

Quelques aspects des rapports entre l'histoire tectonique et la morphogénèse dans le massif de la Chartreuse

par Maurice GIDON*

RÉSUMÉ. — Trois aspects de la géomorphologie du massif chartreux sont analysés et discutés : (1) la troncature de certaines crêtes par des paléosurfaces d'aplanissement, (2) le remplacement occasionnel de l'Urgonien par les calcaires du Fontanil dans leur rôle morphologique d'ossature des crêtes, enfin (3) le « problème » de l'inversion du relief chartreux. Ils sont examinés à la lumière des données tectoniques et stratigraphiques actuellement disponibles. L'attention est particulièrement attirée sur l'existence, jusque là méconnue en Chartreuse occidentale, de plis transaxiaux dont on discute de l'âge et du rôle. On conclut à la nécessité d'admettre une morphogénèse en plusieurs étapes, la première consistant en un aplanissement d'anciens plis précoces, séparées par des phases distinctes de déformation tectonique. On souligne néanmoins que des incertitudes subsistent sur les âges précis de ces épisodes.

MOTS CLÉS. — Eocène, Miocène, géomorphologie, surfaces d'aplanissement, plis transaxiaux, inversion du relief, Chartreuse.

Some features of the relations between tectonical history and morphogenesis of the Chartreuse massif

ABSTRACT. — Three features of the geomorphology of the Chartreuse massif are analyzed and discussed : (1) the truncation of some of its crests by old planation surfaces, (2) the fact that sometimes these crests are not build by Urgonian but by the Fontanil limestones and (3) the origin of the classical inversion of relief which is observed in this massif. These points are examined through tectonical and stratigraphical data available at present. The presence, not yet recognized, of some large transaxial folds, trending north-eastward, is emphasized and their significance is discussed. We concluded that morphogenesis certainly passed off through several steps, the first consisting in a planation of ancient folds, separated by two or even three tectonical stages. But it is also emphasized that the precise ages of these steps are poorly established.

KEY WORDS. — Eocene, Miocene, geomorphology, old planation surfaces, transaxial folds, inversion of relief, Chartreuse.

L'objectif de la présente note est moins de présenter de nouvelles observations que d'analyser les données actuellement disponibles sur quelques problèmes de tectogénèse et de morphogénèse, les uns bien connus et les autres au contraire pratiquement ignorés, qui sont relatifs au massif de la Chartreuse et plus spécialement à ses parties occidentale et médiane (fig. 1). Le point de départ de cette investigation portera sur la description de quelques dispositions morphologiques particulières ; on abordera ensuite les diverses connexions et implications qui se rattachent à la question de l'âge et de l'origine de

ces dispositions et notamment celles relatives à l'inversion du relief chartreux.

1. — CARACTÉRISATION DES DEUX TYPES DE GÉOMORPHOLOGIE DES CHÂÎNONS DE CHARTREUSE

Dans leur grande majorité les chaînons du massif de la Chartreuse sont, en termes de géomorphologie, des « crêtes », selon un vocable que l'on préfère désormais, lorsque le pendage des couches est déjà accusé (de

* Rue des Edelweiss, 38500 Voiron, France.

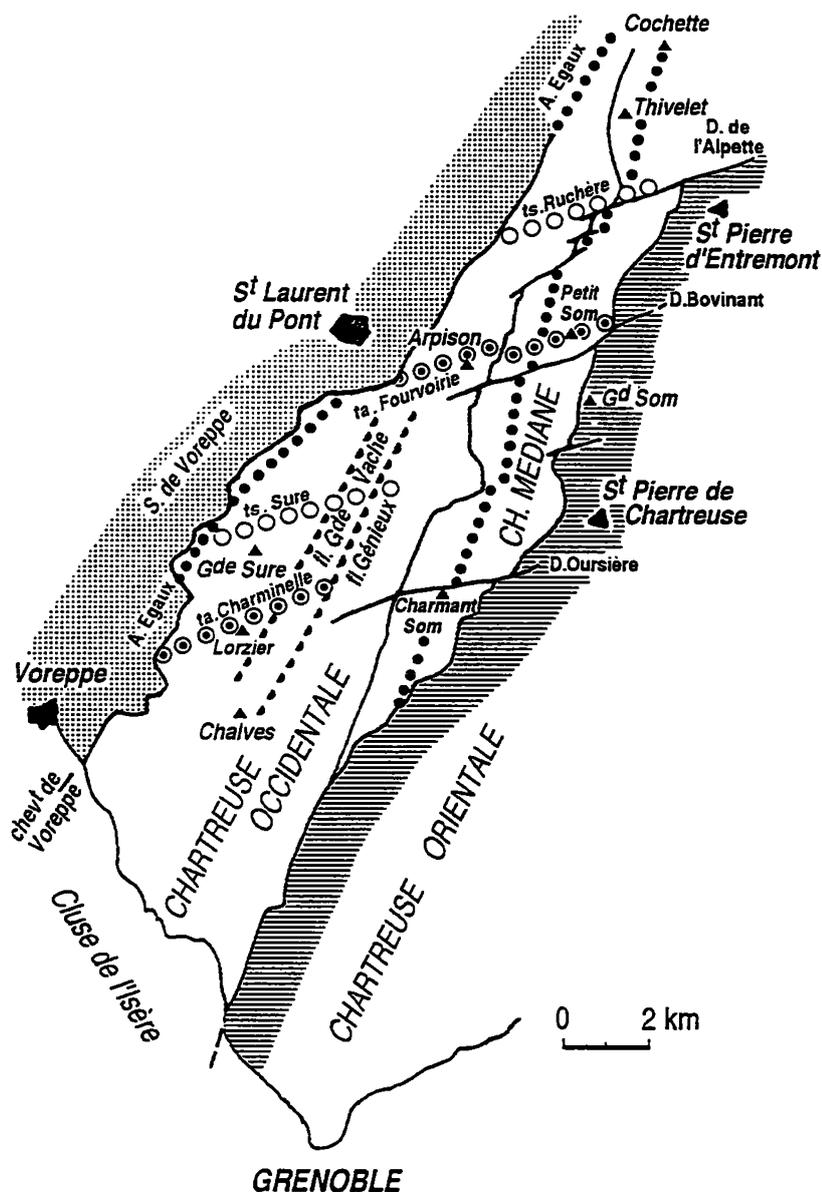


FIG. 1. - Schéma cartographique des chaînons occidentaux de la Chartreuse, situant les principales localités et les accidents tectoniques cités.

Les alignements de ronds noirs correspondent aux traces axiales des anticlinaux de la Chartreuse occidentale (anticlinal des Égaux) et de la Chartreuse médiane (anticlinal Charmant Som - couvent - Cochette). Les lignes de demi-ronds correspondent aux flexures monoclinales de la Grande Vache et de Génieux.

Noter les transanticlinaux (ta) de Fourvoirie et de Charminelle et les transsynclinaux (ts) de la Ruchère et de la Grande Sure, très obliques aux autres plis mais sensiblement orientés comme les principaux décrochements (seuls sont représentés les plus importants de ces derniers, savoir ceux de l'Alpette, de Bovinant et de l'Oursière).

FIG. 2. - Les Lances sud de Malissard, vues d'enfilade du nord (cliché pris depuis les rochers de la Pierre Gravée).

Profil de crêt typique, avec un revers (à gauche sur la photo) incliné comme les strates car il est formé de longues dalles structurales : comparer avec la figure 3. Noter que la barre des calcaires du Fontani (à la marque droite du cliché) ne s'individualise aucunement dans le relief.



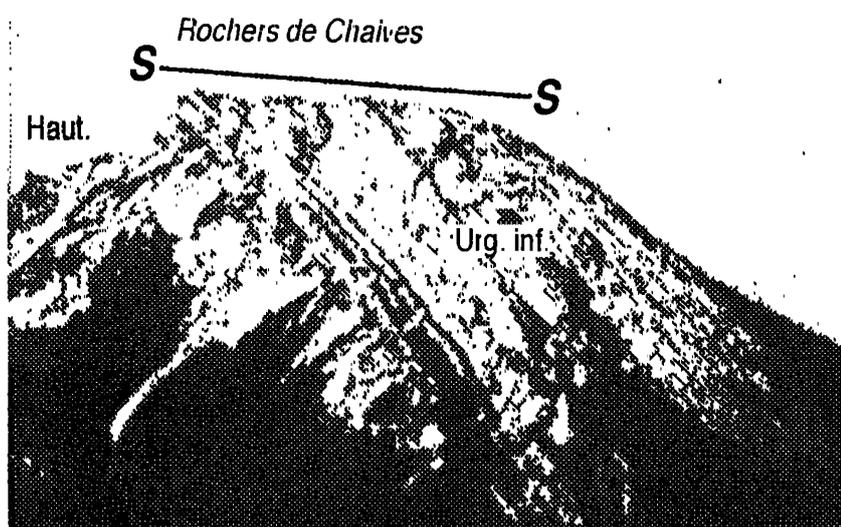


FIG. 3. – Les Rochers de Chalves vus du sud (cliché pris depuis le plateau de St. Nizier).

La paléosurface d'aplanissement (S) se dessine sous cet angle d'une façon parfaitement claire. On note sa belle planéité et l'angle important qu'elle fait avec les couches de l'Urgonien. La partie droite (côté est) de la montagne reprend une morphologie « normale » dans les pentes qui tombent sur le vallon de Tenaïson : comparer avec la figure 2.

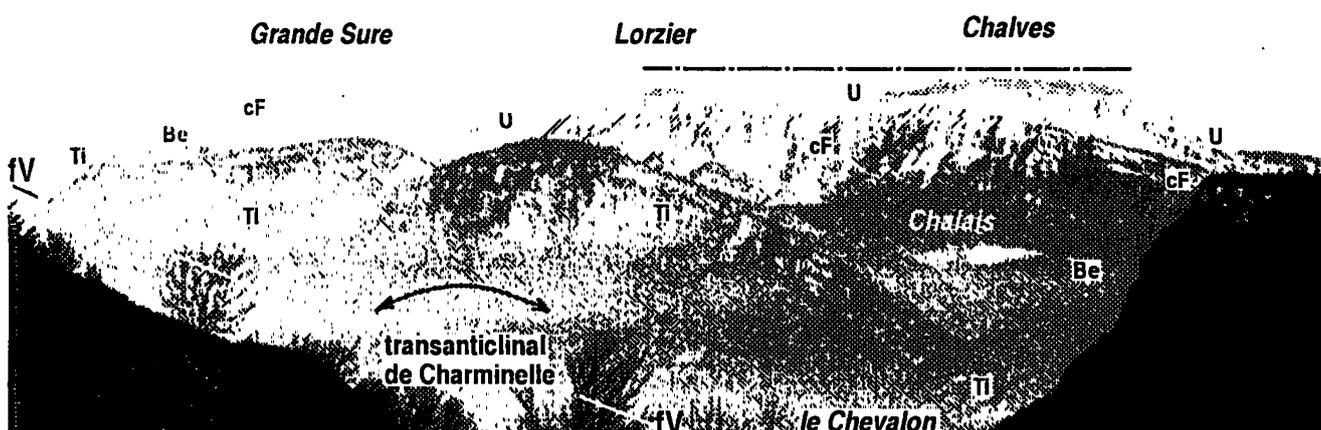


FIG. 4. – L'extrémité méridionale du chaînon de la Sure vue du sud-ouest (cliché pris depuis Vif de la Clé, près de Montaud).

L'ancienne surface d'aplanissement (ligne de tirets - points), qui ne subsiste que sur la crête des Rochers de Chalves, n'est pas vue d'enfilade mais cela permet de mieux distinguer comment elle devait se prolonger initialement, à l'aplomb des Rochers de Lorzier, voire de la Grande Sure. Le fait que l'on soit ici à peu près dans l'axe de la large voûte du **transantoclinal de Charminelle** permet de voir les rapports de ce dernier avec cette surface : ils suggèrent assez fortement que la voûte que tronque cette dernière est celle de ce pli, plus probablement que celle de l'anticlinal des Égaux (il est localisable par le tracé de la faille de Voreppe fV, dont il constitue en quelque sorte le crochon), dont l'axe est ici presque orthogonal à l'azimut de vue.

l'ordre de 30°) comme c'est le cas ici, à celui de «cuesta», employé anciennement par Blache [1931]. Ils sont déterminés par l'un des trois puissants niveaux calcaires (Tithonique, calcaires du Fontanil, Urgonien) qui forment l'ossature de sa série stratigraphique.

1.1. Les morphologies normales

Dans la plupart des cas il n'existe qu'un seul crêt, celui de l'Urgonien, les calcaires du Fontanil ne formant qu'un ressaut plus ou moins abrupt, à mi-pente du talus que couronne la falaise urgonienne. Plus bas dans la série, le Tithonique détermine le plus souvent des monts dérivés ; ses rares crêts (Rachais, Saint-Eynard, Bec Charvet, Roc d'Arguille, Scia et Colleret) sont peu

continus et ils n'atteignent pratiquement jamais une altitude comparable à ceux de l'Urgonien.

Le point le plus important pour notre propos est que le crêt urgonien typique se caractérise par un revers dont la pente tend à être celle du pendage des couches ou qui est, à tout le moins, largement constituée par une succession, en escaliers, de tronçons de dalles structurales successives. L'arête des Lances de Malissard (fig. 2) en est un exemple bien représentatif. En fait cette disposition morphologique est celle qui est réalisée, à des détails près, dans la plus grande partie des chaînons de la Chartreuse, ce qui justifie de la qualifier de « normale » : on la rencontre en effet, en Chartreuse orientale, de la Dent de Crolles au Granier ainsi qu'à Chamechaude et à la Pinéa ; en Chartreuse médiane à l'arête de Bérard (au nord du Charmant Som), à la crête des Éparres et à

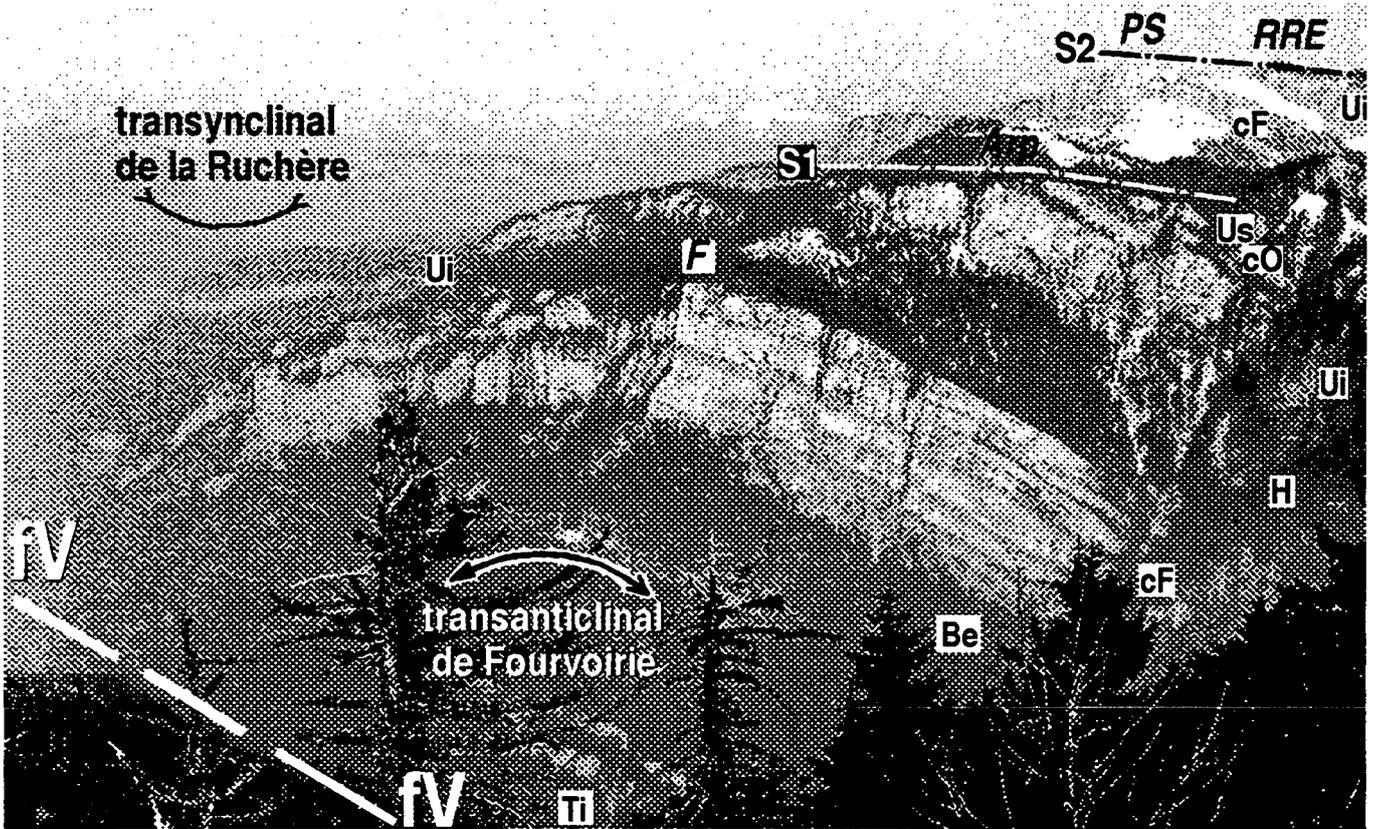


FIG. 5. – Les montagnes de la marge ouest de la Chartreuse, entre le Guiers Vif (à gauche) et le Guiers Mort (à droite) : cliché pris de la crête de la Charmille, en direction du NE (sous un azimut N40 à N50°E).

La belle et ample charnière visible sur cette photo n'est pas celle de l'anticlinal principal de la Chartreuse occidentale (anticlinal des Égaux), enlevée par l'érosion et qui suivrait le tracé de la faille de Voreppe (fV). Il s'agit au contraire du **transantoclinal de Fourvoirie**, pli qui est franchement transverse au précédent, car orienté environ N70°E (fig. 1). Il est encore vu d'ici un peu obliquement à son axe (qui est d'un azimut moins méridien que celui de prise de vue). On distingue assez bien que ce pli (comme d'ailleurs le **transsynclinal de la Ruchère**, encore plus ample, qui lui succède, plus au nord) affecte en définitive toutes les barres calcaires successives, qu'elles appartiennent à la Chartreuse occidentale ou médiane.

Celles de ces barres qui se discernent le mieux sont au nombre de quatre, successivement depuis le bas à gauche vers le haut à droite :

- Les calcaires du Fontanil (cF) de la Chartreuse occidentale (F = Rochers de Fétrus) ;
- L'Urgonien (Ui, cO, Us) de la Chartreuse occidentale (Arp = Rochers d'Arpison) : le biseautage de l'Urgonien supérieur (Us) et des couches à Orbitolines (cO) est bien visible ;
- Les calcaires du Fontanil (cF) de la Chartreuse médiane (PS = Petit Som).
- L'Urgonien inférieur (Ui) de la Chartreuse médiane (RRE = Roches Rousses des Éparres).

On perçoit bien le décalage altitudinaire qui sépare actuellement les deux portions de surface d'aplanissement S1 et S2, alors que celles-ci appartenaient probablement à une même et unique surface avant le plissement post-miocène.

Be = Berriasien inférieur mammo-calcaire ; Ti = Tithonique.

la Roche Veyrand ; enfin en Chartreuse occidentale aux rochers de l'Église, du Four, des Molières et du Frou.

Il faut aussi remarquer que les caractères de ces crêtes « normaux » impliquent que leur mise en relief résulte d'une érosion que l'on peut qualifier de différentielle, c'est-à-dire sensible aux différences lithologiques et notamment à la résistance toute particulière de l'Urgonien, qu'elle tend d'une part à dégager de ses terrains encaissants et d'autre part à débiter selon les joints stratigraphiques. Ceci se fait notamment à la faveur de glissements de dalles entières, ce qui est en outre à l'origine d'amas d'éboulis à énormes blocs, d'aspect pseudo-morainique (comme ceux de Marcieu ou des Revols), ainsi que de « chaos », à blocs disjoints mais incomplètement arrachés de leur berceau (comme ceux de Tracarta et de Bellefond).

1.2. Les cas de morphologies « anormales »

Ce sont ceux où l'on observe la présence de crêtes formées de calcaires du Fontanil qui doublent la crête urgonienne, et même la dépassent, au moins localement, tant en vigueur de relief qu'en altitude : dans le même temps cette crête urgonienne est littéralement « amoindrie » (selon un terme déjà utilisé par Blache [1931]) sur une plus ou moins grande longueur, car elle n'est plus constituée que d'une falaise peu élevée, voire localement effacée, largement amputée des termes supérieurs de la formation (c'est par exemple le Barrémien inférieur qui affleure sur la crête au col de la Grande Vache ou à la brèche des Roches Rousses des Éparres).

Dans le massif de la Chartreuse de telles dispositions

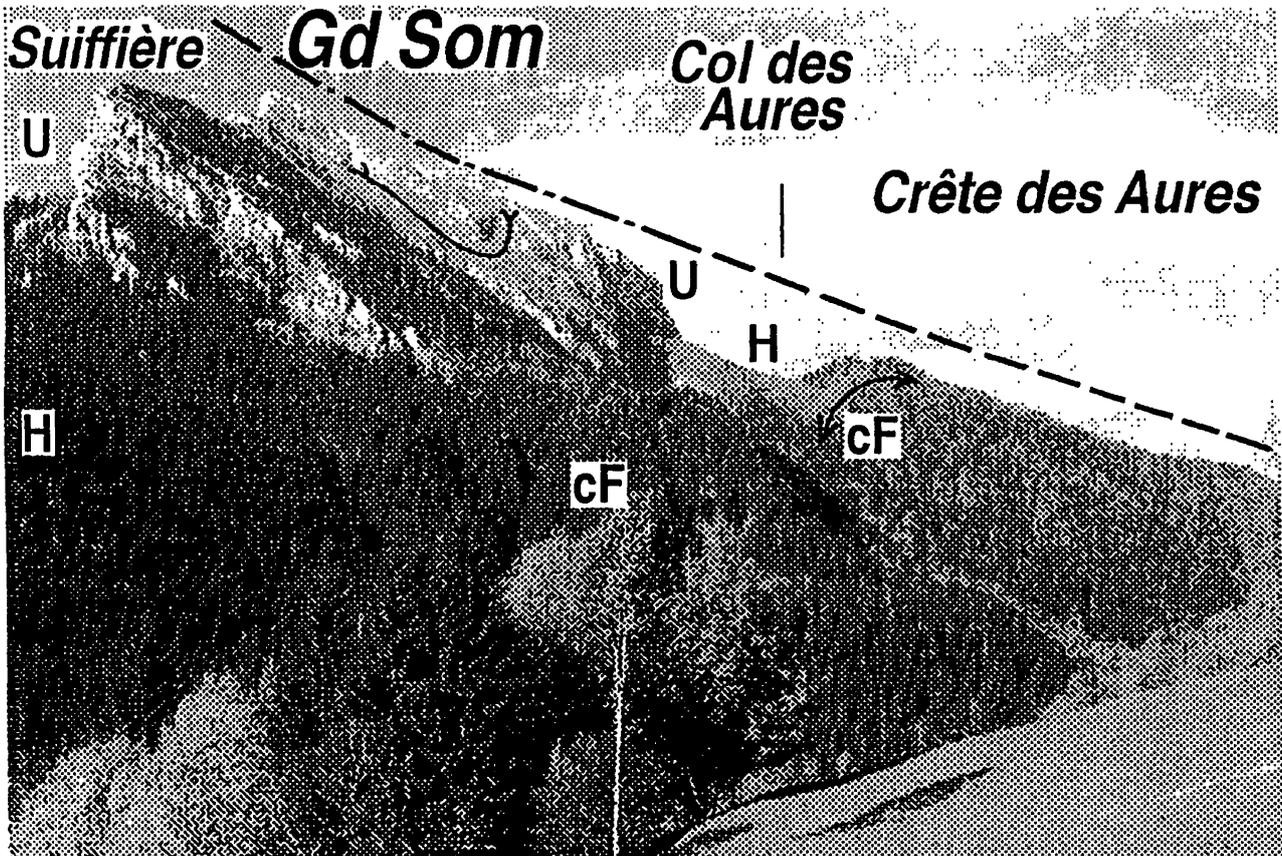


FIG. 6 – Le Grand Som, vu du sud. Cliché pris depuis les basses pentes de la Scia, peu au-dessus de Saint-Pierre-de-Chartreuse.

Sous cet angle la surface d'aplanissement (indiquée par une ligne de tirets - points) est vue d'enfilade. En fait elle se poursuit en arrière plan, sur plus d'un kilomètre en direction du nord, en déterminant surtout le plateau suspendu, où les couches urgoniennes sont subverticales, qui domine le vallon nord du col des Aures. Noter que la crête des Aures, formée par les calcaires du Fontanil, se prolonge également sur la même distance vers le nord.

Les principales charnières de plis ont été grossièrement dessinées par des traits fléchés (pour plus de détails structuraux voir la figure 10).

On peut comparer au profil du Grand Som celui de la crête de la Suiffière, qui répond au schéma du crêt simple, normal, à revers largement constitué de dalles structurales (cf. figure 2).

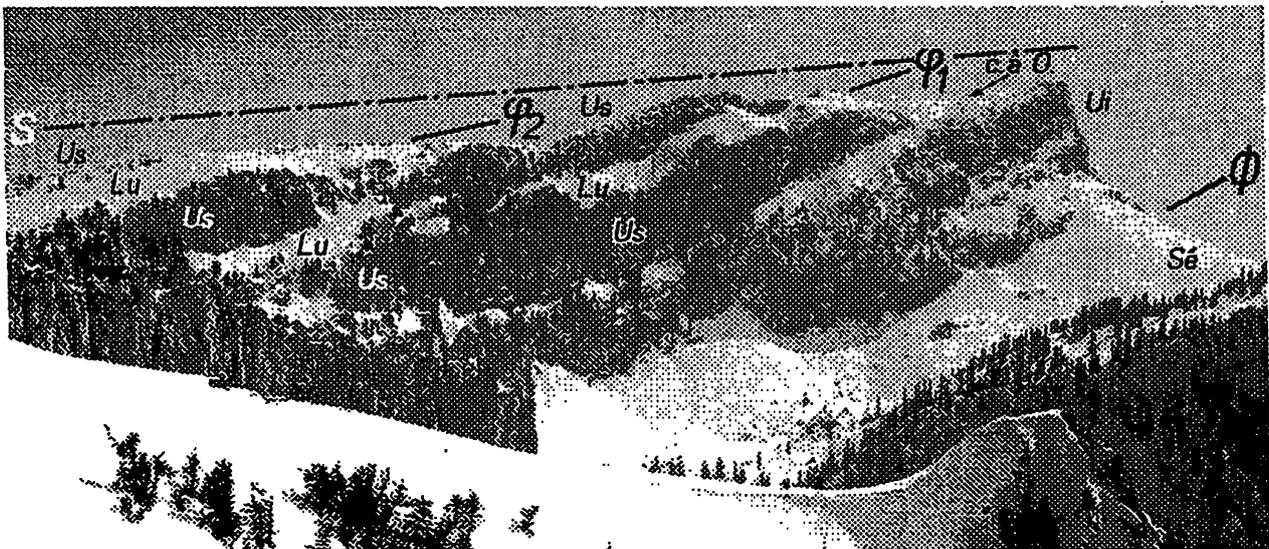


FIG 7 – Le Grand Som, vu du nord-ouest. Cliché pris depuis le Petit Som, en hiver : les vives des couches à Orbitolines (c.àO) et de la Lumachelle (L) sont ainsi mieux visibles.

La crête nord de ce sommet ne correspond en aucune manière à un simple crêt. Elle montre au contraire clairement un biseautage des différents niveaux stratigraphiques (U_i = Urganien inférieur ; U_s = Urganien supérieur ; Sé = Sénonien) et même de structures tectoniques, notamment des deux chevauchements mineurs notés ϕ_1 et ϕ_2 . Le chevauchement majeur de la Chartreuse orientale est noté ϕ .

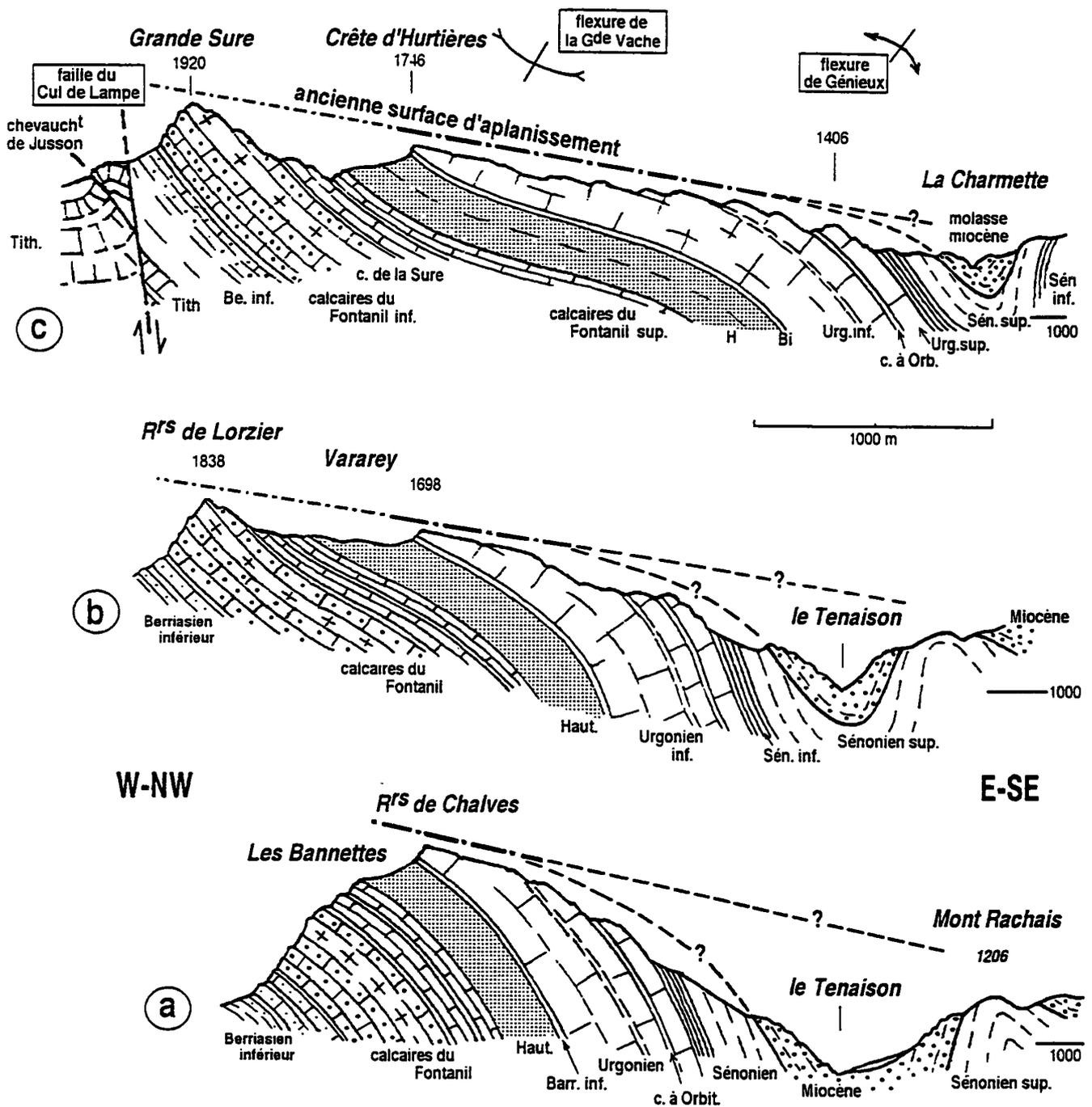


FIG. 8. - Trois coupes des chaînons de la Chartreuse occidentale, entre la Grande Sure et les Rochers de Chalves.

On remarque la planéité, dans le sens est-ouest, de l'ancienne surface d'aplanissement (ligne de longs tirets points). Si on la prolonge vers l'ouest (ligne de courts tirets points) on voit qu'elle vient tangenter la ligne de crête du chaînon Sure - Lorzier. Les tracés en tirets simples affectés d'un point d'interrogation correspondent aux deux hypothèses envisageables quant à la prolongation vers l'est de cette surface. Le tracé supérieur correspond à l'hypothèse d'une troncature post-miocène des plis, qui implique que la surface d'aplanissement n'est pas affectée par les ondulations monoclinales que sont la flexure anticlinale de Génieux et la flexure synclinale de la Grande Vache (c'est ce que suggère, au moins pour cette dernière, la géométrie visible le long de la crête d'Hurtières). Le tracé inférieur est au contraire basé sur l'hypothèse d'un aplanissement anté-miocène (dans celle-ci la flexure de Génieux, au moins, aurait été formée ou réaccentuée par un plissement post-miocène, au même titre que le synclinal de la Charmette).

Les discordances angulaires figurées à l'interface Sénonien - molasse miocène sont seulement probables, mais ne résultent pas d'observations formelles.

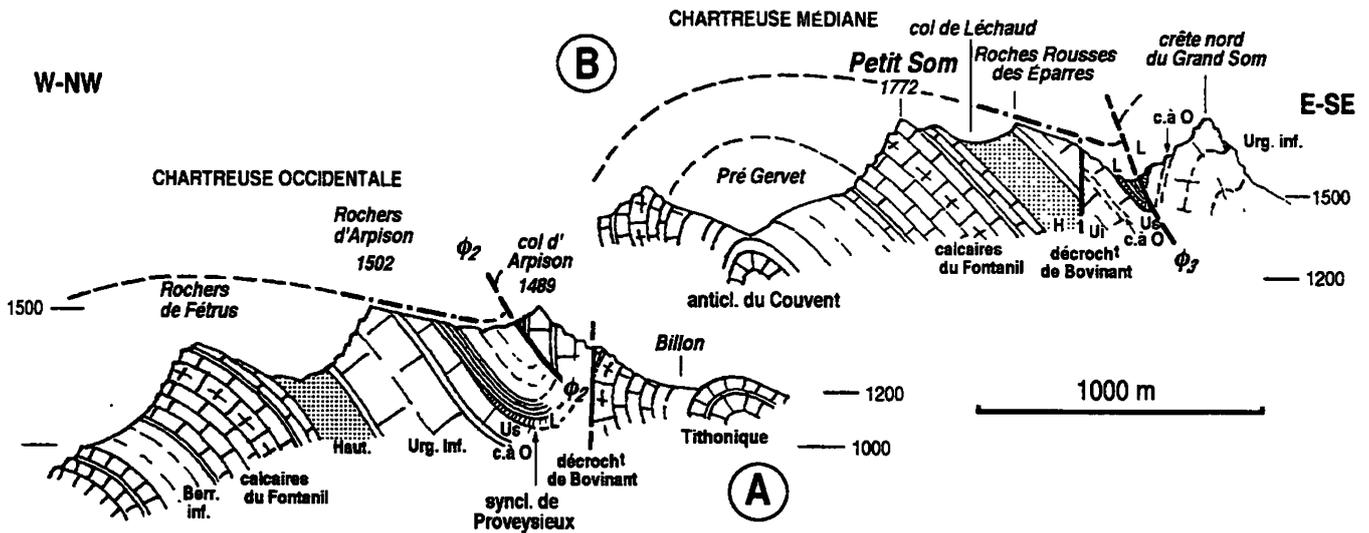


FIG 9. – Deux coupes est-ouest, entre Guiers Vif et Guiers Mort.

Coupe A) Dans le flanc est de l'anticlinal occidental.

Coupe B) Dans l'anticlinal médian.

Ces deux coupes sont l'une et l'autre tracées sur la voûte de l'anticlinal transaxial de Fourvoirie, mais elles sont dessinées obliquement à celle-ci car il fallait les orienter perpendiculairement à l'axe des plis post-miocènes pour donner une bonne représentation des pendages. On les a donc disposées décalées, conformément au fait que la coupe (B) passe plus au nord que la coupe (A).

Dans les deux coupes (qui n'intéressent pourtant pas les mêmes plis nord-sud) il est évident que l'ancienne surface d'aplanissement ne peut se prolonger sans torsion, du côté est, dans le synclinal qui fait suite au flanc de pli qu'elle sectionne : elle est donc antérieure au moins à la dernière déformation de ces synclinaux. On a prolongé en tireté ces surfaces vers l'ouest en imaginant qu'elles dessinaient aussi un mouvement antiforme dans les parties enlevées par l'érosion des anticlinaux occidental et médian : ceci, qui n'est obligatoire que dans l'hypothèse de leur âge anté-miocène, est fortement suggéré par le dessin de ces coupes, notamment pour expliquer la faible altitude atteinte par les crêtes du flanc ouest de l'anticlinal de la Chartreuse médiane.

L = « Lumachelle » de l'Aptien supérieur (noter sa disparition d'est en ouest dans le flanc ouest du synclinal de Proveysieux) ; c.à O = couches à Orbitolines ; ϕ_2 et ϕ_3 désignent respectivement les chevauchements de la Chartreuse médiane et orientale.

sont visibles de façon particulièrement caractérisée dans les cinq secteurs suivants :

- Les chaînons parallèles de la *Grande Sure - Lorzier* et de la *Grande Vache - Rochers de Chalves* (fig. 3 et fig. 4), qui appartiennent au flanc est de l'anticlinal de la Chartreuse occidentale.

- Les deux crêtes de *Fétrus* et des *Rochers d'Arpison* (fig. 5), également dans le flanc est de l'anticlinal de la Chartreuse occidentale.

- le groupe des trois crêtes parallèles de l'*Aliénard*, du *Petit Som* et des *Roches Rousses des Éparres* (fig. 5), où sont intéressés les deux flancs de l'anticlinal de la Chartreuse médiane.

- l'arête du *Grand Som* et la *crête des Aures*, qui lui est parallèle, à la marge ouest de la Chartreuse orientale (fig. 6).

- L'ensemble *Crête de Thivelet-Cime de la Cochette* (fig. 1), sculpté dans le flanc ouest et la voûte de l'anticlinal de la Chartreuse médiane, au nord-ouest de Corbel. Cet exemple est même caricatural car la barre urgonienne y est totalement effacée (elle ne réapparaît pas avant d'atteindre, plus au nord, le mont Outheran) ; ceci est d'ailleurs largement imputable à l'important étirement tectonique qui l'affecte ici, au niveau atteint par l'érosion [Gidon, 1988].

Par contre il n'est pas certain que les chaînons de la

Chartreuse septentrionale, à ossature de calcaires du Fontanil (Joigny) ou de Berriasien marno-calcaire (Lentille, Pellaz), même s'ils constituent bien, eux aussi, des exceptions à la règle qui veut que les principales lignes de crêtes soient formées par l'Urgonien, relèvent des mêmes schémas que ceux qui vont être envisagés ci-après : en effet ils sont très distants des crêtes urgoniennes les plus proches (mont Granier) et ne forment nullement une crête parallèle vis-à-vis d'elles (ils n'appartiennent d'ailleurs même pas au même flanc de pli).

On remarque enfin que les crêtes et sommets qui ne sont pas constitués d'Urgonien mais de calcaires du Fontanil se rencontrent principalement dans les chaînons occidentaux de la Chartreuse. Cela est certainement lié en grande partie aux changements de constitution de la série lithologique qui se manifestent d'est en ouest dans ce massif : en effet à l'approche du domaine jurassien les niveaux berriasien et valangien se montrent de plus en plus envahis par des faciès calcaires. Ceux-ci deviennent même organogènes et massifs au point de mimer l'Urgonien et de pouvoir donc tenir un rôle géomorphologique comparable. Toutefois ce facteur n'est certainement pas le seul à jouer, comme on va le voir, et il ne saurait, en tout état de cause, expliquer l'« amoindrissement » des crêtes urgoniennes.

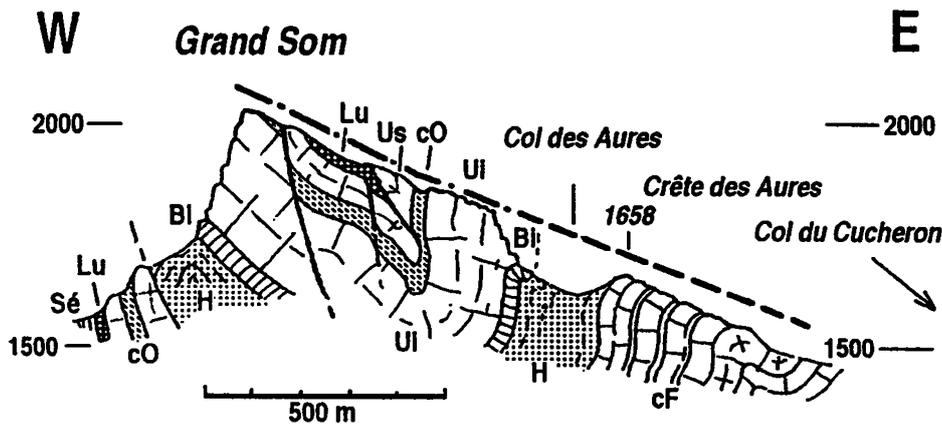


FIG. 10 – Coupe transversale à la crête du Grand Som, passant une centaine de mètres au nord du sommet.

Il est clair que la déclivité du versant est de la crête sommitale ne doit rien à l'érosion habituelle et que toutes les structures, y compris les plis (d'axe sensiblement N-S) y sont tranchées par une surface presque plane, pentée vers l'est, qui se prolonge, en outre tangentiellement à la crête des Aures.

2. – ANALYSE DES MORPHOLOGIES «ANORMALES»

Dans tous les exemples où une crête de calcaires du Fontanil double une crête urgonienne « amoindrie » cette dernière s'avère en outre avoir un **profil spécial**. En effet les bancs n'y sont pas dégagés par dalles structurales successives mais, au contraire, tranchés par une *surface moins inclinée qu'eux*. (comparer les figures 2 et 3). La planéité remarquable de cette dernière apparaît surtout si l'on se place à une distance suffisante pour que la vue supprime les déformations perspectives (fig. 3-7), ainsi que par la construction de coupes à l'échelle (fig. 8-10). La reconstitution géométrique de cette surface, par l'un et l'autre de ces procédés, fait apparaître en outre qu'elle reste à peu près *plane même lorsque les couches subissent de notables variations de pendage*. Elle montre, de plus, que le prolongement virtuel de cette surface (vers l'ouest dans le cas du Petit Som comme dans celui de la crête Sure - Lorzier ou vers l'est dans celui de la crête des Aures) la fait passer à peine au-dessus des points les plus hauts des lignes de crête qu'y déterminent les calcaires du Fontanil : ceci donne à penser que l'altitude de cette crête a été *déterminée initialement aussi par un sectionnement identique de ses couches*, et que cette surface se prolongeait donc jusqu'à leur aplomb sans changement appréciable de pente.

Cette disposition morphologique ne peut guère s'interpréter que comme représentant les restes d'une *première morphologie fossile*. Celle-ci témoigne de l'intervention, avant toute érosion différentielle, d'un sectionnement plan de la voûte des anticlinaux. Le fait que la surface résultante soit très aplanie indique qu'elle résulte évidemment d'un système d'érosion où l'abaissement du relief résulte d'un processus insensible aux variations lithologiques, donc où l'ablation chimique prédomine sur l'érosion mécanique, ce qui implique un climat fort différent de ceux qui ont régné au Quaternaire. Quoiqu'il en soit, cela a eu pour effet de mettre à nu, au même niveau, la tranche de l'Urgonien et des calcaires du Fontanil au moment où a commencé à agir l'érosion différentielle, et cela a conduit celle-ci à dégager équitablement, sous forme de crêtes, ces deux

ensembles calcaires (en affouillant dans l'Hauterivien et le Berriasien inférieur). Ce schéma explique notamment l'exception notable représentée en Chartreuse par les sommets non urgoniens de ses chaînons occidentaux, dès lors que l'on prend également en compte le fait que les calcaires du Fontanil y deviennent presque aussi résistants que l'Urgonien.

D'autre part il faut préciser d'emblée que l'on connaît d'autres exemples analogues de surfaces d'aplanissement, en dehors du massif de la Chartreuse. On citera notamment le cas de la surface de Plénouze en Vercors du nord, qui prolonge vraisemblablement celle de Chalves (cf. coupe en marge de la feuille Grenoble), et surtout celui du plateau du Nivolet - Revard (fig. 11). Cette disposition, qui n'est connue que dans les chaînons les plus occidentaux des chaînes subalpines, donc en marge orientale du bassin molassique, semble donc y présenter par contre un certain caractère de généralité. On peut évidemment se demander si c'est là le fait d'une localisation originelle ou, au contraire, d'une conservation limitée à ces chaînons grâce au fait qu'ils ont bénéficié d'une érosion ultérieure moins profonde, en raison de leur moindre soulèvement post-miocène.

3. – GÉOMÉTRIE ET ÂGE DES STRUCTURES AFFECTÉES PAR LES PALÉOTRONCATURES

Là où on l'observe, la troncature n'est manifeste que parce qu'elle affecte des couches qui avaient acquis un assez fort pendage, ce qui signifie qu'elles avaient été précédemment plissées. De plus ces surfaces paléotopographiques se révèlent indifférentes au passage de divers accidents tectoniques secondaires observables dans l'Urgonien, tels qu'ondulations transaxiales ou failles transverses, qu'elle semble bien trancher partout où l'on en observe. On doit donc s'interroger sur la nature précise et l'âge des accidents tectoniques en question (encore que l'on ne puisse garantir, en toute rigueur, la véracité de l'intersection de ces structures par les surfaces d'aplanissement, en raison de l'absence de leur

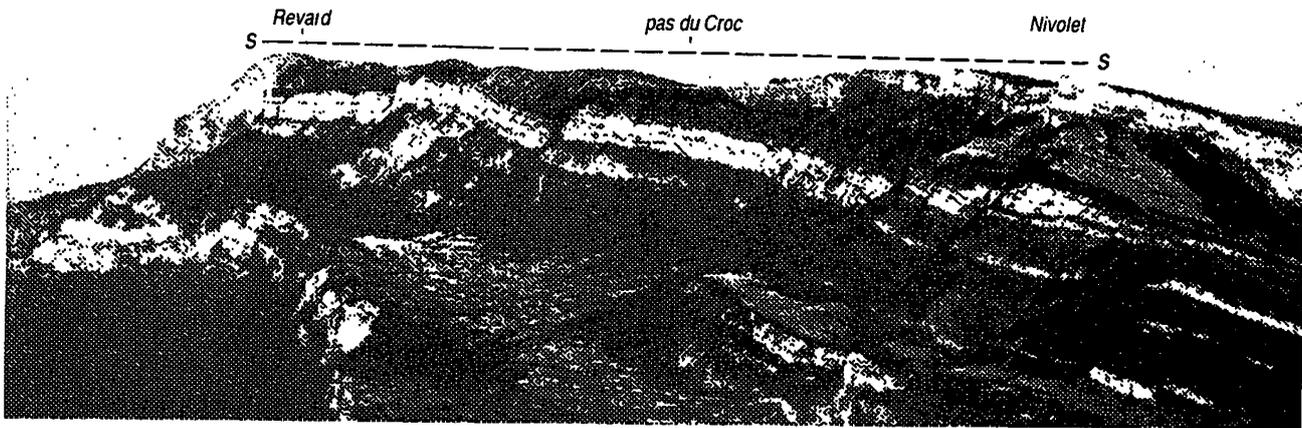


FIG. 11. – Le chaînon Nivolet-Revard, vu du sud - sud-est (cliché pris des pentes s'élevant du col du Mollard vers la crête de l'Outheran, en Chartreuse septentrionale).

L'orientation de la vue est sensiblement celle des axes de plis affectant ce chaînon, qui est le plus frontal des Bauges à cette latitude et prolonge l'entité tectonique de la Chartreuse orientale. Le cliché en montre le versant ouest, qui tombe sur Chambéry et Aix-les-bains. La surface d'aplanissement (tracée en tirets) est spécialement soulignée par le biseautage progressif de l'Urgonien entre Nivolet et Pas du Croc. Elle est garnie par les dépôts paléogènes sur le revers est, invisible ici, de la crête Nivolet-Revard.

fossilisation par des terrains post-miocènes les cachetant, ce qui laisse la possibilité d'un remodelage tardif de ces surfaces, qui aurait effacé des dénivellations en tout état de cause modestes).

En ce qui concerne les anciens anticlinaux arasés par les paléosurfaces l'hypothèse la plus simple est qu'il s'agisse des ébauches anté-miocènes des plis majeurs actuels (à axes proches de N-S), puisque ceux-ci se révèlent, à l'analyse géométrique, dériver de plis antérieurs qui ont été accentués et rompus en chevauchements après le Miocène [Gidon, 1988]. Ceci semble être tout à fait le cas, au nord du Guiers Vif, pour l'anticlinal des Égaux. Dans le cas du Grand Som on constate également que ce sont des plis N-S accentués, ayant déjà pratiquement leur forme actuelle, qui sont sectionnés.

Mais il n'est pas certain que cette interprétation soit satisfaisante partout. En effet diverses observations suggèrent, notamment en Chartreuse occidentale et médiane, que les plis concernés soient ceux, beaucoup moins méridiens, orientés nord-est - sud-ouest, qui revêtent actuellement l'aspect de simples **ondulations transaxiales**. Elles sont observables surtout en Chartreuse occidentale où elles affectent les grands anticlinaux nord-sud en y déterminant des ensellements et des culminations : ce sont, du S au N (fig. 1), le **trans-anticlinal de Charminelle** (fig. 4), le **transsynclinal de la Sure**, le **transanticlinal de Fourvoirie** (fig. 5) et le **transsynclinal de la Ruchère**.

- La première de ces observations est l'évidence, dans le paysage vu à distance (fig. 4 et 5), du fait que ces voûtes anticlinales transaxiales sont bien affectées par les surfaces de troncature, et ce d'ailleurs de façon plus claire que pour les plis majeurs N-S (sans que cela soit d'ailleurs contradictoire avec l'hypothèse que la voûte de ces plis N-S soit également tronquée). En outre on

vérifie, vu de plus près, que lorsque l'épaisseur des falaises d'Urgonien se réduit (parfois à l'extrême) le long des crêtes concernées, cela correspond bien à des voûtes anticlinales - comme au col de la Grande Vache, à Arpison (fig. 5) ou aux Roches Rousses des Éparres (fig. 12) - tandis que cette épaisseur s'accroît sensiblement dans les ensellements.

- La seconde observation est la nette coïncidence entre la présence de sommets formés par les calcaires du Fontanil et la proximité de la voûte de l'un de ces trans-anticlinaux (alors que ces mêmes couches ne forment pas de crêtes là où passent les transsynclinaux). Cette remarque est d'ailleurs également valable pour l'exemple de la crête de Thivelet - Cime de la Cochette, où l'on ne saurait reconnaître de véritable transanticlinal mais qui se situe dans un secteur de culmination de l'anticlinal médian (auquel succède vers le nord un plongement d'axe qui l'amène finalement à s'enfoncer sous la molasse miocène de la plaine de Chambéry).

L'âge de ces ondulations transaxiales reste par ailleurs très conjectural, de même que leur **signification tectogénétique**. On peut à cet égard envisager diverses hypothèses :

- La première est celle de leur *antériorité par rapport aux plis N-S*, qui en ferait des plis anté-miocènes. Mais elle n'est pas du tout établie par des observations stratigraphiques et s'accorde notamment mal avec l'orientation présumée des plis anciens connus, notamment dans le Jura méridional, qui sont NW-SE (et non NE-SW). Il faudrait plus probablement alors qu'ils représentent déjà des ondulations transaxiales des plis anté-miocènes.

- La seconde hypothèse consiste à y voir des culminations et ensellures *contemporaines du plissement N-S* (donc post-miocènes), simplement liées à des variations de la flèche de soulèvement de la voûte

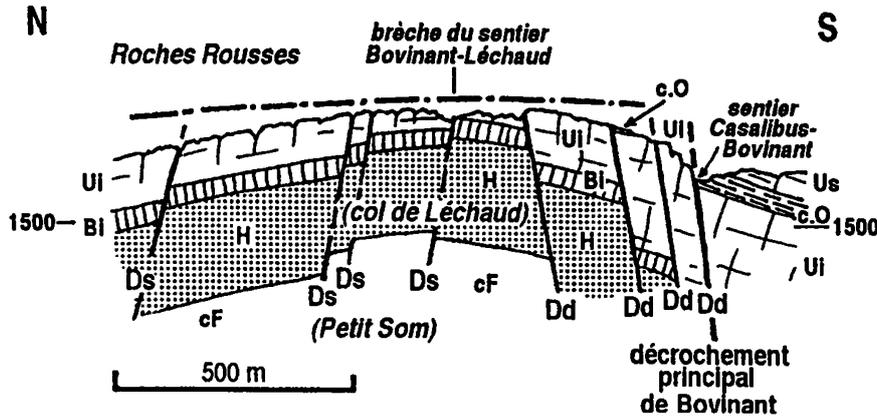


FIG 12. – Coupe nord-sud le long de la crête des Roches Rousses des Éparres.

Cette coupe est longitudinale par rapport à l'axe de l'anticlinal médian (dans le flanc est duquel elle est pratiquée) et presque perpendiculaire à la coupe B de la figure 9, ainsi qu'au transanticlinal de Fourvoirie. Elle montre que la voûte urgonienne de ce dernier se dessine autant par l'addition des rejets de deux familles de failles conjuguées que par inflexion du pendage des couches (ces failles sont donc « synthétiques » du ploiement). La troncature de l'Urgonien de cette voûte atteint son maximum à la brèche qu'emprunte le sentier joignant le col de Bovinant au col de Léchaux (et où passe un splendide plan de décrochement sénestre) : en effet, en ce point, le sommet des couches rouges du Barrémien inférieur (Bi) se trouve seulement quelques mètres en contrebas ouest de la ligne de crête. La situation du sommet du Petit Som est très analogue, à tous égards à celle de ce point sauf en ce qui concerne le niveau stratigraphique.

Les décrochements sénestres (orientés N130° à N160°E) sont notés Ds ; ceux de la famille dextre (conjuguée et orientée autour de N75°E) sont notés Dd.

des anticlinaux. Rien n'étaye ni n'infirme cette supposition, par ailleurs fort plausible.

- Une troisième hypothèse est celle de leur *postériorité par rapport aux plis N-S*. Elle rejoint celle qui avait été retenue précédemment pour expliquer les enlèvements de plis mis en évidence dans la Chartreuse orientale [Gidon, 1981]. Il est de fait que l'orientation des plis transaxiaux de ces chaînons orientaux est proche de celle des ondulations transaxiales décrites ici dans les chaînons occidentaux ; en effet, un simple pivotement horaire, de valeur tout à fait comparable à celui que l'on est amené par ailleurs à admettre pour ces chaînons eux-mêmes [Gidon, 1990] suffit à rendre compte de la modeste différence d'azimut qu'il y a entre eux. Ceci est en effet suggéré par plusieurs observations. La première est que la surface d'aplanissement de la crête des Roches Rousses des Éparres tranche un dispositif en horst composite (fig. 12) qui est déterminé par les rejets verticaux antagonistes de failles décrochantes conjuguées, les unes (dextres) induisant un abaissement des compartiments méridionaux (en raison du pendage est des couches), les autres (sénestres) provoquant leur soulèvement relatif. La seconde est que l'orientation de ces plis transaxiaux est très comparable à celle des principaux décrochements de la famille dextre (fig. 1) ; de plus les voûtures antiformes d'Arpison et du Petit Som et celle de Charminelle concernent assez précisément un secteur de terminaison, par amortissement, du tracé de l'un de ces décrochements majeurs. Enfin il est remarquable que ces décrochements [Gidon, 1990] présentent la particularité d'occasionner à la fois

un basculement à pendage nord et un abaissement de leur compartiment méridional, ce qui confère précisément aux secteurs qu'ils traversent une disposition antiforme en coupe NW-SE.

A cet égard il faut noter que ces plis transaxiaux semblent intéresser également la surface de chevauchement de la faille de Voreppe. En effet, une construction graphique de cette surface (à partir de documents cartographiques) met en évidence le fait qu'elle présente aussi, à l'aplomb même de la voûture de Charminelle, une notable inflexion antiforme. Ceci, qui porterait à leur accorder un âge très tardif (synchrone ou postérieur au jeu de la faille de Voreppe), s'accorderait assez bien avec l'hypothèse de leur liaison avec les décrochements.

En définitive cette dernière interprétation paraît séduisante et ne saurait être rejetée *a priori*, même si on ne peut la considérer comme démontrée.

4. – AGE DES SURFACES DE PALÉOTRONCATURES

La profonde redissection de ces surfaces, leur altitude et leur isolement dans des panneaux relativement peu déformés, au sein d'un ensemble montagneux globalement tectonisé, obligent à attribuer à leur édification un âge antérieur au Quaternaire et même antérieur aux derniers mouvements de surrection et de tectogénèse. Pour être plus précis il faut examiner, outre l'âge (incertain, on vient de le voir) des structures

qu'elles recourent et leurs relations géométriques avec elles, les données tirées du contexte stratigraphique.

Trois hypothèses sont à ce dernier égard envisageables, *a priori*, puisqu'on sait qu'il y a, dans la succession stratigraphique, trois niveaux de lacunes (avant le Sénonien, avant le Miocène, entre le Miocène et le Quaternaire).

4.1. Age post-miocène (villafranchien)

Cette dernière hypothèse est celle qui a été retenue depuis la reconnaissance formelle de ces surfaces [Gidon et Arnaud, 1978] jusqu'à maintenant [Delannoy, 1985 ; Gidon, 1993].

Elle s'appuie avant tout sur leur remarquable planéité, qui semble nécessiter qu'elles soient postérieures aux plissements de la Chartreuse pour ne pas avoir été déformées par eux. En particulier la surface des Rochers de Chalves fait un angle très ouvert avec les couches de l'Urgonien, sur lesquelles les molasses miocènes semblent reposer en concordance, à peu de distance de là, dans les pentes du vallon de Proveyzieux (fig. 3a et 5) : ceci suggère donc que cette surface a également sectionné les bancs miocènes, eux aussi redressés par le plissement.

Un second argument, qui semble appuyer fortement le premier est le fait que ces surfaces ne semblent pas affectées par des déformations tectoniques mineures qui affectent les secteurs où elles sont observables bien que l'âge de celles-ci semble plus probablement être post-miocène. C'est d'abord le cas pour la **flexure anticlinale de Génieux** et la **flexure synclinale de la Grande Vache** [Gidon et Arnaud, 1978 : voir le schéma structural de la carte]. Ces ondulations monoclinales du flanc est de l'anticlinal occidental dans le secteur de la Grande Sure (fig. 1 et fig. 8) ont un azimut très méridien et sont sans doute contemporaines, pour cette raison, du synclinal, très voisin, de Proveysieux. C'est aussi le cas pour les ondulations transaxiales (surtout observables en Chartreuse occidentale), dont on vient de voir qu'un âge post-miocène est finalement le plus probable, ainsi que pour les **failles de décrochement mineures**, qui appartiennent indéniablement aux deux familles de décrochements (dextres et sénestres), dont l'âge post-miocène est clairement établi.

Enfin et surtout cette hypothèse est fortement appuyée par l'examen de la surface du Grand Som, qui sectionne à l'évidence des plis N-S très accentués (fig. 6) et même des chevauchements mineurs (fig. 7), en ne montrant, quant à elle, qu'une faible incurvation synforme. Mais là encore l'absence de tout cachetage ne permet qu'une datation conjecturale, sans base stratigraphique.

Comme ces surfaces se répartissent le long de la marge interne de l'actuel bassin molassique on a donc envisagé qu'elles représentent la prolongation originelle de la surface paléotopographique créée par l'arasement

mio-pliocène du bassin molassique du Bas Dauphiné (avant son recreusement villafranchien). Le fait qu'elles aient subi un soulèvement de plusieurs centaines de mètres par rapport à cette dernière n'est pas un obstacle grave car cela peut être aisément attribué au jeu des tous derniers mouvements de chevauchement, et en particulier à celui intervenu le long de la faille de Voreppe. Cela impose, certes, que ce dernier, qui est sans conteste au moins post-miocène, soit même plus tardif ; mais rien dans les faits connus ne s'y oppose, d'autant que ce chevauchement, étant le plus externe de tous ceux de la Chartreuse, en est sans doute aussi le plus récent.

Un autre point délicat est que, dans aucun des exemples connus, l'hypothèse d'un âge post-miocène des surfaces d'aplanissement n'est appuyé par l'existence d'une troncature des couches de la molasse miocène. Au contraire le Miocène affleure, dans les flancs est des synclinaux (notamment celui de La Montagne - Proveysieux - La Charmette), nettement au dessus de l'altitude où passerait la prolongation de la surface reconnue dans leur flanc ouest : ceci impose évidemment que ces surfaces ne conservent pas leur planéité dans cette direction mais peut aisément s'expliquer en admettant qu'elles aient subi une torsion synforme, lors d'une phase de déformation ultérieure (sans doute contemporaine, en ce cas, des derniers mouvements de la faille de Voreppe). Enfin on notera l'absence (*a fortiori*) de terrains plus récents venant les cacher.

Les arguments en faveur de cette hypothèse sont donc, en définitive, surtout fournis par l'examen de la géométrie des rapports des surfaces aplanies avec les structures tectoniques. Il faut souligner qu'elle impose d'admettre que *des mouvements tectoniques notables, chevauchements et plissements, se sont produits en Chartreuse après le Pliocène, date supposée de l'aplanissement, et donc après la phase principale de formation des plis à axes méridiens.*

4.2. Age anté-miocène (paléogène)

Cette hypothèse, à la différence de la précédente, trouve plutôt ses arguments dans l'examen des géométries stratigraphiques connues aux alentours du massif chartreux. Elle est en effet suggérée par le fait qu'il existe effectivement, dans les chaînons jurassiens, et notamment dans ceux du Ratz et de L'Épine, qui sont situés immédiatement à l'ouest de la Chartreuse proprement dite, une discordance du Miocène sur des voûtes anticlinales érodées (Brochet, 1952 ; Gidon et Barféty, 1969). Cette discordance fait d'ailleurs reposer la molasse miocène sur des terrains qui sont de plus en plus récents du sud vers le nord, ce qui montre qu'elle est consécutive à l'érosion de plis dont les axes possédaient déjà un plongement vers le S ou le SE. Dans le détail la surface sur laquelle repose la molasse miocène semble d'ailleurs avoir aussi été l'objet d'un

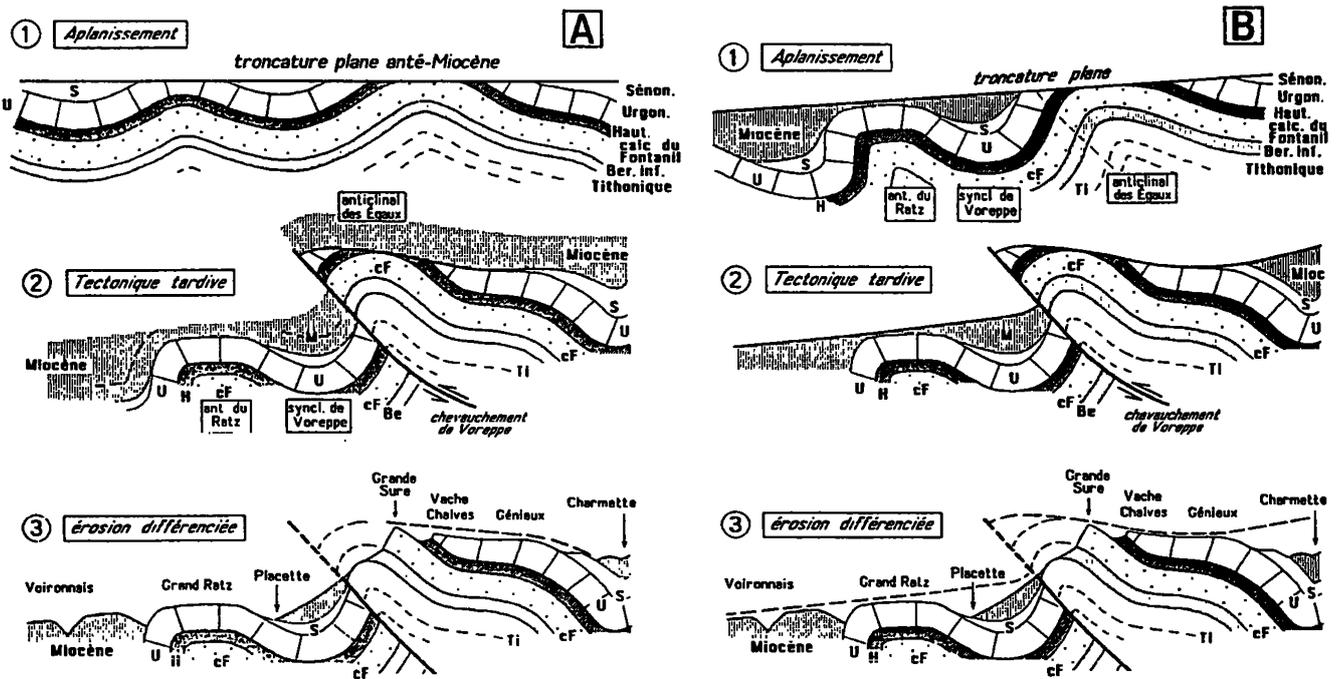


FIG. 13. – Schéma de l'évolution morphogénétique des chaînons de la Chartreuse occidentale : deux hypothèses alternatives.

On a représenté, de haut en bas dans l'ordre de succession chronologique, les trois étapes qui paraissent expliquer les particularités géomorphologiques discutées ici. L'hypothèse adoptée à gauche est celle d'un aplanissement anté-miocène ; à droite on a au contraire illustré l'hypothèse, alternative, de l'aplanissement post-miocène [Gidon, 1993, fig. 23]). L'épaisseur du Miocène présent sur les plis de la Chartreuse occidentale lors des déformations post-miocènes étant inconnue, celle qui a été représentée est purement symbolique.

aplanissement car on n'y décèle pas de paléopentes (qui seraient soulignées par de fortes discordances angulaires de onlap), ni de traces des paléovallées envisagées par certains [Mugnier, 1979].

La molasse miocène est également discordante sur le contenu du synclinal de Couz et sur la voûte de l'anticlinal des Égaux, à l'extrémité nord de la Chartreuse occidentale [Gidon, 1951, 1964 ; Gidon et Barféty, 1969]. De plus, bien que nulle part ailleurs dans le massif la précision des observations soit suffisante pour l'affirmer, il est tout à fait vraisemblable que les contacts Miocène / Sénonien y présentent souvent une certaine discordance angulaire en dépit de leur aspect d'accordance à l'examen superficiel. Compte tenu de ce que le Miocène n'a pas ou très médiocrement été conservé dans les secteurs concernés il est impossible de savoir s'il recouvrait bien, initialement, les surfaces d'aplanissement qui nous ont été conservées. Les affleurements miocènes du Habert de Rochers, peu au sud d'Arpison, et ceux du synclinal de la Charmette, à l'est de la Grande Sure, s'ils ne permettent absolument pas de dire que leur contact basal prolongerait la surface d'aplanissement d'Arpison n'autorisent pas - à l'inverse - d'en nier la possibilité. En effet il est impossible d'y mettre en évidence l'absence ou l'existence éventuelle d'une discordance angulaire significative vis-à-vis de leur substratum sénonien. Par contre la présence de

poches karstiques à remplissage d'argile à silex ouvertes dans l'Urgonien dénudé par la surface d'Arpison s'accorderait bien avec un âge Eocène de cette dernière.

L'argument majeur en faveur de cette hypothèse est que l'âge de la surface du Nivolet-Revard, tel qu'il découle de l'étude du plateau des Déserts [Gidon P. *et al.*, 1963], est très vraisemblablement anté-éocène. En effet les dépôts paléogènes de ce secteur recouvrent une surface dans l'ensemble presque plane (bien qu'accidentée dans le détail), sous laquelle l'épaisseur de l'Urgonien respecté par l'érosion éocène décroît clairement du SSE vers le NNW, c'est-à-dire dans le sens même du biseautage dû à la surface du Nivolet-Revard.

Un aspect séduisant de cette hypothèse de datation est qu'elle amène à mettre la morphogénèse correspondante sur le compte d'un épisode d'émersion qui s'est caractérisé par des climats chauds. Or ceux-ci, qui sont par ailleurs connus de longue date comme ayant été générateurs de karsts (poches à sables réfractaires dans le Sénonien ou l'Urgonien), étaient donc propices à une ablation chimique plutôt que mécanique et à l'aplanissement des reliefs plutôt qu'à leur exacerbation.

Par contre une difficulté de cette hypothèse est le fait que le Miocène a ensuite été plissé, lors d'une étape ultérieure d'âge précis mal connu, ce qui a abouti à la réactivation des plis de Chartreuse (et qui a conduit

notamment à en rompre les flancs ouest en chevauchement). Il est clair par exemple qu'il y a, entre la surface d'Arpison et celle des Roches Rousses des Éparres (qui appartiennent respectivement aux anticlinaux occidental et médian), un décalage altitudinaire (fig. 5 et 9) qui ne peut guère être imputé qu'aux effets du plissement post-miocène. Ceci est apparemment contradictoire avec la planéité assez nette, avec un pendage analogue, modéré, vers l'E ou le NE que montrent les surfaces observables.

Toutefois la dissection actuelle des voûtes et des flancs ouest des anticlinaux post-miocènes est telle qu'elle ne nous permet en aucune façon de connaître la forme exacte qu'a donné l'ultime phase de plissement à la surface de transgression miocène : on peut en tous cas parfaitement présumer que l'enroulement de celle-ci par les plis l'a conduite à dessiner seulement de vastes antiformes à charnières en genou et à flancs peu cintrés, analogues à celle du Miocène des gorges de Chailles. Comme les portions conservées des surfaces d'aplanissement sont situées seulement dans les flancs est des plis post-miocènes, leur inflexion a dû, en ce cas, n'être que très faible, quasi imperceptible dans nos conditions actuelles d'observation. Leur pendage actuel mesurerait, en définitive, l'accroissement de pendage subi par les flancs est de ces plis dans les déformations post-miocènes.

4.3. Age anté-Sénonien

Cette hypothèse est seulement examinée ici pour mémoire car elle semble difficilement soutenable. L'argument qui conduit cependant à l'envisager est le fait que, d'est en ouest, la Lumachelle disparaît précisément, sous le Sénonien (qui vient reposer en onlap sur l'Urgonien) dans l'anticlinal de la Chartreuse occidentale, c'est-à-dire dans le secteur principalement intéressé par les principaux aplanissements observés (fig. 9a). Ceci s'observe d'une façon particulièrement spectaculaire en rive droite de la cluse de l'Isère où, en amont des rochers de Rocheplaine (vers 600 m d'altitude, sous la ferme du Charpenet), les lauzes marneuses viennent, en quelques centaines de mètres, reposer directement sur l'Urgonien inférieur [Gidon et Arnaud, 1978]. Mais dans la plupart des cas l'angle de discordance angulaire résultant paraît beaucoup trop faible (discordance de type seulement cartographique) et la construction des coupes, notamment aux Rochers de Chalves, montre qu'il est difficile d'envisager que l'interface Sénonien - Urgonien ne soit pas recoupée très en oblique par les surfaces d'aplanissement décrites ici. De plus aucune discordance du Sénonien n'est observable dans le secteur du Petit Som et du Grand Som, pourtant affectés d'aplanissement. Enfin la lacune correspondante laisse subsister par places des dépôts albiens condensés de type marin, à ammonites, ce qui montre qu'elle ne s'est pas accompagnée d'une émergence continentale et qu'elle n'a donc pas été

susceptible d'autoriser une morphogenèse d'aplanissement.

En conclusion les arguments vont en faveur d'un âge soit éocène, le mieux étayé par la stratigraphie mais avec lequel trop d'arguments d'ordre tectonique paraissent contradictoires, ou plutôt post-miocène (villafranchien) plus en accord avec les géométries analysées. Mais aucune de ces deux datations ne paraît vraiment satisfaisante pour expliquer à la fois tous les faits d'observations exposés, qui présentent en fait des contradictions les uns vis-à-vis des autres. La question se pose dès lors de savoir si l'on ne doit pas envisager que les différentes paléosurfaces observées en Chartreuse relèvent de deux époques différentes de formation, bien que cette solution soit compliquée et semble peu satisfaisante au vu des indéniables analogies que ces surfaces présentent entre elles.

5. – IMPLICATIONS RELATIVES À L'ORIGINE DE L'INVERSION DU RELIEF

On sait que l'on appelle classiquement «inversion de relief» le fait que les processus morphogénétiques aient abouti à une mise en relief préférentielle des zones synclinales et au creusement plus accentué des zones anticlinales. L'origine de cette morphologie, bien classique mais qui n'est parfaite qu'en Chartreuse orientale, a suscité différentes hypothèses de la part des auteurs qui se sont interrogés à ce sujet [Blache, 1931 et 1960 ; Debelmas, 1960 ; Mugnier, 1979 ; Veyret, 1960]. Les faits sur lesquels porte la présente note semblent susceptibles d'apporter un éclairage supplémentaire sur ce débat.

Les auteurs cités n'ont en effet fait oeuvre leur imagination que dans la recherche de processus ou de dispositions favorables intervenant lors d'une érosion postérieure aux mouvements tectoniques : éventration privilégiée des voûtes anticlinales, par suite de l'entaille préalable des cluses [Blache, 1960], affaiblissement de ces voûtes anticlinales par leur fracturation tectonique en extension [Debelmas, 1960], présence de solutions de continuité dans la dalle urgonienne en raison d'une hypothétique disjonction originelle des zones de développement de ce faciès [Veyret, 1960] ou par creusement précoce (à l'Éocène) de vallées perforant cette dalle [Mugnier, 1979]. Aucun n'a envisagé que la nécessaire préparation du terrain pour l'entrée en action de l'érosion différentielle quaternaire ait pu être *l'aplanissement de structures préexistantes par une première étape d'érosion* (cette solution avait pourtant été envisagée par Blache [1960], mais pour mieux la repousser).

La mise en évidence des paléosurfaces décrites et analysées ci-dessus (quel qu'en soit d'ailleurs l'âge exact, éocène ou pliocène), s'ajoute à celle déjà ancienne [Gidon, 1951 et 1964 ; Brochet, 1952] de

l'observation d'une troncature anté-miocène des voûtes anticlinales, pour étayer solidement cette hypothèse, qui implique que la troncature plane des voûtes anticlinales soit intervenue, quel qu'en soit l'âge, lors d'une étape préalable de morphogenèse indifférente à la nature des roches (fig. 13). A partir de là, l'affouillement préférentiel des secteurs anticlinaux de leur carapace protectrice urgonienne (et peut-être même, dans une moindre mesure, de celle des calcaires du Fontanil) a pu s'exercer en effet aussi bien dans le cas où le début de cette érosion différentielle quaternaire se serait exercé sur une série anté-miocène déjà dénudée au Pliocène (et arasée ou non dès avant cette époque) que dans celui où il aurait fallu au préalable que cette érosion dégage une chape de terrains miocènes avant d'atteindre les structures anticlinales éventrées par l'aplanissement antérieur.

Dans cette interprétation, le fait que l'inversion du relief soit plus ou moins accusée d'un secteur à l'autre s'explique aisément en invoquant seulement la différence de la profondeur structurale atteinte, soit par l'aplanissement préalable, soit par l'affouillement quaternaire (alors que les autres hypothèses étaient inaptes à en rendre compte). C'est ainsi que la réduction de l'inversion du relief qui s'observe, du nord vers le sud, dans le tronçon Bauges - Chartreuse - Vercors des massifs subalpins septentrionaux, peut s'expliquer par un ennoiement vers le sud des plis anté-miocènes, dont la réalité est bien étayée dans les chaînons jurassiens méridionaux de la bordure ouest de la Chartreuse (les voûtes anticlinales urgoniennes étant conservées sous la sédimentation miocène du côté sud et au contraire arasées plus ou moins profondément vers le nord). Quant à l'accroissement de l'inversion qui se manifeste d'ouest en est dans les massifs subalpins septentrionaux, elle résulte probablement de la pente vers l'ouest (vers le bassin molassique périalpin) que présente la surface enveloppe des plis post-miocènes. En effet, plus on va vers l'est, plus la chape molassique des plis (qui devait en outre être originellement de plus en plus réduite) a dû y être délogée tôt par les érosions post-miocènes, livrant ainsi plus vite à la dissection morphogénétique les voûtes anticlinales décapitées par l'ancienne surface d'aplanissement et lui permettant ainsi d'agir plus profondément. A ceci il faut toutefois ajouter que l'influence des changements de constitution de la série lithologique a sans doute pu jouer un rôle non négligeable : en effet, comme la série présente de moins en moins de niveaux marneux lorsque l'on se dirige vers le domaine jurassien elle y offre aussi moins de possibilités d'ouverture de larges combes.

6. – CONCLUSIONS

Certes peu de conclusions catégoriques sont à retirer de cette étude, si ce n'est que des surfaces d'aplanissement existent en Chartreuse et y constituent

un trait morphologique non négligeable (même si des ambiguïtés secondaires subsistent notamment au sujet de leur âge). Leur analyse nous fournit néanmoins des données sur plusieurs points, d'ordre d'ailleurs très différent, de la géologie des massifs subalpins.

6.1. Indications sur la chronologie des étapes de déformation

La première conclusion de cette analyse est qu'il faut sans doute accorder plus d'importance à la présence de **plis transaxiaux NE-SW**. Ceux-ci avaient déjà été signalés en Chartreuse orientale [Gidon, 1981] mais leur présence en Chartreuse médiane et surtout occidentale était restée pratiquement inaperçue (en raison de leur grand rayon de courbure). L'âge et la signification exacte de ces plis restent encore conjecturaux : sont-ils anté-miocènes comme tendent à le faire croire les données tirées du contexte stratigraphique, et en ce cas leur orientation semble un peu étrange, ou sont-ils post-miocènes, liés soit aux décrochements soit à une étape tardive de soulèvement de Belledonne [Gidon, 1981] (soit aux deux à la fois), comme il semble plutôt découler des observations structurales ? Rien ne permet de trancher de façon définitive.

Un second aspect est qu'en tout état de cause se trouve confirmée la conclusion selon laquelle plusieurs étapes de déformation séparées par des épisodes morphogénétiques aériens sont nécessairement intervenus dans l'histoire tectonique du massif :

- celle des **plis anté-miocènes**, en fait presque certainement anté-éocènes car aplanis par la morphogenèse karstique datée de cette époque, qui sont peut être de discrets équivalents des structures « pyrénéo-provençales », qui ne sont bien connues que dans les Alpes du Sud et qui n'y ont d'ailleurs pas la même orientation ; l'aplanissement qui les concerne, pour réel qu'il soit, ne paraît cependant pas capable d'expliquer *toutes* les paléosurfaces observées.

- celle des **plis et chevauchements post-miocènes**, où il semble en définitive se confirmer plutôt que *deux sous-étapes* sont vraisemblablement à distinguer, la première étant celle des plis serrés subméridiens, la seconde celle des ondulations transaxiales plus parallèles à l'axe des massifs cristallins [Gidon, 1981] : elles sont probablement séparées par une phase d'aplanissement pliocène, encore que la réalité de cette dernière ne puisse être ni franchement contredite ni vraiment confirmée.

6.2. Origine de l'inversion du relief

La prise en compte d'une succession d'au moins deux phases d'érosion, dont la première a agi sur des structures préexistantes et abouti à l'écrêtement des anticlinaux, fournit sans doute la clé essentielle pour la

résolution de ce problème (quels que soient d'ailleurs les âges exacts de ces deux étapes). En effet elle permet de comprendre pourquoi l'érosion quaternaire s'est livrée à un affouillement préférentiel dans les secteurs anticlinaux en expliquant de façon plausible comment ils ont été privés de leur carapace protectrice urgonienne (que les coeurs de ces anticlinaux décapités aient été à l'air nu dès le début de cette érosion, ou au contraire cachés sous une couverture de molasse miocène). Cette interprétation permet en outre d'expliquer que l'inversion du relief ait pu être plus ou moins accusée d'un secteur à l'autre, en fonction d'une part de

l'ennoiement (en général vers le sud) des plis anté-miocènes et d'autre part de leur enfouissement croissant vers l'ouest sous les dépôts du bassin molassique périalpin).

En définitive si les données présentées dans cette note méritaient sans doute d'être exposées, en dépit et peut-être surtout à cause des incertitudes qui y sont liées, c'est, semble-t-il, parce que seule leur prise en compte permettra que de nouvelles recherches, probablement entreprises par des voies nouvelles, puissent l'être sur des bases suffisamment explorées.

Références

- BLACHE J. (1931). – Les massifs de la Grande Chartreuse et du Vercors. Le relief. *R. G. A.*, 19, 2, 212-472 et 19, 3, 547-673, Grenoble.
- BLACHE J. (1960). – A propos de l'inversion du relief en Chartreuse ; *R.G.A.*, 68, 4, 565-569, Grenoble.
- BROCHET L. (1952). – La vallée de Couz et ses bordures. *D.E.S. Grenoble*, inédit, 60 p.
- DEBELMAS J. (1960). – Réflexions sur la genèse du relief subalpin. A propos d'un article récent de P.Veyret ; *R. G. A.*, 68, 4, 571-584, Grenoble.
- DELANNOY J.-J. (1985). – Les paysages karstiques actuels et hérités de la Grande Chartreuse. «*Chartreuse souterraine*». Éditions du comité départemental de spéléologie de l'Isère, 23-28.
- GIDON M. (1951). – Géologie de la Chartreuse septentrionale au nord du Guiers Vif. *Bull. Soc. Hist. nat. Savoie*, année 1950, 1-17, Chambéry.
- GIDON M. (1964). – Nouvelle contribution à l'étude du massif de la Grande-Chartreuse et de ses relations avec les régions avoisinantes. *Trav. Lab. Géol. Univ. Grenoble*, 39, 187-205, Grenoble.
- GIDON M. (1981). – Les déformations de la couverture des Alpes occidentales externes dans la région de Grenoble ; leurs rapports avec celles du socle. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 292, série II, 1057-1060, Paris.
- GIDON M. & BARFÉTY J.-C. (1969). – Carte géologique détaillée de la France à 1/50.000°, feuille Montmélian, 1^o édition. B.R.G.M., Orléans, une carte avec notice explicative de 18 p.
- GIDON M. & ARNAUD H. (1978). – Carte géologique détaillée de la France à 1/50.000°, feuille Grenoble, 2^o édition. B.R.G.M., Orléans, une carte avec notice explicative de 32 p. et 4 planches hors-texte
- GIDON M. (1988). – L'anatomie des zones de chevauchement du massif de la Chartreuse (Chaînes subalpines septentrionales, Isère, France). *Géologie alpine*, 64, 27-48, Grenoble.
- GIDON M. (1990). – Les décrochements et leur place dans la structuration du massif de la Chartreuse (Alpes occidentales françaises). *Géologie alpine*, 66, 39-55, Grenoble.
- GIDON M. (1993). – Géologie de la Chartreuse - Aperçu d'ensemble (2^o édition, entièrement refondue et augmentée). Association «*A la découverte du Patrimoine de Chartreuse*», publ. 1, 39 p., 14 fig., 3 pl.
- GIDON P., PERRIER R. & DOUDOUX B. (1963). – Carte géologique détaillée de la France à 1/50.000°, feuille Chambéry, 1^o édition. B.R.G.M., Orléans.
- MUGNIER C. (1979). – Les karstifications antépliocènes dans les Bauges, la Chartreuse septentrionale et les chaînons jurassiens voisins et le problème de l'inversion du relief en Chartreuse. *Spelunca*, 4, 173-175.
- VEYRET P. (1960). – L'inversion du relief en Chartreuse ; précisions et compléments. *R.G.A.*, 68, 4, 585-592, Grenoble.
- VEYRET P. (1960). – Le problème de l'inversion du relief en Chartreuse (et des Préalpes françaises du Nord). *R. G. A.*, 68, 2, 227-266, Grenoble.