Nord de Nice) sans l'intégrer à l'ensemble du massif d'Argentera-Mercantour dont elle constitue l'extrémité sud-est.

Ce massif dont la ligne de crête sert de frontière entre la France et l'Italie s'allonge du Nord-Ouest au Sud-Est sur 72 km entre les cols de Pourriac et la « Roca del Abisso ». Cette ligne de crête présente trois groupes de sommets séparés par des cols. Du Nord-Ouest au Sud-Est :

- le groupe de Tenibre (au Nord-Est de Saint-Étienne-de-Tinée) qui atteint 3037 mètres,
- le groupe de l'Argentera culminant en Italie à 3299 mètres,
- le groupe Gelas-Clapier culminant au Gelas 3143 mètres.

Le drainage de la feuille Saint-Martin est le fait de deux torrents principaux coulant du Nord au Sud, en direction de la Méditerranée : au centre la Vésubie, affluent du Var et, à l'Est, presque en dehors de la feuille, la Roya. L'extrémité ouest de la feuille, quant à elle, fait partie du bassin versant de la Tinée affluent du Var comme la Vésubie. Il y a donc trois lignes de partage des eaux approximativement nord-sud. La plus occidentale passe par le mont Tournairet (2087 m). L'autre va du Grand Capelet (2924 m) à la crête de Peïra Cava en passant par l'Auïon—Mille Fourches (1889 m).

La Vésubie reçoit le Boréon, la Madone de Fenestre, la Gardolasque, la Planchette et le Figaret. Le bassin d'alimentation ouest de la Roya comprend Valmasque et Beonia, le Cairos et la Maglia. La Berera rejoint également la Roya mais bien en dehors des limites de la feuille où elle se trouve au centre d'un cirque qui lui semble personnel.

L'altitude des sommets sur la feuille décroît constamment du Nord au Sud entre 1 000 et 1 500 mètres.

Au point de vue géologique la feuille Saint-Martin-Vésubie s'intègre aux Alpes françaises du Sud et permet d'étudier l'envoyage sud-est du massif cristallin d'Argentera-Mercantour sous sa couverture secondaire et tertiaire.

Situé au Sud-Est du Pelvoux, l'Argentera-Mercantour est le plus méridional des « massifs externes » des Alpes. Dans la structure de l'arc alpin, il représenterait toutefois un élément plus interne que celui de Pelvoux. Ce dernier paraît en effet se prolonger au Sud, vers les Maures, par un seuil caché que jalonnent l'affleurement de Remolon et le dôme de Barles. Le massif cristallin de l'Argentera-Mercantour et les terrains primaires qui y sont associés apparaissent par une puissante intumescence du vieux socle au milieu des formations secondaires et tertiaires qui l'entourent.

Dans cette enveloppe sédimentaire on peut distinguer deux ensembles tectoniquement différents :

- un autochtone relatif qui comprend :
 - la couverture sédimentaire du massif ancien. Elle est décalée par rapport à son substratum et a glissé en avant vers l'Ouest, le Sud-Ouest et le Sud en plis disharmoniques complexes ;
 - les chaînes sub-alpines développées plus à l'extérieur par des processus analogues. Les éléments les plus proches en sont l'arc de Castellane et celui de Nice. Localement le socle réapparaît entre Argentera et l'arc de Castellane (dôme permien de Barrot).
- les nappes alpines reposant au Nord-Ouest, au Nord et à l'Est sur la couverture sédimentaire du massif ancien. Tout à fait en dehors du territoire considéré, ces nappes ressortissent à plusieurs ensembles, le mieux défini étant celui des nappes de l'Ubaye-Embrunais.

Morphologiquement, deux pays s'opposent sur le périmètre de la feuille Saint-Martin-Vésubie : la haute chaîne cristalline et le pays sédimentaire.

La haute chaîne correspond au massif même de l'Argentera-Mercantour. Elle est caractérisée par un relief âpre, vigoureux et par l'empreinte qu'y ont laissé les glaciers. Il n'existe pratiquement plus de glaciers sur le versant français qui est très ensoleillé. Celui du Grand Capelet est plutôt un névé permanent sous des amas d'éboulis. Les têtes de vallée ont parfois conservé leur modelé en U (Gordolasque). Les lacs y sont nombreux ainsi que les pentes de roches striées ou polies. Les parties aval des vallées sont profondément encaissées, parfois coupées de cascades, accidentées de verrous glaciaires mais à profil en V caractéristique. Leur pente est très forte.

Le pays sédimentaire offre des formes plus adoucies mais très contrastées en fonction de la nature différente des assises superposées. Coupes arrondies et gorges sauvages s'opposent et soulignent un rajeunissement récent du relief. Le modelé glaciaire y est faible. Les principales crêtes sont charpentées par les calcaires du Jurassique supérieur ou les Grès d'Annot (Tournaret, Aution, Mille Fourches).

L'habitat est à peu près limité au pays sédimentaire.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE

Le premier cycle orogénique, celui de la Valmasque, est très ancien, peut-être antécambrien selon A. Faure-Muret. Il a débuté par la sédimentation d'une épaisse série schisto-gréseuse ensuite plissée selon une orientation nord-sud et migmatisée avec granite d'anatexie. L'érosion intense à laquelle a été soumise cette chaîne ne nous laisse en étudiant que les racines. Sur ce premier socle se sont développées d'autres séries schisto-gréseuses avec lentilles carbonatées et intercalations tuffacées, surtout basiques. Leur plissement, NW-SE, s'est là encore accompagné d'une migmatisation avec mise en place du granite d'Argentera. L'âge limite de ce second cycle serait Carbonifère inférieur.

Les phénomènes d'érosion deviennent ensuite prépondérants alors que se manifeste une tectonique de compression : différents niveaux détritiques, peut-être liés à une sédimentation de fossé, permettent d'en suivre les manifestations successives, sinon de les dater (Poudingue des Bresses, mollièresite, Houiller stéphanien).

Les différentes séries détritiques continentales du Permien se déposent sur une topographie encore très accusée qu'elles fossilisent en partie. L'activité volcanique (émissions acides sub-aériennes dominantes) qui se place à ce niveau connaît des phases d'intense activité séparées par des périodes de rémission relative.

Le Trias, représenté dans toute la feuille, fait suite à une nouvelle phase de plissement et d'érosion. Sa base, détritique, complète l'enfouissement des derniers vestiges de la chaîne hercynienne. Au-dessus, des niveaux variés, carbonatés, argileux et évaporitiques correspondent à l'établissement d'un régime marin parfois confiné.

Les différences de faciès accusées de presque toute la série secondaire de la feuille ne s'expliquent que si l'on admet que la zone sud-est est restée constamment surélevée.

Ce trait paléogéographique permanent s'y manifeste au Lias par des lacunes, probablement d'émersion, au Jurassique moyen et supérieur par des faciès calcaréodolomitiques à Polypiers, par une autre lacune, d'importance variable selon les endroits, du Néocomien, au niveau du Crétacé inférieur et moyen enfin par des faciès glauconieux avec *hard grounds*.

Le domaine nord-ouest présente, à l'opposé, une série à peu près complète, beaucoup plus épaisse avec des faciès de basse énergie, marno-calcaires surtout. Le passage Jurassique-Crétacé n'y montre pas de discontinuité de sédimentation.

Cette limite paléogéographique parfois assimilable à celle du plateau continental a évidemment varié dans l'espace au cours de la période. Sa délimitation exacte est naturellement compliquée par la tectonique. Elle est en tout cas oblique aux dispositions actuelles.

Le domaine considéré s'uniformise au Crétacé supérieur marqué par des dépôts pélagiques carbonatés. La surface supérieure du Crétacé étant une surface d'érosion, on ne sait pas comment s'est effectuée la surrection du secteur. Les indications qui suivent font largement appel à des données régionales. On peut penser que le secteur Saint-Martin-Vésubie s'est exondé dès le Maestrichtien. La ligne de rivage passant alors à l'Est et au Sud-Est (partie orientale du domaine alpin) on doit remarquer que cette surrection correspond, au moins localement, à un changement d'assiette.

L'Éocène inférieur est marqué par une phase de pissement et d'érosion. A partir de l'Éocène moyen se produit un certain affaissement régional qui permet à un bras de mer de s'avancer à partir du Nord. Dans un premier temps, le territoire de la feuille n'est que partiellement intégré au domaine de sédimentation avec un régime laguno-marin et continental (conglomérats, niveaux à *Microcodium* (*), couches à Cérithes). De l'Éocène moyen à l'Éocène supérieur la ligne de rivage se déplace vers l'Ouest. La continuité du mouvement est responsable de l'hétérochronie des trois formations alors déposées (calcaires gréseux à Nummulites, marnes bleues et Grès d'Annot), comme la structuration, en grande partie héritée du secteur, l'est de leurs variations latérales de faciès et d'épaisseur.

La fin de l'Éocène marque le début d'une série de phénomènes plus ou moins liés dont certains se poursuivent durant l'Oligocène : régression marine, surrection de l'Argentera dont l'érosion alimente *pro parte* les Grès d'Annot, décollement de la couverture du massif à la faveur de tous les niveaux disharmoniques mais surtout de ceux du Trias moyen et supérieur. Les plis développés au cours de cette première phase seraient antérieurs à la courbure de l'arc alpin.

La deuxième phase lui est postérieure. Elle est tangentielle, en relation avec le déplacement vers l'Ouest de la plaque insubrienne. La nappe du Flysch à Helminthoïdes aurait buté contre le môle nouvellement apparu de l'Argentera à l'Oligocène, le recouvrant au moins en partie.

Il n'y a que peu d'éléments pour suivre ensuite l'évolution du secteur livré alors à l'érosion et alimentant les masses de conglomérats néogènes.

DESCRIPTION DES TERRAINS

TERRAINS CRISTALLINS ET CRISTALLOPHYLLIENS

Une zone de discontinuité majeure NW-SE (mylonite de la Valletta-Mollières) sépare les deux unités distinctes du massif d'Argentera-Mercantour :

(*) Les *Microcodium* sont actuellement considérés comme marquant la période fin Crétacé-début Tertiaire, avant la transgression de l'Éocène moyen (comm. écrite, A. Faure-Muret, 1975).

- l'unité sud-ouest formée par le complexe de la Tinée,
- l'unité nord-est qui comprend le complexe ancien de Chastillon—Valmasque et le complexe récent de Malinvern—Argentera.

Chacun de ces complexes se subdivise en multiples formations lithologiques dont le détail sera donné par la suite.

Sur la feuille Saint-Martin-Vésubie—Le Boréon, les surfaces relevant de l'unité nord-est sont beaucoup plus importantes que celles de l'unité sud-ouest. Celle-ci sera cependant assez développée pour des raisons de compréhension régionale.

Complexe ancien de Chastillon—Valmasque

Le complexe de Chastillon—Valmasque occupe de vastes surfaces mais n'est guère observable que dans les hautes vallées libérées des glaciers. Il comporte, dans l'angle nord-ouest de la feuille, des embréchites (migmatites des Adus) associées à des gneiss redressés à la verticale (gneiss de Chastillon). Ceux-ci se développent largement vers l'Ouest (feuilles Puget-Thénières et Saint-Étienne-de-Tinée).

Vers l'Est et le Sud, ces séries passent insensiblement aux anatexites de Fenestre où l'on ne retrouve plus que des structures reliques du matériel de départ. Enfin apparaît, dans la haute Gordolasque et la Valmasque, le granite d'anatexite de la Valmasque.

Le complexe a subi une rétomorphose générale, celle-ci étant plus importante à l'Ouest qu'à l'Est. Il est par ailleurs recoupé par des filons de granite à grain fin liés au granite de l'Argentera.

Z_b. Gneiss de Chastillon. Gneiss assez monotones, très régulièrement lités et à structure fine. Le faciès le plus répandu est celui de gneiss à biotite, plus ou moins riche en quartz, renfermant souvent de petits cristaux d'amphibole. Il y a aussi des gneiss tachetés à biotite et sillimanite ou biotite et grenat, des quartzites à grenats, des gneiss à amphibole. On connaît également quelques intercalations de cipolins (C sur la carte) ou d'amphibolites (notées δ) mais elles sont très rares. Cette formation dériverait, par métamorphisme, d'une série monotone de schistes gréseux relativement fins avec localement quelques lits calcareux.

La schistosité cristallophyllienne est parallèle à la stratification. On peut penser qu'il s'agit de plis couchés de style « pennique » qui ont été repris par des plissements ultérieurs de telle manière que le dispositif est aujourd'hui vertical.

M₁γ₁. Embréchites. Migmatites des Adus. (Nord, Nord-Est et Est de Saint-Martin-Vésubie, basses vallées du Boréon et de la Madone de Fenestre). Elles ont, dans l'ensemble, conservé la schistosité cristallophyllienne. Les éléments leucocrates abondants sont disposés en lits plus ou moins épais et réguliers séparés par de minces niveaux phylliteux. En certains points les feldspaths alcalins prennent une structure porphyroblastique. Ils forment des yeux allongés selon la schistosité avec remplissage de quartz et plagioclases aux extrémités. Le faciès est plus amygdalaire qu'œillé.

Les minéraux de ces migmatites ne sont guère reconnaissables par suite d'une rétomorphose accentuée, avec ou sans écrasement : quartz et plagioclases saussuritisés irrégulièrement distribués, tendant à une structure granoblastique ; feldspaths alcalins à peu près toujours albitisés puis séricitisés et tendant à s'insérer entre tous les autres minéraux.

Certaines migmatites écrasées ont largement recristallisé et prennent un aspect d'orthogneiss. La migmatisation est progressive du Nord-Ouest au Sud-Est mais irrégulièrement répartis d'Ouest en Est.

M₂γ₁. Anatexites de Fenestre. Elles s'étendent largement dans l'Est et le Nord-Est de la feuille (hautes vallées du Boréon, de la Madone de Fenestre et de la Gordolasque) sans procurer beaucoup de bons affleurements du fait des recouvrements par les éboulis ou les moraines.

La zone de transition avec la formation précédente est généralement très rapide. Ces

anatexites renferment toute une série d'enclaves, de la lentille de quelques mètres à des masses gigantesques non migmatisées, généralement verticales, allongées suivant les directions variables sur 4 à 5 km avec une largeur de 1 à 2 kilomètres.

Ces vestiges sont trop isolés pour pouvoir être reliés et fournir ainsi une vue de la série avant la migmatisation. Ils se répartissent en deux faciès, respectivement à mica (notés Z'b sur la carte) et à amphibole (notés δ). Il y a également quelques lentilles de cipolins (notés c).

Enclaves à faciès micacé. Assez nombreuses dans les trois hautes vallées, elles y sont d'importance variable. Dans le haut Boréon, elles sont réparties un peu partout mais trop peu étendues pour pouvoir être représentées sur la carte (lac de Besson, las du Tré Colpas). Dans la haute Madone de Fenestre il y en a moins mais les îlots sont plus étendus. Ils sont redressés à la verticale avec une orientation nord-sud. Les trois principaux îlots se localisent au Carré de la Madone de Fenestre, en amont du sanctuaire entre 1 900 et 2 000 m et sur les deux versants du torrent del Ponset, vers 2 050 mètres. Dans la haute Gordolasque, l'enclave la plus importante (4 km Nord-Sud) domine le lac Long à l'Ouest, au pied de la crête Cima Cabret-Mont Colomb.

Il s'agit de gneiss plagioclasiques lités, à grain fin, biotite ou amphibole, tout à fait analogues à ceux de Chastillon. La sillimanite y est cependant rare. Il y a des quartzites (ou gneiss riches en quartz) à biotite et grenat avec intercalation de niveaux à hornblende ou pyroxène. Ces faciès sont peu fréquents dans la série de Chastillon. Les enclaves du vallon du Clapier, enfin, sont assez différentes avec des gneiss plagioclasiques parfois riches en grenats de grande taille.

Une origine sédimentaire est attribuée à l'ensemble de ces enclaves.

Enclaves à amphiboles. De beaucoup plus faibles dimensions que les précédentes, il n'est pas possible de les suivre sur le terrain. Certaines sont associées aux faciès gneissiques qui viennent d'être décrits et représenteraient d'anciens niveaux calcaréomagnésiens. Des amphibolites différentes, massives, plus ou moins feldspathiques avec ou sans pyroxène affleurent dans la haute Madone de Fenestre (vers le Gelas) et la haute Gordolasque épaulement sud de Maledia. Elles semblent avoir conservé une structure ophitique et pourraient correspondre à d'anciens filons basiques. D'après les analyses chimiques, il pourrait s'agir d'anciens gabbros ou basaltes à faible déficit de silice.

Anatexites. Les plus communes sont micacées et dérivent de gneiss plagioclasiques à biotite. Sur le terrain, tous les stades de migmatisation peuvent être suivis :

— *migmatites de transition* : la schistosité de la roche-trame (gneiss fin lité à plagioclase saussurité et rare biotite chloritisée) est conservée. Le matériel leucocrate (agrégats de quartz et de plagioclases) est irrégulièrement réparti en lits ou en amas lenticulaires où peut se réaliser une véritable structure pegmatitique. A un stade plus avancé l'anorthose envahit à son tour la roche et participe largement à la composition des éléments leucocrates visibles.

— *migmatites intermédiaires* : les gneiss plagioclasiques ne forment plus que quelques îlots emballés dans une masse leucocrate abondante (quartz et anorthose dominants). L'ensemble esquisse des mouvements tourbillonnaires et capricieux. Des structures avec plis syn-migmatiques désordonnés sont également possibles.

— *migmatites finales* : le matériel granitique domine définitivement. La roche-trame n'est plus représentée que par des alignements micacés plus ou moins continus (artérites) voire des traînées indécises (nébulites). Le matériel leucocrate est à grain irrégulier. Il peut parfois renfermer de la cordiérite qui se traduit dans la roche par des taches sombres (notation $M_c^2\gamma_1$ de la carte). Sa composition est granitique mais sa structure est celle d'une anatexite. Localement cependant la transformation aboutit à un faciès homogène non orienté. Ainsi se réalise un granite à grain moyen, riche en biotite.

Artérites et nébulites couvrent la plus grande partie de la zone étudiée. Leurs

analyses chimiques indiquent des compositions voisines de celles des *migmatites de transition*. Les faciès leucocrates ont la composition de granites calco-alkalins (type yosémitique).

L'évolution des faciès à amphibole (gneiss ou amphibolites) suit le schéma suivant : la roche est tout d'abord parcourue d'une infinité de filons leucocrates plus ou moins ramifiés (quartz, anorthose et plagioclase). L'envahissement est ensuite plus important avec développement pegmatitique des feldspaths ou de micropegmatites quartz-feldspaths. Le troisième stage correspond à un faciès d'agmatites avec quelques fragments amphiboliques subsistant au milieu du matériel leucocrate.

$\pi\gamma_1$. **Granites liés aux anatexites.** On distingue :

— des granites concordant avec les anatexites (haute vallée de la Madone de Fenestre entre le Gelas et le Saint-Robert). Ils y constituent des bandes verticales. Le faciès granitique semble plus fréquent au bas qu'au haut des crêtes. Il semble par ailleurs se développer au détriment de l'encaissant. Il s'agit d'un granite gris-bleu à muscovite et biotite, anorthose et albite avec quelques petits grenats. L'échantillon analysé indique une composition correspondant au type aplitique d'un granite normal ;

— des granites discordants formant des filons (dyadites). Ce sont en général des granites aplitiques leucocrates à albite ou plagioclases, toujours à muscovite. Les analyses chimiques pratiquées ne montrent pas de différences essentielles avec les granites précédents. On peut penser que ces filons marquent le terme ultime de l'évolution géochimique vers un enrichissement relatif en K_2O à partir des anatexites.

γ_1 . **Granite de la Valmasque ($\gamma_{1\delta}$: à enclaves basiques).** Il n'occupe qu'une très petite partie de la surface étudiée et se développe beaucoup plus sur le versant italien. Il se caractérise par l'abondance des enclaves.

Une coupe est-ouest entre le lac Vert de la Valmasque, le col de la Fous et la cote 2915 permet d'observer la série suivante, de bas en haut :

- 1 - zone à enclaves claires : actinotites à cœur d'actinote et trémolite enchevêtrées et bordure à biotite au contact du granite encaissant.
 - 2 - zone à enclaves mélanocrates généralement arrondies ; hornblende brune dominante et plagioclase séricitisé, biotite, sphènes rares ou occasionnels.
 - 3 - zone à lambeaux d'amphibolites
 - 4 - zone à enclaves mélanocrates généralement anguleuses
- } faciès agmatitiques

Les parties sombres des enclaves correspondent à des hornblendites avec plagioclases rétro-morphosés, sphène, diopside. Les parties leucocrates renferment sphène et diopside dans un feutrage sériciteux provenant de l'altération des plagioclases. Le contact avec le granite peut être progressif ou tranché.

- 5 - zone à enclaves plus claires, généralement calcaires (col de la Fous) : au centre, mélange enchevêtré de calcite, talc, chlorite, trémolite avec des minéraux opaques qui sont de la chromite (18 % de Cr_2O_3 à l'analyse) ; la périphérie est plus claire, fibreuse et onctueuse au toucher (association talc-chlorite-trémolite). La biotite et/ou la hornblende n'apparaissent qu'au contact immédiat du granite.
- 6 - zone à enclaves mélanocrates de pyroxène, plus ou moins arrondies (augite avec une auréole à hornblende et plagioclase).
- 7 - anatexites (à biotite) de Fenestre (cote 2915).

Cette coupe, la plus complète du secteur, est relayée latéralement par des affleurements d'actinotites et de serpentines.

Le tout correspond probablement à un ancien ensemble de roches basiques à ultrabasiques peut-être associé à des dépôts sédimentaires.

Le matériel granitique qui unit les enclaves a la composition constante d'un granite calco-alkalin à biotite ou hornblende. Au voisinage de celle-ci, il peut revêtir un caractère mélanocrate en se chargeant en amphibole.

Le granite de la Valmasque est un granite d'anatexie ainsi que le soulignent son passage progressif aux anatexites de Fenestre, leur similitude de composition chimique,

son aspect hétérogène, les traînées capricieuses des biotites, sa texture fluidale entre les enclaves, le faciès d'agmatites réalisées à son toit.

L'étude des contacts granite/enclaves permet d'affirmer qu'endomorphisme comme diffusion sont faibles.

Ce granite présente cependant un caractère intrusif certain.

Complexe de Malinvern—Argentera

Il s'étend au Nord et à l'Ouest du complexe précédent, du col de la Lombarde (à l'extérieur et au Nord-Ouest de la feuille Saint-Martin-Vésubie) au col du Mercantour.

Il comprend :

- des migmatites de deux sortes : anatexites de Malinvern, hétérogènes et riches en biotite et anatexites de Comba-Grossa, homogènes et holo-leucocrates ;
- un granite (granite de l'Argentera) ;
- des filons divers associés ou non.

On ne connaît que peu ou pas le *point de départ* des anatexites (c'est-à-dire la série migmatisée). Il y a quelques enclaves dans les migmatites (micaschistes ou quartzites à biotite). Au col de la Lombarde la roche-trame est constituée par les migmatites des Adus du complexe précédent qui ont été migmatisées à nouveau après avoir subi une rétro-morphose puis avoir recristallisé.

Ces roches ne sont pas rétro-morphosées mais affectées très localement d'actions pneumatolytiques-hydrothermales tardives ou tout à fait postérieures. La biotite peut être chloritisée mais la transformation s'accompagne de la naissance de cristaux de quartz associés à des sulfures.

M₃γ₂. Anatexites à biotite de Malinvern. Peu développées sur la feuille, elles affleurent au Nord de Boréon, sur la crête frontière autour du Colle di Ciriega et dans la région du granite d'Argentera. Elles y forment de nombreux lambeaux sur les crêtes et marquent le toit du massif.

Leur roche-trame est peu reconnaissable : feuillet micacés à sillimanite avec biotite développée en grandes lames. Dans la région type où elles ont été définies elles peuvent dériver des gneiss de Chastillon, des migmatites des Adus, des bandes allongées d'amphibolites.

L'ensemble est parcouru de pegmatites diffuses à microcline. Les roches sont plissotées, contournées. La matériel leucocrate est dans l'ensemble très irrégulièrement réparti.

La zone d'anatexie est parfois marquée par des lentilles uniquement formées de biotite ou de tourmaline. Les anatexites de Malinvern témoignent de mouvements contemporains de la migmatisation.

M₂γ₂. Anatexites de Comba-Grossa. Définies à l'extérieur du cadre, elles seraient représentées au Sud-Est du massif de l'Argentera dans la zone du mont Pelago. Elles se fondent vers le Sud-Est dans les migmatites de Fenestre sans démarcation possible (relations palingénétiques ?). Ces anatexites holo-leucocrates présentent un type particulier. Elles ont acquis la composition d'un granite dont les éléments sont encore alignés ne formant qu'en certains endroits des traînées capricieuses.

Elles contiennent des enclaves d'anatexites du Malinvern, de micaschistes à biotite et sillimanite, de quartzites, de gneiss de Chastillon (dans la vallée de Mollières, Sud de la feuille seulement).

Leur composition moyenne serait celle d'un granite alcalin potassique. Les anatexites de Comba-Grossa se sont individualisées aux dépens de celles du Malinvern ; elles ont été écrasées et ont recristallisé durant la migmatisation. Elles sont alignées : en particulier, les phénocristaux de microcline tardif sont nettement orientés suivant l'allongement des migmatites. Elles sont donc syntectoniques.

γ₂. Granite de l'Argentera. Granite leucocrate, très homogène, son gisement évoque

par sa forme un batholite au milieu des migmatites. Ses principaux éléments sont : quartz parfois automorphes, microcline et albite ou albite—oligoclase, biotite toujours présente mais rare. La texture est en général à gros grain, rarement porphyroïde. Ce granite est presque toujours légèrement écrasé.

Les analyses chimiques révèlent, pour le granite de l'Argentera, un caractère alcalin sodique holo-leucocrate. Il est donc très différent du granite de la Valmasque (calco-sodique et plus riche en K_2O).

Faciès de bordure :

- granite à grains fins à muscovite et grenat de composition monzonitique (contamination due à la roche encaissante).
- microgranite (γ_2) à quartz automorphe, avec des phénocristaux de microcline et plus rarement d'albite, structure micropegmatitique.

Le granite de l'Argentera recoupe toutes les anatexites et apparaît comme le terme ultime de la migmatisation (*). Sa mise en place est post-tectonique.

Filons divers accompagnant anatexites et granite de l'Argentera : il y a diverses sortes de filons mais, sur la carte, seuls ceux d'aplite ont été individualisés (notation $\pi\gamma_2$). Signalons pour mémoire :

- filons de granite à plagioclase (An_{20-25}), microcline et biotite : ce sont des granites holo-leucocrates monzonitiques un peu antérieurs au granite de l'Argentera.
- filons de granite à albite, microcline, muscovite, biotite accessoire : moins fréquents que les précédents, ils ne s'observent qu'au voisinage du granite de l'Argentera. Ils ne recoupent que rarement les anatexites de Comba-Grossa et jamais le granite. Ils semblent faire partie de la même venue que lui. On leur assimile les filons recoupant le complexe de Chastillon—Valmasque au Sud, à l'Ouest et à l'Est du granite principal.

$\pi\gamma_2$. **Aplites.** Elles constitueraient la dernière manifestation acide. Elles sont peu nombreuses et recoupent le granite de l'Argentera. Le microcline est abondant, la muscovite rare. Il y a quelques grenats. Par rapport au granite leur composition ne présente que de faibles différences (plus de SiO_2 et de K_2O).

X. **Lamprophyres.** Peu nombreux mais recoupant n'importe quelle formation, ils forment des filons verticaux, peu importants en général (épaisseur métrique) mais pouvant atteindre 5 à 10 mètres (région de la Besson). La composition constante de ces roches les rattache aux spessartites. Elles ont subi une altération générale, attribuable à des manifestations hydrothermales ayant suivi immédiatement la mise en place des filons.

Complexe de la Tinée

Le complexe de la Tinée forme une bande large de 10 à 15 km allongée sur 40 à 45 km et se divise en trois séries elles-mêmes subdivisées en formations : séries de Varelios, d'Anelle et de Rabuons. Cette dernière est la seule représentée sur le territoire de la feuille Saint-Martin-Vésubie encore que ses affleurements ne constituent qu'une très faible partie de l'ensemble.

Zæ γ . **Migmatites alcalines. Série de Rabuons.** Elle est migmatitique, constituée de gneiss œillés, à feldspaths potassiques et n'a subi qu'une très faible métasomatose. Il s'agit d'un ensemble très monotone avec des alternances d'horizons à grain fin, riches en quartz, et de niveaux plus micacés à grain moyen. Quelques niveaux d'amphibolites, en bancs ou en lentilles y sont intercalés. L'ensemble évoque la transformation d'une série schisteuse et schisto-gréseuse avec quelques niveaux de calcaires impurs voire d'éléments éruptifs basiques.

(*) En fait, il s'agirait d'un granite circonscrit ainsi que le confirme la découverte d'enclaves microgrenues plagioclasiques (M. Boucarut, 1969).

Relation entre les trois complexes. Chronologie proposée

La direction dominante des plissements (N-S pour le complexe de la Valmasque, NW-SE pour celui de l'Argentera) et les rapports de la tectonique et de la migmatisation (migmatisation postérieure à l'essentiel des plissements pour le complexe de la Valmasque, migmatisation effectuée durant, et peut-être avant, le plissement dans le cas du complexe de l'Argentera) conduisent à envisager l'hypothèse de deux cycles indépendants qui se seraient succédés dans le temps.

Le cycle de la Valmasque serait antécambrien, celui de l'Argentera hercynien (anté-westphalien) (*).

Les complexes de la Tinée et de l'Argentera seraient analogues mais correspondraient à des domaines différents.

TERRAINS SÉDIMENTAIRES PRIMAIRES

Poudingue des Bresses

h?. **Poudingue du lac des Bresses.** Formation étroitement localisée au Nord-Est du territoire de la feuille, affleurant sur 500 mètres de long et 20 de large, limitée à une zone de mylonite (mylonite de Frenamorta) dans le granite de l'Argentera.

La mylonite d'orientation moyenne est-ouest déborde largement la zone d'affleurement du poudingue puisqu'elle atteint 45 km. Elle n'affecte pas la couverture secondaire du massif d'Argentera.

Le poudingue n'est pas métamorphisé. Il renferme des galets variés (granite à amphiboles, quartz, apélite, granite à muscovite à grain fin, etc.). Il est associé à des arkoses. Sa disposition au milieu de gneiss et de granites écrasés pourrait correspondre au fond pincé d'un synclinal.

Mollièresite

hm. « **Mollièresite** ». **Conglomérats et grès.** Elle n'occupe sur la feuille Saint-Martin-Vésubie que des surfaces peu importantes (Nord de Saint-Martin et Nord-Est d'Antuebis). La formation débute par un conglomérat à éléments roulés ou anguleux de taille variable, jusqu'à 0,40 m de diamètre. On reconnaît des amphibolites, des gneiss divers, granites à grain fin, des quartz de différentes teintes et des quartzites. Un galet de mylonite y a été trouvé. Le ciment est arkosique. Les autres roches sont des arkoses, des grès micacés, des schistes noirs. Les différents terrains de la mollièresite présentent de grandes variations de répartition comme de puissance. La présence de débris végétaux permet d'attribuer cet ensemble au Westphalien D et au Stéphanien inférieur.

Cet ensemble disparaît sous les terrains permien et triasiques transgressifs. Ces roches sont souvent très écrasées. Leur disposition tectonique correspond à des synclinaux complexes écaillés, laminés voire chevauchés par les gneiss encaissants.

Stéphanien

hs. **Conglomérats, grès, schistes noirs.** Les affleurements assez limités, en longues bandes orientées NW-SE entre les vallées de la Madone de Fenestre et la Gordolasque (Est de Saint-Martin-Vésubie), correspondent à des fonds de synclinaux dissymétriques remplissés et violemment écrasés. Coupe SW-NE, de la cime de Montjoya à celle de la Valette de Prals :

(*) Ces deux cycles pourraient être antécambriens (comm. écrite, A. Faure-Muret, 1975).

- 1 - conglomérats à galets de gneiss et de quartz et grès micacés, discordants sur les migmatites : 15 mètres.
- 2 - grès grossiers : 7 à 8 mètres.
- 3 - schistes noirs et grès noirs micacés avec niveau à plantes vers la base : 15 à 18 mètres.
- 4 - grès durs à patine rousse : 10 à 12 mètres.
- 5 - grès noirs à passées schisteuses noires : 8 à 10 mètres.
- 6 - schistes noirs carbonés avec écailles de Ganoïdes : 0,20 mètre.
- 7 - grès noirs et schistes noirs stériles avec passées de grès roux : 10 mètres.
- 8 - grès roux passant à des grès arkosiques blancs : 4 à 5 mètres.
- 9 - grès blancs très grossiers à petits galets de quartz blanc avec lits psammitiques. Ce niveau dessine un synclinal : 9 à 10 mètres.
- 10 - grès du niveau 8.
- 11 - grès et schistes du niveau 7.
- 12 - schistes verts du Permien.

Le Stéphanien a fourni deux gisements fossilifères : celui du cirque de Férisson et celui du col de Montjoya. En dépit des indications stratigraphiques légèrement discordantes, il semble que leur âge commun soit stéphanien moyen (assise de Saint-Étienne).

Permien

Les sédiments du Permien occupent d'importantes surfaces au Sud-Est de la feuille (vallée de la Gordolasque et de la Béonia) ainsi qu'en dehors de celle-ci, à l'Ouest (Saint-Sauveur-de-Tinée) et au Sud-Ouest (dôme de Barrot). Ils atteignent des épaisseurs importantes, de l'ordre de 3 à 4 000 mètres, et se subdivisent en plusieurs unités lithostratigraphiques à fortes variations latérales, d'épaisseur surtout. L'influence de mouvements tectoniques avec volcanisme associé y est manifeste, avant, pendant comme après la sédimentation. La série permienne a été plissée avant le Trias et montre actuellement des plis avec schistosité de plan axial.

Ces roches n'ont pas fourni de fossiles. Elles sont postérieures au Stéphanien moyen qu'elles recouvrent en discordance et antérieures au Trias qui les recouvre de même. On peut mettre cet ensemble en parallèle avec les phases saalique et palatine de Stille qui l'encadreraient (âge saxonien ?). Sans entrer dans le détail, quelques coupes locales permettent de le définir :

Zone du Grand Capelet—Bego, de bas en haut :

- 1 - série détritique rouge et blanche de l'Inferno : 0 à 700 mètres.
- 2 - série des Meraviglie, schisteuse, verte puis rouge : 0 à 500 mètres. Cette série s'effiloche puis disparaît vers le mont Bego.
- 3 - série gréseuse du Bego : 400 à 650 mètres. Elle peut reposer directement sur le socle.

Région de la cime du Diable, de bas en haut (les chiffres correspondent à la coupe précédente) :

- 1 - série détritique et blanche : 600 m et plus.
- 3 - série arkosique blanche : 600 à 1 000 mètres.
- 4 - série de Capeiroto, schistes et pelites rouges : 1 200 à 2 000 mètres.

Vers l'Ouest (basse vallée de la Gordolasque), le Permien est représenté par des arkoses avec passées conglomératiques à éléments colossaux de gneiss (cascade du Pont-du-Roi) probablement équivalentes de la série 3 mais peut-être aussi de la 1.

Dans le torrent de Spailard il correspond à quelques mètres seulement de schistes rouges analogues à ceux de la série 2.

Vers Saint-Martin-Vésubie, un peu de sédiment permien est coïncé entre gneiss et Trias : parfois des schistes rouges, parfois aussi des grès à galets de roches éruptives.

Vers Saint-Sauveur-sur-Tinée, on voit réapparaître deux séries, des grès arkosiques analogues à ceux du Bego et, au-dessus, des schistes rouges comme ceux de Capeiroto.

La série permienne de Barrot est constituée par plus de 1 000 mètres de schistes rouges dont on ne connaît ni la base ni le sommet. Ils présentent des *ripple marks*, des *mud cracks* et des empreintes de gouttes de pluie.

On y connaît des niveaux de ponces volcaniques et des calcaires oolithiques bleutés.

r1. Série de l'Inferno. Conglomérats, arkoses et pélites. Sa base est variable : conglomérats à stratifications entrecroisées à éléments volcaniques (rhyolites, dacites, andésites) dominants et ciment calcaire, calcaires phylliteux voire coulées volcaniques.

La formation se poursuit par des alternances conglomérats—grès arkosiques—schistes rouges. Sa granulométrie moyenne se déplaçant vers les fines au cours du temps. Les matériaux ont une origine mixte (socle et volcanisme). La dernière est prédominante, les niveaux les plus fins étant en partie au moins tuffacés. Ils présentent en outre des nodules calcaréo-dolomitiques sans structure organique. Cette première formation apparaît comme une série de comblement, autour de reliefs accusés (Teto Novo dans la vallée de la Miniera), contemporaine d'une importante activité volcanique, sous climat tropical humide à fortes précipitations saisonnières.

r2. Formations de Meraviglie. Pélites vertes et schistes violets. Finement litée, elle correspond à une succession de séquences à éléments détritiques fins puis à éléments phylliteux dominants. Des éléments volcaniques (cendres et verres) y ont également été décelés ainsi que des concrétions calcaréo-dolomitiques. Elle se présente comme une formation sous-aquatique déposée dans un cadre topographique peu différent quoique plus adouci que la formation précédente.

r3. Formation du Bego. Grès et arkoses. Beaucoup plus développée latéralement que les précédentes, elle correspond à l'enfouissement de presque tous les reliefs. Elle est essentiellement arkosique avec des faciès assez analogues à ceux de la série r1. Son alimentation se fait presque entièrement à partir du socle et à son niveau l'activité volcanique est faible ou nulle.

r4. Formation de Capeirotto. Pélites rouges. Assez analogue à celle des Meraviglie (r2) : activité volcanique intense mais lointaine se traduisant par l'abondance de cendres, granulométrie fine dans l'ensemble, climat rubéfiant. Cette série semble déborder à son tour largement les précédentes et s'être étendue sur une région presque complètement dérivée de reliefs.

TERRAINS SECONDAIRES ET TERTIAIRES

Trias

Largement représenté dans le cadre de la feuille, sa stratigraphie est difficile en raison de la rareté des fossiles et des dislocations tectoniques qui l'affectent. Il repose indifféremment sur le socle cristallin ou sur le Permien plissé et érodé.

Le Trias comprend trois termes :

- Trias inférieur (Werfénien) : 0 à 200 m de grès puis de pélites.
- Trias moyen (ou Cagneules inférieures) : 0 à 300 mètres de dolomies, calcaires en plaquettes, cagneules,...
- Trias supérieur (ou Cagneules supérieures) : cagneules et grandes masses de gypse.

Ces trois unités majeures jouent des rôles tectoniques très différents. La base du Trias est restée solidaire, avec le Permien, du socle et constitue le « tégument » de M. Gignoux. Le décollement généralisé de la couverture du massif d'Argentera introduit de grandes complications dans l'étude stratigraphique du Trias moyen et supérieur. Le sommet seul du Trias, relativement solidaire du Lias, peut être assez bien suivi.

t1a. Werfénien inférieur. Grès et quartzites. Il présente une grande constance de faciès avec de très fortes variations d'épaisseur (0 à 100 m). Ceci est dû aux

irrégularités de la topographie sur laquelle il est transgressif. Les lacunes peuvent être totales ou partielles. On distingue, sur Saint-Martin-Vésubie, trois « zones hautes » : des environs de Saint-Martin à ceux du Belvédère, de la Corne de Bouc aux environs de la mine de Vallauria, au Nord-Est de la cime de Paracuerta.

La séquence complète comprend, de bas en haut :

- grès plus ou moins grossiers, à quartz rose, avec passées conglomératiques,
- grès blancs à stratifications entrecroisées,
- grès mouchetés de limonite avec quelques intercalations de plaquettes calcaréo-dolomitiques.

t_{1b}. **Werfénien supérieur. Pélites.** 15 à 20 mètres de pélites rouges ou vertes avec de petits bancs de grès fins. Les figures sédimentaires observées comprennent *ripple marks* et *mud craks*. Le niveau a une bonne constance latérale ; la transition avec le niveau précédent est progressive.

t_{2a}. **Cargneules inférieures.** Niveau disloqué d'épaisseur des plus variables (laminages ou bourrages tectoniques), azoïque. Le faciès *cargneule* peut ne pas avoir de signification sédimentaire et dériver par dissolution de brèches tectoniques à gypse ou anhydrite. Quand on peut l'observer, le passage avec le niveau précédent est progressif : augmentation de l'importance des intercalations calcaréo-dolomitiques au sein des pélites, passage à des calcaires dolomitiques lités avec interlits de schistes sériciteux verts puis à des cargneules jaunes. L'horizon t_{2a} renferme d'importantes masses de gypse (t_G) dont on ne peut savoir si elles sont interstratifiées ou si elles ont migré à partir d'autres niveaux.

t_{2b}. **Trias moyen dolomitique et calcaire** (0 à 300 m). Essentiellement constitué de calcaires et de dolomies rapportés au Muschelkalk au Nord du dôme de Barrot (faune à *Myophoria goldfussi*, *Hoernesia socialis*, *Coenothyris vulgaris*). Dans l'Ouest du territoire de la feuille, les calcaires et les dolomies sont azoïques ; à l'Est de Saint-Martin, les roches admettent des intercalations de niveaux siliceux. Dans l'Est de la feuille (val de Cairós, secteur de la Miniera), les faciès se rapprochent du type briançonnais : dolomitisation fréquente des niveaux, présence d'Algues et de Polypiers. Les Foraminifères recueillis comprennent : *Placopilina*, *Textilaria*.

t_{3a}. **Cargneules supérieures** : niveau très variable latéralement et très tectonisé.

Les principaux faciès représentés sont des dolomies en bancs de 1 à 2 mètres et des cargneules. Des intercalations gypseuses (t_G) associées à des marnes noires peuvent constituer des amas considérables et sont irrégulièrement réparties. Dans la vallée de la Vésubie, des grès fins gris (t_{3ag}) et des schistes noirs à niveaux charbonneux (t_{3ah}) se localisent au-dessus des ensembles à gypse et cargneules.

t_{3b}. **Trias supérieur et Infralias pro parte. Marnes bariolées** (20 m). Un niveau d'argiles bariolées, surtout représenté dans la zone de Saint-Étienne-de-Tinée, pourrait être l'équivalent latéral *pro parte* des schistes et grès du sommet du niveau précédent.

Jurassique

La région couverte par la feuille Saint-Martin correspond à une importante zone de passage de faciès : le Jurassique bien développé à l'Ouest de la Tinée (faciès marneux et calcaires dauphinois) se réduit considérablement en bordure du massif d'Argentera-Mercantour. A partir de la Vésubie, il devient entièrement calcaire et dolomitique (faciès provençaux) sans subdivision possible. D'importantes lacunes sont possibles.

1. **Rhétien. Calcaires dolomitiques en plaquettes.** Zone de Valdeblore (Nord-Ouest de la feuille) :

- coupe du mont Raja (feuille Puget-Théniers) : le Rhétien y est représenté sur 4 à 5 mètres par des alternances de calcaires lumachelliques à patine ocre et de schistes

noirs en bancs de 2 à 40 centimètres. Il repose sur le Trias supérieur (grès gris et schistes noirs à empreintes végétales et niveaux charbonneux). Le Rhétien est daté par *Avicula contorta*. Il a également fourni des Pectens et des Lingules indéterminables.

— coupe de la route Valdeblorre, vallée de la Tinée (feuille Puget-Théniers). Le Rhétien présente le même faciès mais son épaisseur est de 15 à 20 mètres.

A l'Est de la Vésubie, le Rhétien n'a pas été identifié avec certitude. On peut probablement lui rapporter la lumachelle écrasée associée aux cargneules de la Causega (Nord du vallon de Cairos) ainsi qu'une partie des calcaires sombres du plateau de la Nemca (Nord-Ouest de Foutan).

l2-3. **Hettangien-Sinémurien. Calcaires lités en plaquettes et calcaires massifs.** Coupe du mont Raja, de bas en haut :

- calcaires en plaquettes parfois dolomitiques, à Bivalves et Gastéropodes, et argiles vertes plus ou moins sableuses,
- calcaires massifs sans fossiles,
- calcaires à *Lyogryphea arcuata*,
- oolithe ferrugineuse (peut-être déjà du Lias moyen).

L'ensemble atteint une épaisseur de l'ordre de 10 mètres et se réduit rapidement vers l'Est. Sur la route de Saint-Martin-Vésubie à Venanson on n'observe plus que quelques mètres de calcaires à Gryphées.

l4-6. **Lias moyen à supérieur. Marno-calcaires.** Coupe du mont Raja, de bas en haut :

- 8 à 10 m : calcaires roux lités en bancs de 0,50 m débris d'*Harporceras*,
- 0,20 m : oolithe ferrugineuse,
- 2 m : calcaires lités roux,
- 20 à 45 m : calcaires bleus bioclastiques ou à grain fin.

On observe la même réduction d'épaisseur en direction de Saint-Martin que pour le niveau précédent.

Sur la route de Venanson affleurent encore des calcaires roux à fines entroques et des calcaires bleus lités mais l'épaisseur totale du Lias n'y est plus que de 10 à 15 mètres.

Le Lias n'est plus caractérisé à partir du vallon de Cairos. La coupe du mont Ciagol montre la série jurassique débutant par des conglomérats à galets de Trias (Bathonien-Callovien ?).

l. **Lias calcaire indéterminé** : versant occidental de la vallée de la Vésubie.

j1-2. **Bajocien-Bathonien. Calcaires lités à *Cancellophycus* et *Cadomites***, 40 ou 50 mètres entre Saint-Martin et Venanson, non identifiables avec certitude, ensuite, vers l'Est de la feuille.

Jurassique supérieur. Au niveau du Jurassique supérieur, les formations situées dans le territoire de la feuille Saint-Martin sont le siège d'importantes variations de faciès, les lignes isopiques étant SW-NE, perpendiculaires à l'allongement des affleurements. L'ensemble est relativement peu fossilifère et tous les étages ne sont pas identifiés avec certitude. Au Sud-Est de Venanson, le Jurassique est à faciès provençal, calcaire et dolomitique, à Polypiers. L'ensemble se poursuit sous le même faciès vers le Sud où son épaisseur augmente notablement.

Au Nord-Ouest, on observe un faciès intermédiaire passant, en dehors de la feuille, à la hauteur de Saint-Sauveur, au faciès dauphinois, beaucoup plus épais avec des marnes puis des marno-calcaires et se terminant par la barre de calcaires fins du Tithonique.

j3-5. **Argovien (*) et Callovo-Oxfordien. Marno-calcaires et calcaires grumeleux. Faciès intermédiaire** à l'extrémité nord-ouest du territoire de la feuille, de bas en haut :
1 - calcaires marneux esquilleux : 0 à 30 m.

(*) Terme utilisé par Souci d'homogénéité avec les cartes voisines.

2 - calcaires grumeleux avec de minces lits marno-calcaires verdâtres glauconieux, 30 à 50 m.

La partie supérieure du niveau 2 a fourni une faune *argovienne*, et la base, très localement, du Callovien. Vers le Sud-Est, le niveau peut se réduire ou manquer.

Nord de Venanson. Les calcaires grumeleux n'y sont pas représentés. La série est réduite à 90-100 m de calcaires marneux en petits bancs, à débit esquilleux (analogues au niveau 1 précédent ?).

Faciès provençal. Au Sud, dès le Castel Viel le niveau 1 disparaît totalement. La série devient entièrement calcaire avec d'importantes intercalations dolomitiques. L'*Argovien* semble cependant y être représenté par des niveaux noduleux à glauconie.

Vallon de Graus :

1 - dolomies blanches plus ou moins pulvérulentes.

2 - calcaires lités à silex noirs. Ces calcaires ont fourni deux *Perisphinctes* d'affinités *argoviennes*. Le niveau 1 disparaissant vers l'Est, en tête du ravin de Graus, les calcaires 2 reposent directement sur le Trias (lacune du Lias et du Dogger).

j6-9. « Lusitanien ». Calcaires ou calcaires dolomitiques. Il est représenté au Nord-Ouest de la feuille par 100 à 250 m de calcaires lités en gros bancs avec silex et Polypiers à leur partie supérieure. Le même faciès se retrouve au Nord de Venanson mais avec une plus faible épaisseur (80 à 100 m).

Au Sud de Castel Viel, les faciès à Polypiers semblent se développer plus tôt, dès la base du Rauracien. Dans le vallon de Graus, des dolomies sont associées à des calcaires bioclastiques à Rudistes, Nérinées, Polypiers.

j. Jurassique indéterminé complet ou non : Est et Sud-Est de la feuille, plus ou moins dolomitisé et tectonisé.

Crétacé

Le territoire de la feuille Saint-Martin est le siège d'importantes variations de faciès du Crétacé inférieur et moyen, un peu analogues à celles décrites au niveau du Jurassique. On distingue un domaine nord-ouest à sédimentation épaisse et continue, à dominante marneuse ou calcaréo-marneuse et un domaine sud-est marqué par une sédimentation beaucoup plus réduite lacunaire, carbonatée glauconieuse avec *hard ground*. La réduction d'épaisseur est très rapide et la zone où elle s'observe peut être assimilée à la limite d'un plateau continental. La fin de la période, par contre, correspond à une uniformisation des faciès à caractère pélagique affiné.

n1-4. Néocomien-Barrémien. Zone de Venanson—Valdehlore (NW). La succession type comprend, au-dessus des calcaires massifs du Tithonique :

— calcaires lités et intercalations marneuses de 10 à 20 m en moyenne. Les marnes, sans microfaune caractéristique, ont fourni *Bochianites neocomiensis* d'Orb., *Holcostephanus* sp. et les calcaires, *Aptychus seranonis* Coq., *A. mortilleri* de Lor. et *Duvalia lata* d'Orb. ;

— puis, sur environ 150 m, des marno-calcaires dont la base a fourni localement : *Neocomites neocomiensis*, *Leopoldia* cf. *provincialis* et *Holcostephanus ventricosus* (Valanginien supérieur—Hauterivien inférieur) ;

— calcaires lités durs se terminant localement par un banc glauconieux (Barrémien ?).

L'ensemble atteint une épaisseur totale de 250 à 300 mètres. Les coupes suivantes montrent le passage à des faciès principalement carbonatés s'accompagnant d'une diminution d'épaisseur très importante. Ces variations, très rapides, se font pratiquement en 2 kilomètres, des Granges de Gaton (NE de Maluna) à la crête de la Villette—Castel Viel (N.NW de Roquebillière).

Coupe de la Villette—Castel Viel, de bas en haut :

1 - calcaires lités à silex blonds reposant sur les calcaires massifs du Jurassique supérieur,

- 2 - calcaires argileux en petits bancs (5 à 10 m),
- 3 - calcaire un peu glauconieux à Bélemnites (0,50 à 1 m),
- 4 - banc calcaire à glauconie altérée se terminant par un *hard ground* à débris d'Ammonites (0,50 à 2 m),
- 5 - marno-calcaires noirs, glauconieux à la base.

Les niveaux 1 et 2 sont probablement crétacés, mais non datés. Le niveau 4 est barrémien avec une faune abondante à *Pulchellia*, *Holcodiscus*, *Desmoceras*.

Si la succession 1—3 n'offre pas d'indice de lacune on ne peut cependant pas affirmer, vue sa très faible épaisseur, que la sédimentation du Néocomien ait été continue. Ce faciès réduit se poursuit sur toute la bordure sud du massif d'Argentera à Mercantour avec quelques variations locales.

Coupe de La Bollène-Vésubie :

- 1 - calcaires glauconieux sombres à débris d'Ammonites siliceuses reposant sur le Jurassique supérieur corrodé. Les Ammonites sont remaniées, très mal conservées. *Neocomites neocomiensis*, *Thurmannites salentina*, *Holcostephanus filosa* et *H. sayni* permettraient de fixer un âge Valanginien supérieur—Hauterivien au niveau. Il y aurait lacune du Valanginien inférieur,
- 2 - marno-calcaires : 5 à 10 mètres,
- 3 - calcaires glauconieux au sommet, 15 à 20 mètres,
- 4 - calcaires glauconieux à débris d'Ammonites, débris phosphatés au sommet se terminant par un *hard ground*, 1,50 m (Barrémien).

Vers l'Est le niveau 1 disparaît et l'ensemble n'atteint plus que 25 mètres. Au Nord du vallon de Graus, la coupe est identique mais encore plus réduite (10 à 15 m) et la surface supérieure du Jurassique est également corrodée. Dans le vallon de Cairos, enfin, le Crétacé inférieur très réduit tectoniquement n'est guère identifiable que grâce à son niveau barrémien à débris d'Ammonites.

n5-c1. Aptien (?) - Albién. Marnes noires. Très peu fossilifères, représentées de l'extrémité nord-ouest de la feuille à la forêt de Maluna (région de Venanson), elles passent très progressivement au Cénomanién par augmentation des bancs calcaires intercalés. L'ensemble atteindrait 100 à 150 m en tout.

n6-c1a. Gargasien-Albién (pro parte). Marnes noires. Dès la région de Roquebillière le niveau précédent diminue considérablement d'épaisseur avec lacune du Bédoulien et peut-être de tout l'Aptien.

Les marnes noires et marno-calcaires reposent sur le *hard ground* barrémien et n'atteignent que 10 à 15 m d'épaisseur.

c1b. Albién (pro parte) - Vraconien. Faciès glauconieux dit des « grès verts ». 15 à 20 m de calcaires noduleux grés-glauconieux en bancs de 0,40 m séparés par des lits marneux. Ils sont directement superposés au niveau précédent dans la région de Roquebillière et partiellement équivalents du sommet des marnes n5-c1.

Le niveau est caractérisé à sa partie supérieure par des empreintes de grandes Ammonites, probablement du groupe des *Pervinquieria*. Le microfaciès est caractérisé par un feutrage de spicules de Spongiaires, des nodules phosphatés, de petites concrétions siliceuses noires.

n6-c1. Albién (?). Faciès des « grès verts » sans marnes noires gargasiennes. Formation développée vers le Sud-Est de la feuille à partir d'une ligne Mont-Pela—La Bollène-Vésubie, après disparition des marnes noires n6-c1a. Il s'agit de calcaires grés-glauconieux représentant le même faciès que le niveau c1b. Ils atteignent une trentaine de mètres. Dans le vallon de Cairos, le niveau se réduit à quelques mètres. Il repose sur le *hard ground* barrémien soit directement, soit par l'intermédiaire de quelques mètres de marno-calcaires sans fossiles.

c2-3a. Cénomanién-Turonien (pro parte). Marnes noires et marno-calcaires. Dans le Nord-Ouest de la feuille, il n'y a pas de discontinuité entre les niveaux c2-3a et n5-c1. Le

passage au Cénomaniens est marqué par une microfaune à *Globotruncana appennica*. Le niveau est représenté à Roquebillière, au-dessus des calcaires glauconieux C1b, avec la même microfaune mais n'y atteint que 15 à 20 mètres. Dans l'Est de la feuille des marno-calcaires sont également représentés dans la même position. Trop tectonisés et trop peu distincts des couches qui les surmontent pour que l'on puisse les assimiler avec certitude au niveau C2-3a, ils ont été groupés dans l'ensemble C2-7.

C3b-7. Turonien (*pro parte*)—Sénonien et C2-7. (Est de la feuille) Cénomaniens-Turonien-Sénonien. Série épaisse et monotone de calcaires un peu marneux, clairs, peu fossilifères.

Macrofaune : Inocerames et *Baculites* du groupe *vertebralis*,

Microfaune : rares *Globotruncana cf. linnei*.

Poudingue à *Microcodium*

CP. Poudingue à *Microcodium* (Éocène moyen ?). Formation discontinue, représentée dans le Nord des massifs du Tournaiet et de l'Aution avec une épaisseur variable (jusqu'à 20 mètres).

La coupe classique comprend, au-dessus des micrites du Crétacé supérieur :

— un niveau de conglomérats très grossiers à galets hétérométriques et anguleux (calcaires du Crétacé supérieur, silex, quartz). Le ciment est calcaire, argileux et silteux. Il renferme une microfaune remaniée du Crétacé supérieur et des *Microcodium*, en débris, masses et parfois en encroûtements ;

— des calcaires argilo-silteux ou des marnes à *Microcodium* avec lentilles conglomératiques parfois très grossières. Les silicifications sont fréquentes. Une discordance angulaire de l'ordre de 5 à 6 degrés a été signalée entre Formation à *Microcodium* et Crétacé supérieur dans le massif des Quatre-Cantons à l'Ouest de la feuille (R. Campredon). Une microfaune remaniée du Crétacé supérieur y est associée à une faune abondante de Pulmonés terrestres de l'Éocène moyen.

Le contact du niveau avec le Crétacé supérieur n'est pas toujours aussi net d'autant plus que les marnes à *Microcodium* correspondent parfois à une resédimentation du Crétacé. Cependant des études régionales montrent que la Formation à *Microcodium* recouvre une surface d'érosion pouvant atteindre le Trias. La partie supérieure de la formation est le plus souvent ravinée par les niveaux suivants ; la nature des *Microcodium* a fait l'objet de nombreuses hypothèses (cristallisation inorganique, Algues et, actuellement, Bactéries).

Série marine nummulitique

Elle comprend trois termes classiques, de bas en haut :

e5-6. Calcaires gréseux à Nummulites

e6-7. Priabonien. Marnes bleues ou marno-calcaires

g, Fl. Grès d'Annot et flysch noir

Ces niveaux connaissent une grande extension régionale avec de fortes variations de puissance comme de faciès.

Les calcaires de base atteignent une épaisseur de l'ordre de 100 m dans l'angle sud-est du territoire de la feuille. On y distingue, de bas en haut :

— un ensemble massif (40 m) de calcaires sableux à quartz hétérométriques renfermant *Nummulites perforatus*, *N. brongniarti* et *N. striatus* à la base puis *N. millecaput*.

— des calcaires sableux fins en bancs métriques (plus de 15 m) à Nummulites rares (*N. striatus*), Lamellibranches, Gastéropodes et Polypiers abondants.

— un ensemble massif (plus de 30 m) de calcaires sableux à quartz isométrique de petite taille : *Nummulites variolaris*, *N. millecaput*, *N. striatus* et *N. complanatus*.

Le premier terme de la formation montre latéralement des intercalations de calcaires micritiques à Cibicides et Ostracodes avec empreintes de *Tympanotomus* cf. *diaboli* qui témoignent d'influences saumâtres.

Dans le synclinal de Peïra Cava, ces calcaires de base atteignent 40 à 50 m à la pointe de Ventabren, une vingtaine seulement vers La Bollène-Vésubie. Ils y font suite alors sans discontinuité notable à la formation à *Microcodium* (17 à 18 m), elle-même superposée à des micrites silteuses à rare microfaune du Campanien. Le premier niveau est gréseux avec des quartz hétérométriques et anguleux. Il renferme *Nummulites striatus*, *N. incrassatus* et *N. chavanesis*. On y note quelques petits galets de Crétacé supérieur comme de la Formation à *Microcodium*. Le passage de ces calcaires de base à la formation supérieure y est insensible avec l'apparition de calcaires schisteux, finement sableux à terriers renfermant de petits quartz isométriques et de la muscovite.

La microfaune n'y comprend que de rares *Nummulites* (*N. striatus* et *N. cf. chavanesis*) mais les planctoniques (*Globorotalia*, *Globigerina*) y sont abondants. La formation suivante connaît un passage de faciès sur la feuille Saint-Martin, selon une ligne joignant le massif du Tournaret à l'angle sud-est de la feuille. Au Nord de celle-ci, on note des calcschistes à Globigerines et au Sud un faciès de marnes bleues à Serpules à macrofaune très rare mais microfaune (planctonique) abondante. Ces marnes bleues finement silteuses sont toujours en continuité avec les niveaux de calcaires sableux de leur base et le plus souvent avec les Grès d'Annot qui leur font suite. Leur épaisseur moyenne est de l'ordre de 150 à 200 mètres.

Les Grès d'Annot sont divisés dans la région en faciès différents ordonnés selon des lignes orientées approximativement NW-SE. On peut ainsi distinguer :

- au Nord, une zone de faciès flysch couvrant presque toute la feuille Saint-Martin. Celle-ci correspond à l'empilement de séquences à deux termes, d'abord un terme gréseux granoclassé puis un terme argilo-sableux. D'abondantes figures de courant dans les semelles de séquences permettent la reconstitution des directions de dépôt ;
- une zone médiane à faciès intermédiaire (sud de la feuille Saint-Martin) ;
- une zone de faciès caractérisée par des sables grossiers à graviers et galets.

Des études paléontologiques détaillées récentes montrent l'hétérochronie de l'ensemble de la série nummulitique.

Dans les limites de la feuille Saint-Martin les calcaires de base sont à peu près compris dans la biozone A (Éocène moyen). Les marnes bleues sont par contre d'autant plus jeunes que l'on va vers l'Ouest : leur dépôt qui prend fin à l'Éocène moyen dans les vallées de la Berena et de la Roya se poursuit jusque dans l'Éocène supérieur dans le synclinal de Peïra Cava et le massif des Quatre-Cantons.

Unité du col de Tende

tc. Cargneules

j. **Jurassique indéterminé et Trias *pro parte*.** D'après des affleurements très disséminés, on peut reconstituer la série suivante :

Keuper : schistes noirs à passées ligniteuses, grès à empreintes végétales ;

Infralias : schistes bariolés, niveaux lumachelliques, dolomies oolithiques ;

Lias : (Sinémurien), calcaro-siliceux, dolomies bitumineuses à *Gryphea arcuata* ;

Jurassique supérieur : calcaires marmoréens à Bélemnites et Polypiers discordants sur le Lias.

Il y a lacune du Lias moyen et supérieur.

55a. **Auversien-Bartonien. Calcaires marno-gréseux.** En discordance sur les séries inférieures, 30 à 40 m de calcaires marno-gréseux à *Nummulites aturicus* et *N. striatus*. Des lentilles conglomératiques sont disséminées dans les 10 à 15 premiers mètres de la formation. Les galets sont surtout rhyolitiques avec quelques roches sédimentaires (arkoses permienues ?).

Fl. Flysch noir. Flysch banal de teinte sombre avec niveaux gréseux peu développés. L'absence de microfaune n'a pas permis de le dater. Il pourrait être d'âge priabonien supérieur—oligocène.

TERRAINS QUATERNAIRES ET FORMATIONS SUPERFICIELLES

Formation glaciaire. Différents stades d'évolution glaciaire ont été définis par A. Faure-Muret et P. Fallot sans être rattachés à la chronologie classique.

Le stade relativement ancien des glaciers en calotte recouvrant presque tous les points élevés n'aurait laissé que des traces assez réduites sur la feuille (blocs erratiques du bassin de la Vésubie à 1 600 m et de la Gordolasque vers 2 400 m).

Le stade des glaciers de vallées est beaucoup mieux marqué. Celui des glaciers de cirque est en extinction.

Gl. Glaciaire : englobe l'ensemble des dépôts. Des figurés spéciaux soulignent la morphologie et notamment celle des fausses moraines liées non à l'avancée mais à l'extinction des glaciers.

FGL. Fluvioglacière : beaucoup plus développé sur la feuille, résultant parfois du remaniement d'anciennes moraines latérales.

Alluvions : séparées en niveaux anciens et récents selon l'altitude relative des terrasses. Les alluvions actuelles des fonds de vallée y jouent un rôle variable en fonction du rajeunissement des cours. Associées à des tourbes en haute montagne.

Travertins calcaires : assez peu développés et limités aux abords des sources.

Éboulis : la carte distingue les cônes actifs, les cônes anciens plus ou moins couverts de végétation. Certains cônes parcourus par des eaux d'infiltration abondantes ont été signalés par un figuré spécial. Enfin, sur le cristallin comme sur le sédimentaire, les versants portent souvent des carapaces d'éboulis sans aucune caractéristique morphologique. Dans les régions calcaires dolomitiques les matériaux de tels éboulis peuvent être soudés en brèches de pente, en bancs superposés.

MAGMATISME ET MÉTAMORPHISME

D'après les données classiques développées par A. Faure-Muret deux phases de métamorphisme, l'une hercynienne, l'autre plus ancienne se seraient succédées dans la région. D'après des études menées sur le versant italien du massif (Malaroda), au contraire, la série de Chastillon—Valmasque ne s'individualiserait pas en tant qu'unité distincte des autres groupes. Elles représenterait seulement une entité plus cataclasée et plus métamorphique du même ensemble Complexe de la Tinée—Complexe de Malinvern—Argentera. La rétomorphose observée n'aurait pas un caractère général et serait d'âge alpin. Dans le secteur considéré, ce métamorphisme serait faible et peu caractérisé se traduisant par l'apparition de schistosité dans les pélites avec légère recristallisation.

En ce qui concerne le magmatisme A. Faure-Muret met l'accent sur la parenté chimique des granites leucocrates de l'Argentera avec ceux du Pelvoux, du Mont-Blanc et de l'Aar.

VOLCANISME

La seule période marquée par un volcanisme important semble avoir été le Permien avec une nette prédominance des tufs ou des cinérites sur les coulées. Le volcanisme semble avoir été du même type ignimbritique que celui de l'Estérel. Il y a également quelques coulées dacitiques à la base de l'étagé surtout.

OCCUPATION DU SOL

DONNÉES GÉOTECHNIQUES

Indépendamment des problèmes d'éboulements de falaises qui existent principalement dans les vallées de la Vésubie et de la Roya, dus à la morphologie et à la constitution des terrains, de gros problèmes géotechniques se posent dans le Trias supérieur formé de masses épaisses de gypse et d'anhydrite avec argiles et cargneules parfois dures, parfois tendres et friables.

Cet ensemble qui est peu perméable dans sa masse est souvent lessivé par les circulations d'eau à la faveur de l'hétérogénéité des formations (tectonique), provoquant des désordres importants par dissolution, ce qui crée une instabilité de tous ces terrains

Les différentes catastrophes enregistrées depuis plusieurs années dans cette région (glissement de Roquebillière 1928, 1968, 1971), affaissement de chaussées, effondrements, fissures dans les habitations, (Lantosque, 1971) montrent que tous les versants triasiques ne sont pas stabilisés et que des risques demeurent.

Les zones particulièrement instables se situent dans la vallée de la Vésubie entre le Figonet et Roquebillière, dans la vallée de la Roya à l'Ouest de Breil. Ces glissements sont activés par l'irrigation aberrante des formations fluvio-glaciaires recouvrant le Trias. C'est le cas, en particulier, de Belvédère et de Roquebillière-Ancien.

RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

HYDROGÉOLOGIE

Granites, embréchites et anatexites. Ces formations sont imperméables et leur rôle hydrogéologique est fonction de leur fracturation et aussi de leur degré d'altération. C'est ainsi que les granites de l'Argentera (haut vallon de Mollières, région du lac Nègre) sont affectés par un système de fractures à maille tellement serrée et ont subi une altération si poussée, qu'ils sont complètement arénisés sur de grandes étendues. Cependant, l'abondance des feldspaths altérés semble rendre les arènes granitiques très peu perméables (vallon de Salèse). Finalement les circulations s'opèrent surtout dans les zones diaclasées et sont ensuite drainées par la couverture quaternaire (éboulis). Il en est de même pour les granites de la Valmasque (vallée des Merveilles), moins arénisés, et pour les anatexites. Localement ces dernières, dans des zones très affectées par la tectonique, peuvent être disloquées sur place et de plus très érodées par les phénomènes glaciaires ; on peut alors avoir, au voisinage des crêtes ou sur des secteurs en plateau, une véritable morphologie karstique avec dépressions fermées et une hydrogéologie locale de même type (plateau de l'Agnelière, au Nord de la Madone de Fenestre).

Les sources existantes sont issues de diaclases dans les anatexites ou les embréchites (source de Serra Cremau captée pour Saint-Martin en rive droite du Boréon à la cote 1 250). A Berthemont-les-Bains, une source sulfureuse sort d'une diaclase dans les embréchites à 29°5.

Houiller (conglomérats et grès). Cet étage n'a qu'un rôle très local. La source des Encouanas, captée pour Saint-Martin, est issue d'un synclinal houiller pincé dans les embréchites de la rive gauche du Boréon.

Permien. Les grès grossiers et conglomérats de l'Inferno, les grès arkosiques du Bego cimentés et massifs, les schistes des Meraviglie sont imperméables mais ils peuvent être affectés par un système de fractures dont les plus importantes, jalonnées par des filons de quartz ou des minéralisations, peuvent donner lieu à des circulations notables ; celles-ci sont drainées par les remplissages glaciaires des fonds de vallée. Les galeries de la mine de Vallauria (haute vallée de la Roya) ont ainsi rencontré d'importantes venues d'eau.

Localement le Permien schisteux rouge (série de Capeiroto) peut être perméable (tectonisation ou bancs plus massifs) : une série de petites sources existe ainsi en rive droite du vallon des Granges du Colonel (Nord du mont Pela). Fontan est alimenté par une source découverte lors du creusement du tunnel ferroviaire de Scarassou recoupant le Permien au Nord du village.

Trias. Les quartzites et grès werféniens sont aquifères (source de Berghe, au Nord de Fontan). Les dolomies et cargneules du Trias moyen constituent avec les calcaires et dolomies jurassiques, dans la haute vallée de la Roya, un unique et grand appareil aquifère à l'origine des importantes sources de Fontan (*Fontes aquarum*). Dans la moyenne Roya et dans la vallée de la Vésubie, les cargneules et gypses triasiques sont à l'origine de sources presque toujours sulfatées (source de Carabaessa, au Nord du col de Brouis, source blanche à Roquebillière).

Jurassique. Les calcaires et dolomies de cet étage constituent des appareils aquifères indépendants dans la moyenne Roya et dans la Vésubie mais en général ceux-ci sont drainés par l'une ou l'autre des deux rivières. Cependant, au Nord de La Bollène, dans le ravin de la Planchette, la source des Fournes (30 l/s) draine une grande partie du massif du Pela ; son refoulement est projeté pour l'alimentation de la région de Peïra Cava au Sud. Entre Breil et Saorge (Roya), une source de 50 l/s au Nord de Giandola est la propriété d'E.D.F.

Crétacé inférieur. Surtout marneux, il est peu perméable. Des passées plus calcaires sont à l'origine de sources de faible débit.

Crétacé supérieur. Plus calcaire, il alimente d'assez nombreuses sources mais d'assez faible débit (sources de Masseret et d'Agostet, au Nord de la Pointe des Trois Communes, en rive droite du vallon de Cairos, source du vallon de Siruol, au Nord de Roquebillière, sources du vallon de Tuis, près de Sainte-Thérèse à la limite sud-ouest de la carte, sources du ravin de Grave, maison forestière de Barret, au Sud de Venanson).

Nummulitique. Les calcaires et marno-calcaires sont aquifères (source des Granges de Prai au Nord-Ouest de l'Aution, des Granges de Remonaudon au Sud-Ouest de Peïra Cava).

Flysch noir. Il est très peu perméable ; les bancs plus gréseux alimentent quelques petites sources de faible débit (Fontaine Lavine à la base de la série au Nord-Ouest de Peïra Cava).

Grès d'Annot. Ils sont aquifères et des sources existent à la base de la série au contact du flysch sous-jacent (source sous le col des Morigas).

Quaternaire. Les alluvions des fonds de vallée sont, dans la limite de leur développement, très aquifères, mais ce sont les terrains de couverture des pentes et

cirques montagneux qui, très développés, constituent en fait l'aquifère le plus important : éboulis partout, pseudo-moraines, moraines de névés et éboulis d'altitude dans les massifs cristallins de la chaîne frontrière. Les dépôts glaciaires plus argileux jouent un moins grand rôle.

Eaux thermales. Un groupe de sources sulfurées sodiques est connu de Saint-Martin-Vésubie à Roquebillière (Berthemont-les-Bains). Les deux plus importantes entre la Vésubie et le vallon de Spailart déposent du soufre. Leur température moyenne est de 30°C, leur débit journalier de 462 hectolitres. Les autres sources sont froides (19°C). D'après J. Vernet, ces sources se rattacherait à celles du versant italien et pourraient être mises en parallèle avec les plis de fond alpins et la présence des gîtes métallifères filoniens. Leur origine serait juvénile.

HYDROLOGIE

Les vallées de la Vésubie et de la Roya et leurs affluents constituent les deux grands axes drainants. Leurs bassins amonts se développent dans le massif montagneux frontalier du Mercantour, en domaine cristallin. Le modelé glaciaire est à l'origine, dans ces terrains, ainsi que dans les grès et schistes permien, de l'existence de très nombreux lacs. Ceux-ci alimentent un réseau serré de torrents qui drainent en outre, à la fonte des neiges, les terrains de couverture. Ce potentiel hydraulique a été aménagé pour la production d'énergie électrique.

L'usine de Saint-Martin-Vésubie turbine les eaux amenées de la retenue du Boréon par une galerie souterraine recueillant au passage celles de la vallée de la Madone de Fenestre ; une autre galerie amène les eaux de la Gordolasque. Dans le cours amont de celle-ci, l'usine de Belvédère a déjà turbiné les eaux de la retenue de la Gordolasque.

Dans le bassin de la Roya, les eaux des lacs aménagés de la vallée des Merveilles sont turbinées à l'usine des Mesches, dans le vallon de la Miniera.

DONNÉES MÉTALLOGÉNIQUES

La feuille Saint-Martin-Vésubie—Le Boréon comporte un certain nombre d'occurrences minérales ayant ou non fait l'objet d'exploitation. Leur liste est donnée ci-après et comporte quelques renseignements sur chacune d'entre elles. On peut distinguer :

1) Minéralisations liées à la couverture permienne ou triasique (uranium et cuivre, parfois en association).

L'uranium semble plus particulièrement localisé dans la formation de Capeiroto (Permien) alors que le cuivre se situe à plusieurs niveaux différents. Les roches encaissantes sont généralement des schistes sombres ou gris à débris charbonneux, parfois des arkoses.

L'épaisseur des niveaux signalés va de 0,20 m à quelques mètres. Les extensions latérales des plus grands indices sont de l'ordre de quelques centaines de mètres.

La paragenèse comprend : pechblende, chalcopryrite, pyrite, bornite, mispickel. Il y a une large gamme de minéraux oxydés. Des silicifications semblent accompagner certaines minéralisations.

2) Filons ou filonnets à oligiste encaissés dans le socle.

3) Filons à blende, galène et argent et cuivre subordonnés (type de la mine de Vallauria).

La mine de Vallauria est située dans le vallon de la Miniera (commune de Tende), à l'Est de la feuille, à une altitude comprise entre 1 360 et 1 550 mètres. Son exploitation est assez ancienne puisqu'on attribue son ouverture aux Sarrazins. Reprise plusieurs fois par différents groupements, son exploitation a pris fin en 1927. Elle aurait fourni au cours de la dernière période d'activité (1906-1927) environ 40 000 t

de concentrés de zinc à 50 % de Zn et 40 g/t d'Ag et 5 000 t de concentrés de plomb à 65 % de Pb avec 800 g/t Ag. L'ensemble représente 550 000 t de tout-venant abattu à la cadence de 20 000 t/an. Des travaux menés de 1964 à 1966 par le B.R.G.M. n'ont pas trouvé d'extension au gisement.

La mise en place de la minéralisation fait intervenir une série de phénomènes complexes. Elle est encaissée au contact Permien—Socle cristallin de l'Argentera, dans un système de failles, bordant un petit horst. Celui-ci se superpose à une paléostructure permienne se traduisant par une importante réduction de la couverture.

Quatre groupes de paragenèses établissent le caractère polyphasé de la minéralisation :

- quartz avec silicification du socle,
- pyrite + mispickel + blende brune puis claire cadmifère + calcite ferrifère,
- pyrite + galène argentifère + chalcopyrite + quartz,
- baryte + pyrite.

Les températures de formation s'échelonnent entre 250° et 400°C. Des considérations relatives aux schistosités et au métamorphisme affectant Permien et Socle conduisent à attribuer au gîte un âge alpin et à admettre lors de sa formation la nécessité d'une surcharge importante du secteur. Dans la mesure où l'étude du Grès d'Annot révèle que l'Argentera était en partie dénudé à la fin de l'Éocène, cette couverture ne semble avoir pu être assurée que par la nappe du Flysch à Helminthoïdes. La provenance du stock métal, quant à elle, n'est pas définie. La paléogéographie permienne, très spéciale autour du gisement, ne permet pas d'écartier l'hypothèse d'une préconcentration sédimentaire.

D'autre part certaines potentialités économiques peuvent être suggérées en tenant compte de la géologie de la région et plus spécialement de son caractère de zone charnière au niveau du Jurassique et du Crétacé :

- concentrations stratiformes plomb-zinc dans le Lias et peut-être le Dogger,
- phosphates dans le Crétacé.

Indices de minéralisation

(Notation en référence à la carte des gîtes minéraux de la France à 1/320 000, feuille Avignon)

AV 408-02 : Chastel I

Filon de Pb-Zn

x = 991,32

y = 211,10

z = + 1860 environ

Minéralisation découverte vers 1867

Travaux : petite fouille

AV 408-03* : Chastel II

Fer

Approximativement $\left\{ \begin{array}{l} x = 992,6 \text{ à } 992,7 \\ y = 210,5 \text{ à } 210,6 \\ z = \text{vers } + 1450 \end{array} \right.$

Minéralisation découverte en 1858

Travaux : 3 galeries

(*) signale un gîte important

AV 408-04 : Baus de la Frema

Uranium

$$\text{Approximativement } \left\{ \begin{array}{l} x = 991,2 \text{ à } 991,3 \\ y = 210,0 \text{ à } 210,1 \\ z = \text{vers } + 1900 \end{array} \right.$$

Minéralisation découverte par le C.E.A. en 1958

Pas de travaux

Radioactivité maximale : 175 chocs/seconde

AV 408-05 : Tête de Bress

Uranium

$$\text{Approximativement } \left\{ \begin{array}{l} x = 990,2 \text{ à } 990,3 \\ y = \text{vers } 210,3 \\ z = \text{vers } + 2200 \end{array} \right.$$

Minéralisation découverte par le C.E.A. en 1958

Pas de travaux

Radioactivité maximale : 350 chocs/seconde

AV 412-01* : Cabane de Nautes

Cuivre

$$x = 999,800$$

$$y = 206,100$$

$$z = + 1560$$

Minéralisation : niveau cuprifère interstratifié dans les schistes de la base du Permien

Travaux : 1 galerie en allongement de 105 mètres

2 travers-bancs respectivement de 12 et 37 mètres

1 niveau inférieur de 7 m relié au niveau supérieur par un bure de 2 mètres.

AV 412-02 : Camdoulent

Cuivre (stratiforme)

$$x = 1\,001,000$$

$$y = 203,000$$

$$z = + 875$$

Minéralisation redécouverte par la Division Sud-Est en 1966

Travaux : quelques grattages

AV 412-03 : Le Pisset

Plomb-Cuivre

$$x = 988,2$$

$$y = 221,18$$

$$z = \text{vers } + 1\,660$$

Minéralisation découverte vers 1789

AV 413-01* : Vallon des Graus (Les Granges)

Plomb

$$\text{Approximativement } \left\{ \begin{array}{l} x = 1\,004,3 \text{ à } 1\,004,4 \\ y = 204,3 \text{ à } 204,4 \\ z = \text{vers } + 1\,450 \end{array} \right.$$

Minéralisation redécouverte par la Division Sud Est en 1962

Travaux : quelques grattages

* signale un gîte important

AV 413-02 : Vallon des Graus (Les Contes)

Uranium

x = 1 005,1

y = 205,0

z = vers + 1 650

Minéralisation découverte par le C.E.A. en 1957

Pas de travaux

Radioactivité maximale : 150 chocs/seconde

AV 413-03 : Gordolasque (E.D.F.)

Uranium

Approximativement $\left\{ \begin{array}{l} x = 1003,9 \text{ à } 1004,0 \\ y = 205,5 \text{ à } 205,6 \\ z = \text{vers} + 1\,460 \end{array} \right.$

Pas de travaux

AV 413-04 : Gordolasque (Engiboie)

Uranium

Approximativement $\left\{ \begin{array}{l} x = 1004,2 \text{ à } 1004,3 \\ y = 206,9 \text{ environ} \\ z = \text{vers} + 1\,520 \end{array} \right.$

Minéralisation découverte par le C.E.A. en 1959

Pas de travaux

Radioactivité maximale : 350 chocs/seconde

AV 414-01 : Les Granges du Colonel

Uranium-Cuivre

Approximativement $\left\{ \begin{array}{l} x = 1006,4 \text{ à } 1006,5 \\ y = 204,9 \text{ à } 205,0 \\ z = \text{vers} + 1\,750 \end{array} \right.$

Minéralisation découverte par le C.E.A. en 1957

Travaux : 26 tranchées

Travers-bancs

8 sondages (837 m)

Pas de production

AV 415-01 : Est de la Cîme de Raus*

Uranium-Cuivre

Approximativement $\left\{ \begin{array}{l} x = 1007,8 \text{ à } 1007,9 \\ y = 204,9 \text{ à } 205,0 \\ z = \text{vers} + 1\,980 \end{array} \right.$

Découvert par le C.E.A. en 1957

Travaux : 1 tranchée

Radioactivité maximale : 4 000 chocs/seconde

AV 415-02 : Sud du Mont Macruera

Uranium

Zone comprise entre $\left\{ \begin{array}{l} x = \text{de } 1008,8 \text{ à } 1009,6 \\ y = \text{de } 204,3 \text{ à } 205,3 \\ z = \text{de } + 1\,700 \text{ à } + 2\,000 \end{array} \right.$

Minéralisation découverte par le C.E.A. en 1957

Pas de travaux

Radioactivité maximale : 700 à 1 000 chocs/seconde

* signale un gîte important

AV 415-03 : Sud de la Cîme Scandail

Uranium

x = 1 011,1

y = 205,6

z = vers + 1 850

Minéralisation découverte par le C.E.A. en 1957

Pas de travaux

Radioactivité maximale : 350 à 1 000 chocs/seconde

AV 416-01* : Vallauria

Plomb-Zinc

x = 1 014,380

y = 209,760

z = + 1 550

Minéralisation découverte par les Sarrazins, reconnue entre 1740 et 1865, exploitée de 1906 à 1927, étudiée par le B.R.G.M. entre 1963 et 1965

Travaux : 800 m de travers-bancs environ

2 500 mètres de traçages environ

8 sondages (1865,01 m)

465 m de sondages percutants

AV 416-02 : Nord de Colle-Rousse

Cuivre

x = 1 011,85

y = 208,14

z = + 1 880

Pas de travaux

AV 416-03 : Vallon de la Minière

Uranium

Approximativement $\left\{ \begin{array}{l} x = 1\ 014,0 \text{ à } 1\ 014,1 \\ y = 209,6 \text{ à } 209,7 \\ z = \text{vers } + 1\ 590 \end{array} \right.$

Minéralisation découverte par le C.E.A. en 1956

Pas de travaux

Radioactivité maximale de 300 à 550 chocs/seconde

AUTRES SUBSTANCES MINÉRALES

Les substances utiles exploitées actuellement sur la feuille sont relativement peu nombreuses et se limitent au gypse et au calcaire.

Le gypse est exploité depuis de nombreuses années à Lantosque, d'abord à ciel ouvert puis en galeries dans de bonnes conditions au quartier de Saint-Pancrace.

Il l'a été autrefois au Nord de Lantosque à Saint-Roch et au Sud vers Pelasque, au Nord de Roquebillière, au col de Brouis à l'Est de Breil-sur-Roya.

L'analyse d'un gypse moyen de Lantosque donne, en % :

- perte au feu à 350°	16,60
- perte au feu à 900°	3,60
- SiO ₂	8,30
- FeO ₃ + Al ₂ O ₃	1,70

* signale un gîte important

– SO ₃	38,90
– CaO	29,60
– MgO	2,50

Les calcaires pour la construction ont été exploités au Sud de Lantosque, au vallon de l'Infernet, dans les formations crétacé supérieur.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES

On trouvera des renseignements et, en particulier, des itinéraires géologiques (5b, 5c, 5d, 7a, 7c) dans le **Guide géologique régional : Alpes-Maritimes, Maures, Esterel** par R. Campredon et M. Boucarut (1975), Masson et Cie, éditeurs. Dans l'**Inventaire minéralogique de la France, 06 – Alpes-Maritimes** par R. Pierrot, P. Picot, J. Feraud et J. Vernet (1974), on trouvera de nombreuses descriptions de gîtes minéraux avec leur localisation (éditions du B.R.G.M.).

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- AICART P., AUTRAN A., GÉRARD J. et LOUGNON J. (1968) – Sur l'âge tertiaire syntectonique et synmétamorphique du gisement de Vallauria. *Bull. B.R.G.M.*, n° 1.
- AICART P., GÉRARD J., LOUGNON J. (1968) – Le gisement de plomb et de zinc de la Miniera de Valauria, commune de Tende (A.-M. France). Symposium internazionale sui giacimenti minerari delle Alpi. Trente 1968.
- BODELLE J. (1971) – Les formations nummulitiques de l'arc de Castellane. Thèse Nice, n° C.N.R.S. AO. 5183.
- BOUCARUT M. (1969) – Note préliminaire sur les enclaves des massifs granitiques de l'Argentera-Mercantour (A.-M. – France) en relation avec les conclusions de J. Didier sur les enclaves des massifs granitiques. *Bull. suisse Min. et Pétr.*, vol. 49/1, p. 77-96.
- BOUCARUT M. (1967) – Structure du granite de l'Argentera et style tectonique de l'ensemble de ce massif (Alpes-Maritimes). *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 264, 12, p. 1573-1576.
- CABY R. (1973) – Les plis transversaux dans les Alpes occidentales. *Bull. Soc. géol. Fr.*, n° 5-6, p. 624-634.
- CAMPREDON R. (1972) – Les formations paléogènes des Alpes-Maritimes franco-italiennes. Thèse Sc. Nice, 2 vol., 539 p.
- FALLOT P. et FAURE-MURET A. (1955) – *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 241, t. L II, p. 283-319.
- FALLOT P. et LANTEAUME M. (1955) – *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 246 B, t. L III, p. 45-75.

- FALLOT P. et LANTEAUME M. (1957) — *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 250 B, t. LIV, p. 35-66.
- FAURE-MURET A. (1955) — Études géologiques sur le massif d'Argentera-Mercantour et ses enveloppes sédimentaires. Thèse Sc., *Mém. Serv. Carte géol. Fr.*, Paris, Imp. nat., 1955, 336 p., nb ill.
- FERRARA G. et MALARODA R. (1969) — Radiometric age of granitic rocks from the Argentera massif. *Bull. Soc. géol. it.*, 88, p. 311-320.
- HAUDOUR J., SARROT-REYNAULD J., VERNET J. (1958) — Observations nouvelles sur le Houiller et la Mollièresite dans le massif du Mercantour et comparaison avec le Houiller du dôme de la Mure (Isère). *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 247, 8, p. 716-719.
- LANTEAUME M. (1968) — Contribution à l'étude géologique des Alpes-Maritimes franco-italiennes. Thèse Sc. *Mém. Serv. Carte géol. Fr.*, Paris, Imp. nat., 405 p., nb. ill.
- MALARODA R. (1970) — Carte geologica del massicciodell'Argentera alla scala 1 : 50 000. *Mém. Soc. géol. it.*, vol. IX, p. 557-663.
- RICOUR J. (1962) — Contribution à une révision du Trias français. Thèse Sc. Paris, Imp. nat., 471 p., nb. ill.
- VERNET J. (1965) — La zone Pelvoux-Argentera. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 275, t. LX.

Cartes géologiques à 1/80 000

Feuille Saint-Martin-Vésubie

1ère édition (1898), par L. Bertrand et Potier

2ème édition (1967), coordination par M. Gidon

Feuille Nice-Pont-Saint-Louis

1ère édition (1902) par L. Bertrand et Ph. Zürcher

2ème édition (1939), par L. Bertrand, A. Lanquine, E. Maury, A. Rivière et P. Bellair

3ème édition (1965), coordination par G. Mennessier

Carte des gîtes minéraux de la France à 1/320 000

Feuille *Avignon* (1954), coordination par F. Permingeat

DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES

La Banque des données du sous-sol du B.R.G.M. détient l'inventaire des sondages et autres travaux souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive régulièrement les nouveaux travaux.

Les documents peuvent être consultés, soit au S.G.R. Provence-Corse, en son annexe : Les Lobelias, 54, avenue de la Californie, 06200 — Nice, soit au B.R.G.M., 17-19, rue de la Croix-Nivert, 75015 — Paris.

AUTEURS DE LA NOTICE

Cette notice a été rédigée par M. BIGOT, ingénieur géologue au B.R.G.M. à partir des ouvrages cités en bibliographie, avec la collaboration de L. DAMIANI, ingénieur géologue au B.R.G.M. pour le chapitre Substances minérales, de B. DELLERY, ingénieur géologue au B.R.G.M., pour le chapitre Données géotechniques et de G. DUROZOY, ingénieur géologue au B.R.G.M., pour les chapitres Hydrogéologie et Hydrologie.