
SUR LA TECTONIQUE DU SOCLE PERMO-WERFENIEN DU DOME DE BARROT

par Jean VERNET

SOMMAIRE

1. *Introduction.*

PREMIERE PARTIE. — *Premières données d'ensemble.*

1. Aspects géographiques. Ampleur du soulèvement. Son individualité relative.
2. L'unité tectonique alpine permo-werfénienne.
3. Les roches.
4. Gîtes métallifères.
5. La discordance permo-werfénienne.

DEUXIEME PARTIE. — *Caractères généraux du style tectonique.*

1. L'aspect souple de dôme et la structure faillée fine du soulèvement alpin.
2. Le réseau de failles à travers la série stratigraphique.
3. La structure du champ de failles.
4. Sur les caractères présentés par les failles.
5. Failles et plis cassants.
6. Réseaux de failles à trois dimensions, zones disloquées, zones broyées.
7. L'amortissement des failles et la présence d'une tectonique plastique embryonnaire dans le Permien.
8. Caractère exceptionnel de la présence d'ébauches de plis dans le Werfénien.
9. Conclusions sur les aspects dysharmoniques du plissement.

TROISIEME PARTIE. — *Les structures locales.*

1. Les petites régions tectoniques du socle du Dôme de Barrot.
2. La bordure Ouest et ses annexes au Nord; la faille de Canté.
3. La bordure Sud-Ouest et le système de failles de la Roudoule.
4. La bordure Sud.
5. La bordure Sud-Est et la faille de Girent.
6. Le secteur Nord-Est.
7. Hautes régions du flanc Ouest.
8. L'édifice sommital.

QUATRIEME PARTIE. — *Aspects d'ensemble du soulèvement.
Conclusions.*

1. Conclusions sur les aspects tectoniques de l'ensemble du dôme permien. Soulèvement et distension sous l'effet de compressions profondes.
2. Le rôle métallogénique des failles.
3. La tectonique souple du socle paléozoïque et de sa bordure werfénienne de la vallée de la Tinée à l'Est du Dôme de Barrot.
4. Les rapports tectoniques entre le Dôme de Barrot et le massif de l'Argentera.
5. Rapports tectoniques entre le socle et la couverture. Dépendance d'accidents de la couverture vis-à-vis d'accidents du socle.
6. Possibilité de mouvements récents dans une phase subaérienne.
7. Le Dôme de Barrot dans l'orogène alpin.

INTRODUCTION

Le Dôme de Barrot est depuis longtemps une figure classique de la Géologie. Le cachet original, voire extraordinaire, de ses paysages y est peut-être pour quelque chose. Cependant, la littérature géologique le concernant n'est pas extrêmement riche. Elle est essentiellement l'œuvre, déjà ancienne, de Léon BERTRAND (principalement in *Etude géologique du Nord des Alpes-Maritimes*, 1896, *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. IX, n° 56) et celle, beaucoup plus récente, de Pierre BORDET (*Le Dôme permien de Barrot et son auréole de terrains secondaires*, 1950, *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. XLVIII, n° 228). L'un et l'autre se sont attachés à l'étude de l'ensemble socle-couverture et ont surtout insisté, au point de vue tectonique, sur les déformations de la couverture. Celles du socle permien, réputées très simples, ne sont que très superficiellement examinées dans leurs ouvrages. Une troisième étude vient de combler très récemment, en partie, ce vide; due à R. D. SCHUILING (*Jointing in the permian Dôme de Barrot*, 1956, *Géol. en Mijnb.*, n. s., vol. 18, p. 227), elle est consacrée aux diaclases.

La tectonique du socle prise dans son ensemble est l'objet de la présente étude, commencée en 1952 dans le cadre de levés de détail, sur cartographie au 1/8 000^e, pour le compte du Bureau de Recherches Géologiques et Géophysiques, et poursuivie en grande partie dans celui d'une prospection pour le Commissariat à l'Energie atomique. Certaines relations entre les déformations du socle et celles de la couverture seront corollairement examinées.

PREMIERE PARTIE

PREMIERES DONNEES D'ENSEMBLE

1. Aspects géographiques. Ampleur du soulèvement. Son individualité relative.

Le Dôme de Barrot a beaucoup plus d'individualité par sa géologie et la morphologie qui en découle que dans la topographie. En effet, les deux arêtes culminantes qui le désignent dans les panoramas du Nord des Alpes-Maritimes, l'une à la cime de Barrot à 2 137 m, l'autre à la cime des Cluots à 2 105 m, sont étroitement soudées au Nord au puissant massif de couverture du Mont Mounier par de larges crêtes peu déprimées (col du Quartier, ou de Valberg, 1 669 m; col de la Couillole, 1 678 m). De même il est traversé en gorges profondes et sans affecter en rien leurs directions par le Var et le Cians.

Les affleurements permien géographiquement isolés se localisent dans une bande de largeur très irrégulière et dessinant un arc dont la convexité est tournée vers le Sud (fig. 1). La plus grande extension de l'ensemble, soit d'Est à Ouest, étant de 15 km, la largeur de la bande varie de 1,500 km, au droit de la cime de Barrot elle-même, à 6 km dans les gorges du Cians. Un grand affleurement principal entourant quelques îlots de couverture (parfois minuscules, celui de la cime de Serraye étant le plus important) est flanqué de quelques autres, petits et très voisins.

Le Dôme permien de Barrot flanque à distance, au Sud-Ouest, le massif cristallin de l'Argentera. Les affleurements de la bordure permienne de celui-ci, dans la région de St-Sauveur-sur-Tinée et Roubion, s'approchent à 6 km de ceux du Permien du Dôme de Barrot.

Dans les autres directions, par contre, on remarque le grand éloignement des affleurements paléozoïques alpins (Barles, à 50 km à l'Ouest - Nord-Ouest) ou extra-alpins (Tanneron-Estérel, à 43 km au Sud) et la faiblesse relative de leur culmination (Barles, 1 100 m; Tanneron-Estérel, surface structurale supposée complète, probablement de peu supérieure au relief actuel de la surface d'érosion, inférieur à 700 m).

C'est dans les gorges du Cians que l'on apprécie le mieux l'ampleur du Dôme permien de Barrot, puisqu'à Pra d'Astier son

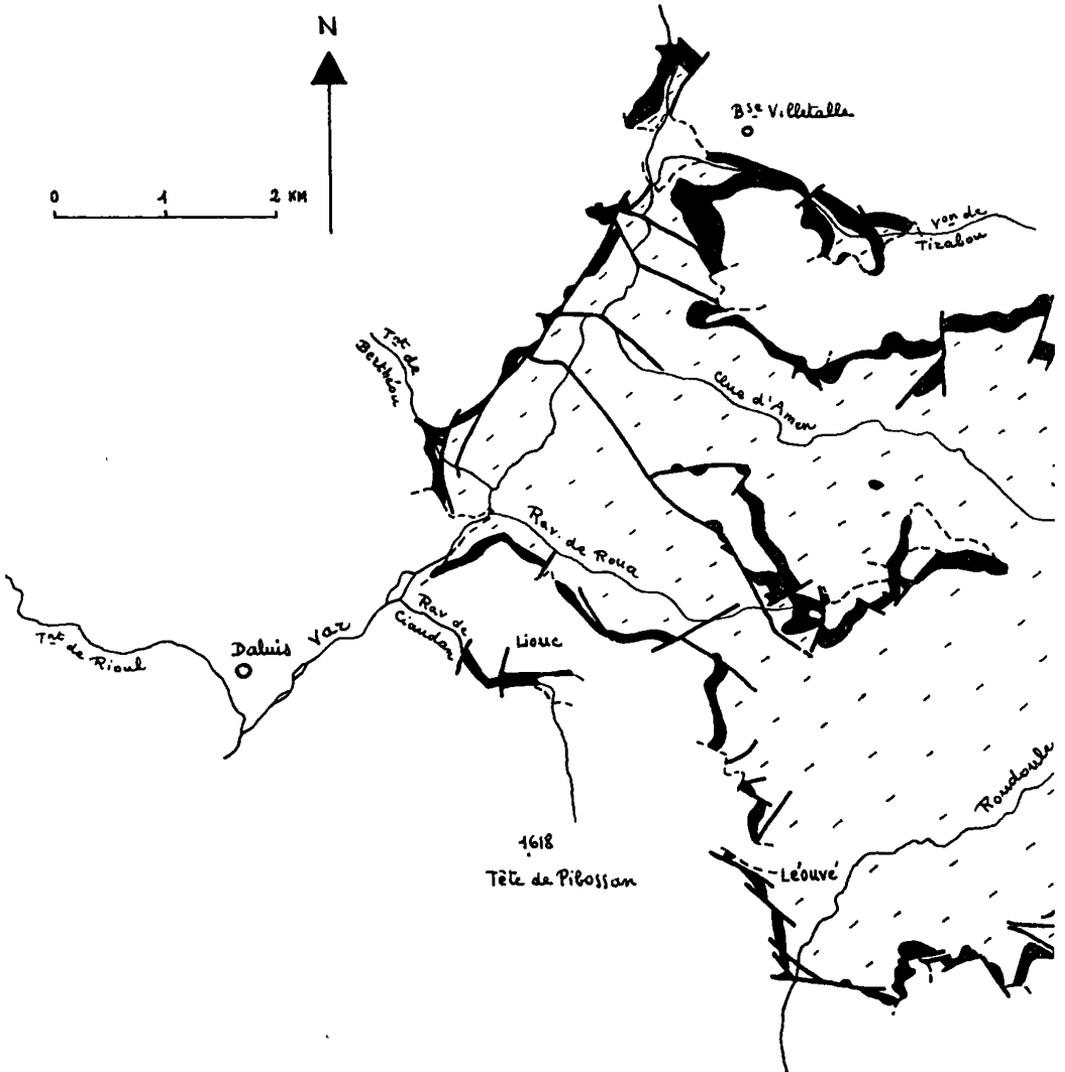
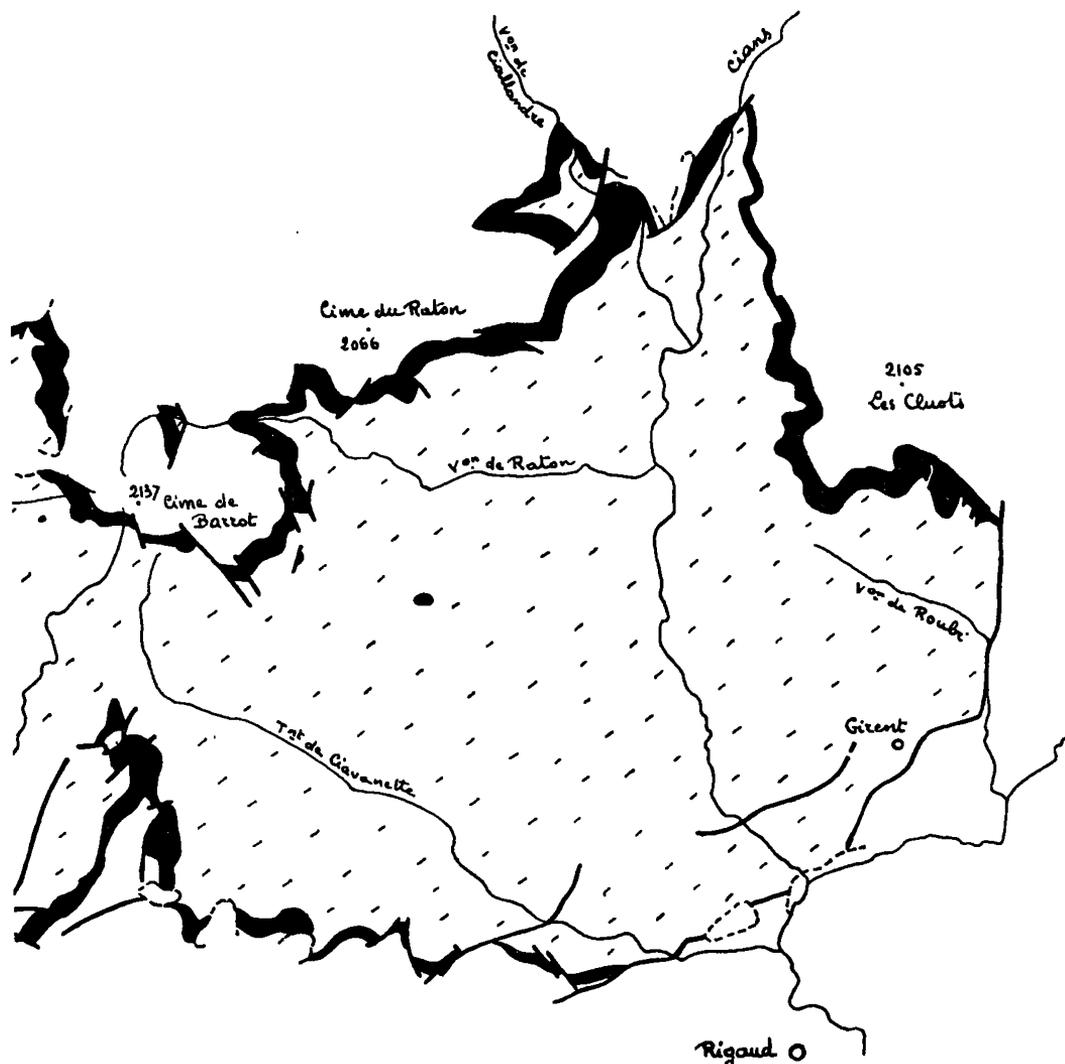


Fig. 1. — Les affleurements permien du Dôme de

contact (par faille) avec la couverture du Jurassique et du Keuper disparaît à 570 m sous les apports torrentiels du Cians et du vallon de Pierlas, alors que sa surface sous le Werfénien gréseux atteint 2 000 m à la cime de Barrot et dépasse 1 750 m aux Cluots. Cette même surface recoupe la vallée du Var vers 675 m à l'aval des gorges de Daluis.



Barrot et leur bordure werfénienne; principales failles.

Mais on conçoit que c'est vers le Nord et l'Est, en direction du massif cristallin de l'Argentera, qu'il est nécessaire d'estimer la valeur de la dépression de sa surface structurale pour mieux définir l'importance du Dôme permien de Barrot. On constate qu'au voisinage du Moulin de Beuil, à sa traversée du Cians, elle s'abaisse à 1 250 m, tandis qu'à l'Est la grande faille de bordure du vallon

de Roubi en montre le brusque plongement au-dessous de 900 m. Au Nord même de la cime de Barrot, le vallon des Roberts, à Barzès, ne laisse même pas apparaître le Werfénien à 1 200 m. Ces signes de l'abaissement de la surface structurale des formations permienes s'accroissent encore à la bordure même du massif de l'Argentera, dans la vallée moyenne de la Tinée : ici, la coupe du vallon de la Calancia, 8 km à l'Est - Nord-Est du vallon de Roubi, montre un Permien s'enfonçant encore à l'Ouest, sous un fort pendage, à moins de 600 m, tandis qu'un peu plus au Nord les synclinaux axiaux du vallon de la Vionène amènent les charnières de conglomérats werféniens au-dessous de 500 m (près du village de St-Sauveur).

Il est certain cependant que le « col », qui marque réellement la séparation entre les deux intumescences du socle paléozoïque voisines, n'est pas aussi déprimé que ces dernières valeurs pourraient le laisser croire, car les signes d'abaissement de la surface entre le Moulin de Beuil et Roubion, sous la couverture de Trias et de Jurassique inférieur, sont faibles.

Ainsi, *en dépit de la vigueur de son soulèvement individualisé, le socle permien de Barrot montre d'indéniables signes d'une unité tectonique alpine avec son grand voisin, l'Argentera.* Léon BERTRAND a parfaitement exprimé cela dans sa « Carte tectonique du Nord des Alpes-Maritimes » (ouvr. cit.).

Par contre, au Sud et à l'Ouest, les épais affleurements de Crétacé supérieur et de Nummulitique, qui ceignent largement l'intumescence de Barrot, sont un signe non moins indéniable d'une très profonde et vaste dépression du socle paléozoïque. Jean GOGUEL l'a hypothétiquement mais suggestivement représentée dans ses « Coupes de l'arc de Castellane » (*Description tectonique de la bordure des Alpes de la Bléone au Var, 1936, Mém. Carte géol. Fr.*).

Ce signe d'individualisation marquée dans ces directions renforce le caractère d'unité tectonique du Dôme de Barrot et de l'Argentera.

2. L'unité tectonique alpine permo-werfénienne.

On peut constater trois faits qui peuvent apparaître comme des données immédiates et fondamentales sur la tectonique du Dôme de Barrot :

- 1° Le Werfénien recouvre le Permien en légère discordance;
- 2° Il est absolument solidaire du Permien dans toutes les défor-

mations relevant de la tectonique ultérieure, c'est-à-dire, par définition, de la tectonique alpine;

3° Une profonde dysharmonie de plissement l'oppose au Trias moyen et, en général, à toute la série supérieure, révélant des processus tectoniques largement indépendants.

Si un faible plissement avait donc déjà déformé le Permien lorsqu'il devint le socle arasé sur lequel se déposa le Trias, on voit qu'il est possible d'envisager ultérieurement, durant les mouvements alpins, l'existence d'un socle permo-werfénien au sens tectonique du terme et, par conséquent, d'une tectonique alpine permo-werfénienne.

Les affleurements ainsi considérés, légèrement plus étendus, ne changent guère d'allure, mais forment un bloc plus compact. Seuls restent isolés de la grande masse principale celui du Pont des Roberts, ainsi qu'un affleurement nouveau : le Werfénien apparu en boutonnière d'érosion dans le fond du ravin du Ciaudan, au Sud du hameau de Liouc. Ce dernier affleurement, dont l'étude est intéressante à divers égards, mais surtout en ce qui concerne la minéralisation, se voit, grâce à la couleur de ses pélites rouges, depuis la grande route de Daluis à Guillaumes elle-même. Il est curieux qu'il ait entièrement échappé aux investigations des géologues jusqu'à la date récente (1952) à laquelle il nous a été donné de l'étudier.

3. Les roches.

Le *Permien*, qui affleure dans le Dôme de Barrot, est constitué presque en totalité par une très puissante formation de *pélites rouge vif* massives, mais délitables en esquilles schistoïdes conchoïdales, et dont l'homogénéité est remarquable sur toute l'épaisseur de la série. P. BORDET (ouvr. cit.) en a donné une description qui, si elle n'épuise pas la question, a entr'autres mérites celui de mettre en lumière l'analogie de leur composition chimique et de celle des roches analogues de l'Estérel, où elles sont encadrées par des coulées volcaniques. Les unes et les autres auraient pour origine des cendres volcaniques chimiquement évoluées.

La puissance bien connue de cette série pélitique homogène dans la région de Barrot doit être rappelée. Une coupe de plus de 900 mètres de profondeur dans ces sédiments (rive gauche de Cians) n'en atteint pas la base.

Ils affleurent encore très largement quelques kilomètres à l'Est, dans la vallée de la Tinée, autour de Roubion, Roure, ainsi qu'au

Sud et au Sud-Ouest de St-Sauveur, mais déjà bien amincis et pour s'amincir encore et disparaître très vite vers le Nord et l'Est. On peut observer au Nord et au Sud de St-Sauveur le passage progressif, mais relativement rapide, marqué par un petit nombre de récurrences de faciès, des pélites rouges à un faciès inférieur de grain plus grossier, de couleur plus violacée et plus terne, et micacé.

On observera que le caractère de résistance à l'érosion des pélites rouges, lorsqu'elles ne sont pas tectoniquement broyées, est assez grand pour que le Cians, la Roudoule et surtout le Var y aient creusé de profondes gorges aux parois verticales. Cependant les arkoses werféniennes forment presque toujours, au sommet de leurs talus, des corniches quasi-surplombantes, les cols de la surface d'érosion occupent volontiers l'emplacement d'un horst de Permien (cols de Roua et de Laus) et, à chaque crue, le Var, le Cians et la Roudoule (qui doit son nom à cela) s'y chargent aussi massivement en « terre rouge » que plus en amont le premier de ces cours d'eau le fait en « terre noire » provenant des marnes du Crétacé moyen ou de l'Oxfordien.

Dans les parties orientale et Nord-Ouest des affleurements, les pélites rouges sont directement recouvertes par le Trias. Par contre, dans un large secteur SW et médian, des bancs de *grès grossiers* et de *conglomérats* viennent s'intercaler irrégulièrement entre des niveaux de pélites rouges plus tendres à la partie supérieure du Permien. Dans ces galets de conglomérats on reconnaît de nombreux galets des divers types de rhyolite de l'Estérel et minéraux associés (calcédoine rouge), à côté d'éléments de Permien remanié, de gneiss gris, de granite et de quartz. Ce « *faciès de Léouvé* » (ainsi que l'a nommé P. BORDET, à qui on en doit la seule étude faite jusqu'ici, et les éléments descriptifs précédents, (ouvr. cit.) est le plus puissant et riche en bancs de grès et conglomérats à la bordure SW, entre le col de Roua et le vallon de Pontier. A Léouvé il semble atteindre et même dépasser 200 mètres de puissance. Il importe de noter que les bancs de grès et conglomérats n'ont pas un grand développement individuel : il s'agit de lentilles plus ou moins épaisses (en général quelques dizaines de centimètres à quelques mètres au maximum), dont l'extension ne semble pas dépasser 300 mètres, et qui sont parfois même très courtes. Ce fait est à rapprocher de celui (déjà noté par P. BORDET) de la stratification irrégulière et entrecroisée que présentent les bancs dans leur masse.

Le matériel détritique comprend de plus, étroitement associés aux lentilles grossières, des intercalations de quelques centimètres

à quelques décimètres de grès très fin schistoïde gris foncé à noir, charbonneux, avec structures végétales plus ou moins reconnaissables, et des débris végétaux isolés carbonisés (dont des troncs), ainsi que de minuscules lentilles de charbon sans structure macroscopique apparente pris dans la masse du conglomérat.

Le faciès pétrographique des pélites rouges montre d'autres signes généraux caractéristiques des conditions de la sédimentation. De nombreux lits montrent des surfaces luisantes avec traces de « gouttes de pluie » parfois, et surtout avec rippel-marks et craquelures de dessiccation, le réseau polygonal formé par ces dernières étant par endroits vigoureusement accusé dans le paysage.

P. BORDET (ouvr. cit.) signale d'autre part la présence d'un système de fissures rectilignes parallèles qui recoupent rippel-marks et craquelures de dessiccation et se localisent dans la couche supérieure du lit. Pour lui, ces fissures sont parallèles à une direction d'étirement de la roche et ont probablement une origine tectonique. Nous n'avons pas eu l'occasion de les observer, et elles constituent peut-être des accidents locaux. Par contre, lors d'une visite, il nous avait semblé, près de Ciavanette, reconnaître aux polygones de dessiccation une direction d'allongement, mais cette observation n'a pas été confirmée par celles faites au cours d'une visite ultérieure.

Le *Werfénien* est formé de deux séries très distinctes. Une *série massive inférieure d'arkoses conglomératiques blanches*, puissante de 20 à 40 mètres, débute par un poudingue généralement à assez gros galets (10 à 20 cm) et dont l'épaisseur moyenne, de l'ordre de 3 m, peut passer à 4 mètres ou descendre (rarement) à moins d'un mètre. En gros elle se poursuit par des couches à éléments de plus en plus fins. La coupe suivante, relevée à Léouvé, à l'Ouest des ruines de la fonderie de cuivre, peut être prise comme coupe type; elle a montré, de bas en haut :

1. Poudingue de base, 2,50 m;
2. Grès très inégalement parsemé de gravier de quartz de calibres très divers, semi-anguleux, distribué en lits discontinus, amas variables, très capricieusement distribués; ce niveau est le niveau-type de l'ensemble; 15 m;
3. Grès homogène à grain fin, friable, vert clair ou rougeâtre, 1,50 m;
4. Retour du faciès 2, 1,50 m;
5. Retour du faciès 3, mais plus fin, schisteux et se réduisant presque en poussière sous la pression des doigts, 0,15 m;
6. Retour du faciès 2, mais gravier rare, 1,50 m;
7. Retour du faciès 3, mais moins friable, 0,25 m.;

8. Retour du faciès 2, avec gravier rare comme 6, mais le grès devient brun verdâtre, 2,50 m;
9. Retour du faciès 3, mais moins friable comme 7, 0,20 m;
10. Le grès devient nettement brun verdâtre, s'érode irrégulièrement à la surface, 3 m; ce niveau termine la série au sommet.

L'ensemble, surtout le niveau 2, montre à peu près partout une structure finement entrecroisée.

Cependant cette coupe-type ne saurait prétendre représenter l'ensemble des aspects de la série tout autour du Dôme.

Elle est marquée en particulier par l'absence des minces niveaux schistoïdes noirâtres à fins débris de plantes carbonisées et des débris végétaux carbonisés et petites lentilles de charbon, formations toutes très analogues à celles du faciès de Léouvé du Permien et qui s'intercalent en nombre variable vers le milieu et le haut de la série, au moins dans la région ouest du Dôme.

Selon les localités, cette série apparaît formée de roches plus ou moins consolidées, ce qui se reflète dans la topographie, mais on ne voit guère, dans le Dôme de Barrot, les zones et niveaux largement sableux qui sont exploités dans la vallée de la Tinée et surtout dans celle de la Roya (à Tende notamment). Par exception, du gypse peut s'y trouver localement interstratifié (rive droite du ruisseau de Canté).

Au sommet, les arkoses passent rapidement mais progressivement à une *série supérieure* du Werfénien, un peu moins puissante en général, formée de *pélites rouges* qui ressemblent à celles du Permien, avec le même cortège de rippel-marks et de mud-cracks. Cependant leur teinte est plus brique, leurs délits montrent des paillettes de mica, leur litage est nettement accusé, et leur fréquente intercalation avec de minces bancs de grès vient encore les en distinguer macroscopiquement.

L'*attribution stratigraphique* de ces diverses formations, rappelons-le, n'a pas encore été confirmée par la découverte de faune et flore locales spécifiquement déterminables. En ce qui concerne le Permien, on peut ajouter seulement qu'il doit s'agir d'une série supérieure. D'ailleurs les *pélites rouges* du Permien reposent, dans la région de St-Sauveur, sur un Permien plus grossier et bariolé comprenant le faciès rouge violacé cité plus haut, dont la base d'arkoses compactes semble elle-même reposer, et de plus en discordance, sur l'Autunien récemment daté du vallon de Roya (commune de St-Etienne-de-Tinée). En ce qui concerne le Werfénien, ce nom est ici une locution commode désignant le faciès de base du Trias.

4. Gîtes métallifères.

Une *minéralisation métallique* est disséminée à travers l'ensemble des formations permo-werféniennes du Dôme de Barrot. Elle y forme des gîtes nombreux, à teneurs locales parfois élevées, mais très généralement de faible étendue et irrégulièrement distribués. Elle comprend essentiellement :

1. Des filonnets cuprifères dans les pélites rouges permienes des gorges de Daluis;

2. Une minéralisation en cuivre faiblement uranifère et thori-fère au toit du Permien et dans le Werfénien inférieur, sur la rive droite des gorges de Daluis et au Pont des Roberts;

3. Des niveaux minéralisés en cuivre et en uranium dans le Werfénien inférieur de la boutonnière d'érosion du ravin du Ciaudan (Liouc) et dans le faciès de Léouvé du Permien selon une zone d'affleurements allant du Var à la cime de Barrot et aux abords Nord du hameau supérieur de Léouvé : un aspect typique de ce groupe de minéralisation est que l'uranium y est essentiellement concentré dans les inclusions charbonneuses ou les schistes noirs associés aux lentilles ou aux bancs de grès, les produits colorés du cuivre s'étendant plus largement que les zones radio-actives qu'ils accompagnent toujours;

4. La minéralisation cuprifère de l'ensemble de la bordure d'arkoses werféniennes.

Une première étude sommaire de l'ensemble de ces minéralisations, faite avec l'aide de la Direction des Recherches et Exploitations minières du C.E.A. d'une part, et du B.R.G.G.M. d'autre part, pour l'examen des échantillons, a montré que les diverses minéralisations n'ont pas de lien génétique avec les sédiments encaissants; elles sont le produit d'un remplissage tardif dans les diaclases et les zones poreuses des roches, après leur diagénèse, leur fracturation, et sans doute même après leur altération. Leur origine hydrothermale, démontrée sur échantillons par la présence de cuivre gris, était déjà extrêmement probable du fait de la superposition ou du rassemblement géographique soit de niveaux minéralisés stratigraphiquement distincts (exemple particulièrement caractéristique du groupe 3), soit de minéralisations appartenant respectivement à l'un et à l'autre des deux types, cuprifère et cupro-uranifère, dans lesquels peuvent se classer séparément les gîtes (cas du groupe 3 et du groupe 4 pour sa partie principale Le Cerisier-Léouvé). On peut ajouter que, çà et là, quelques struc-

tures proprement filoniennes sont observables (Groupe 1 et Pont des Roberts).

Parmi les minéraux du Cuivre qui ont été rencontrés, la Panabase et la Chalcopyrite sont seules primaires, mais on observe surtout les produits d'altération ou de cémentation classiques tels que : Malachite, Azurite, Chrysocolle, Bornite, Chalcocite, Covellite, Cuivre natif, Cuprite et autres.

L'Uranium, essentiellement concentré dans les parties charbonneuses, n'a montré une minéralisation différenciée que dans un seul échantillon, associé au Cuivre, sous forme de Zeunérite. Le Thorium ne joue qu'un rôle accessoire.

On rapprochera de la présence de cette minéralisation l'existence de *sources thermo-minérales (sulfureuses)* à Liouc, sur le Werfénien cupro-uranifère du ravin du Ciaudan, et à Daluis, dans le vallon de Rioul.

On verra ultérieurement les rapports entre minéralisation et tectonique.

5. La discordance permo-werfénienne.

Pour Léon BERTRAND, le Trias apparaissait concordant avec le Permien dans tout le Nord des Alpes-Maritimes, bien que transgressif par rapport à lui, et il ne s'était pas manifesté dans la région de phase tectonique véritable entre le Permien et le Trias.

P. BORDET a montré le premier qu'au *Dôme de Barrot les arkoses conglomératiques du Werfénien reposent sur le Permien en légère discordance*. Il a précisé que cela avait lieu par l'intermédiaire d'une surface ravinée.

La discordance s'observe assez bien sur la rive droite du Var, près du Pont des Roberts et à l'entrée des gorges de Daluis, définie par un angle d'environ 5 degrés, les pendages vers le Nord du Permien étant plus faibles que ceux de leur surface structurale au mur du Werfénien. Cependant l'étude systématique tout autour des affleurements permien n'a pas été faite, et l'on ne sait pas s'il a existé localement, sous le Werfénien transgressif, une région plissée ou gauchie avant arasement. L'intérêt de la question serait de savoir si, après le dépôt du Permien et avant celui du Trias, le Dôme de Barrot a pu connaître ou non une phase prémonitoire d'individualisation.

A. FAURE-MURET (*Etudes géologiques sur le massif de l'Argentera-Mercantour, Mém. Carte Géol. Fr., 1955*) parallélise les mouvements post-permiens anté-werfénien observés dans l'ensemble

du Nord des Alpes-Maritimes avec la phase Palatine de Stille. S'ils ne paraissent avoir été nulle part très intenses, ils ont cependant pu aboutir, en bordure SW du massif de l'Argentera, à des structures plus discordantes qu'au Dôme de Barrot, mais que la vigueur de la tectonique alpine rend le plus souvent d'observation difficile et qu'il ne faudrait pas confondre au surplus avec ceux résultant d'une des phases intra-permiennes probables.

A une douzaine de kilomètres au Nord du Dôme de Barrot, l'Autunien de Roya, dans le vallon de l'Ardret, apparaît énergiquement plissé (les pendages y varient, sur 100 m, de 10 à 15° à la verticale avec une direction perpendiculaire) sous le Werfénien très discordant. Plus à l'E et sur toute la rive droite de la Tinée, du Mont Sellier à St-Etienne-de-Tinée, le Werfénien repose sur une épaisseur variable de Permien bigarré, post-autunien. Mais il ne semble pas possible d'attribuer les mouvements qui ont plissé ici l'Autunien à une phase tectonique post-permienne; les signes de discordance du Permien bigarré sur l'Autunien, rive gauche du vallon de Roya, indiqueraient l'action d'une phase intra-permienne pouvant correspondre par exemple aux mouvements probables que A. FAURE-MURET (ouvr. cit.) situe à la base de la série du Bego.

Des traces de mouvements énergiques anté-triasiques ayant entraîné du Permien bigarré se trouvent, par contre, rive gauche de la Tinée. Sur 2 km à peine, d'une rive à l'autre, le Permien épais (100 à 300 m) a fait place à de petits lambeaux épars collés au mur du Werfénien çà et là, et surtout il faut noter la présence, à travers le vallon de Fougeret, de deux synclinaux indépendants, l'un de Permien, l'autre de Werfénien, celui-ci très couché, reposant à peu près perpendiculairement sur la tranche du premier. Sauf intervention d'une faille alpine inobservable sous les éboulis entre l'affleurement permien, redressé à 70° et les gneiss et granulites situés à l'aval, qui aurait vidé en hauteur une partie de l'ancienne structure, il existe ici un ancien synclinal pincé, aux formes subverticales. Or, ici aussi on peut invoquer l'action d'une phase intra-permienne, et A. FAURE-MURET situe en effet une deuxième phase intra-permienne au sommet de la série du Bego.

Quoi qu'il en soit, *la phase tectonique atténuée qui a déformé le Permien au Dôme de Barrot avant le dépôt du Trias, soit par gauchissement, soit par ondulations, n'a que faiblement dérangé l'horizontalité originelle générale de ses sédiments.* A peu de choses près, les inclinaisons, que ses couches présentent aujourd'hui, traduisent une tectonique alpine.

DEUXIEME PARTIE

CARACTERES GENERAUX DU STYLE TECTONIQUE

1. L'aspect souple de Dôme et la structure faillée fine du soulèvement alpin.

A sa propre échelle, l'intumescence du socle permien de Barrot est correctement décrite par le terme de « dôme ».

Dans le périmètre défini par les affleurements, il s'agit d'un dôme très allongé, de grand axe E-W, quelque peu dissymétrique. La dissymétrie s'accuse beaucoup si l'on considère que, vers le Nord-Est, le dôme doit se prolonger à un niveau assez élevé jusqu'à sa soudure avec le massif de l'Argentera : le Dôme de Barrot apparaît comme un lourd bastion avancé aux arrondis massifs flanquant, à quelque distance au Sud-Ouest, le massif de l'Argentera et dont la façade frontale placée de biais regarde au Sud.

Dans le paysage, l'élément de dissymétrie ne se trahit guère. La forme typique du dôme régulièrement ployé apparaît par contre sous un aspect saisissant dans le coup d'œil que réserve le col de Roua sur la haute vallée de la Roudoule. En suivant le dessin des lits du Permien de la cime même de Barrot jusqu'à la lisière Sud extrême de ses affleurements, près de la Roudoule, on voit le pendage de ces lits plonger très progressivement de plus en plus fort en direction de la lisière.

Cette représentation de dôme est celle qu'a naturellement décrite Léon BERTRAND, et elle correspondait à l'échelle même des grandes structures locales qui avaient à être définies à l'époque.

Or, si on entre dans le détail, on assiste à un phénomène remarquable : *les structures souples que définissent les flancs du dôme permien s'effacent de plus en plus complètement au fur et à mesure que l'on tente de les observer à une échelle de plus en plus petite. Elles se résolvent en une série de gradins formés de facettes polygonales à peu près planes appartenant à l'ancienne surface structurale rompue, et de surfaces de failles limitant les polygones.*

Les gradins ainsi définis par les failles ne présentent pas obligatoirement un rejet vers la région centrale, la plus élevée, du dôme ou vers les régions qui en marquent les crêtes de part et

d'autre. Cependant, un tel rejet est à peu près la règle pour de nombreuses failles, et surtout pour les accidents les plus caractéristiques et les plus importants des bordures, et l'ensemble des gradins présente bien un rejet résultant vers les régions précitées. D'autre part, les facettes se disposent selon des plans tangents à une surface idéale qui pourrait définir l'intumescence comme un dôme à tectonique plastique : *le système tectonique cassant forme avec le dôme un ensemble lié. Le dôme, de style plastique, est la forme générale de l'ensemble; cette forme se décompose aux échelles inférieures en une série de formes cassantes.*

En d'autres termes, et pour résumer suggestivement les faits : sans ses failles, le Dôme de Barrot n'existerait pas ou ne serait tout au plus qu'une faible surélévation du socle.

Cette description semble s'opposer de manière absolue à la conception de P. BORDET selon laquelle la grande régularité du dôme permien, à plongement périclinal assez faible, n'est guère troublée par les accidents (failles) qui l'affectent (ouvr. cit.).

2. Le réseau de failles à travers la série stratigraphique.

On constate que la structure faillée définie à la surface structurale du Permien se retrouve, à la fois vers le haut et vers le bas, à travers toute la série permio-werfénienne observable. Cependant, si l'on considère le champ de failles lui-même aux divers niveaux stratigraphiques, on voit qu'il subit des variations d'ensemble caractéristiques.

En commençant à s'élever dans la série à partir de la surface du Permien, on voit les bancs d'arkoses conglomératiques du Werfénien inférieur entièrement recoupés, sans variation sensible de rejet semble-t-il, par toutes les failles qui en affectent la base, même les plus petites. En ce qui concerne le *Werfénien inférieur*, on peut donc dire que, *du bas en haut de sa couche, le champ de failles se conserve.*

Il n'en est plus de même pour les *pélites rouges du Werfénien supérieur*. Celles-ci amortissent toutes les failles dont le rejet est assez petit par rapport à leur épaisseur. Cette observation est constante dans la mesure où le permettent les conditions d'observation (bien moins bonnes qu'au-dessous en raison de la mollesse du relief des pélites et des cargneules susjacentes et de leur disposition favorable à la présence d'éboulis et de sol végétal). Ainsi, à la frontière du domaine tectonique considéré, le Werfénien supérieur apparaît comme une *barrière plastique* que ne peuvent franchir, avant

même d'atteindre la barrière sans aucun doute plus plastique encore des cargneules inférieures du Trias moyen, des accidents dont le rejet ne dépasse pas quelques mètres, ou un peu plus, et au sein de laquelle leur déformation se répartit en s'étalant.

A l'opposé, les failles observables au mur du Werfénien peuvent se poursuivre très profondément et fort loin à travers les assises du Permien, ou s'y amortir au contraire relativement vite. Elles s'y développent rarement sans être interrompues ou perturbées au passage par des accidents sécants. D'autre part, d'autres failles observées dans les assises permienues s'y amortissent vers le haut, sans jamais atteindre le Werfénien ou même des niveaux permienues élevés.

3. La structure du champ de failles.

L'étude du champ de failles envisagé dans sa totalité serait très laborieuse et même extrêmement difficile à mener à son terme, sinon impossible; elle exigerait le levé de toutes les failles qui recoupent le Permien sans se retrouver aux bordures, et une estimation valable de l'importance de leur rejet et même du sens de celui-ci : or, ces deux dernières données doivent être le plus souvent considérées comme pratiquement indéterminables dans les pétiltes rouges homogènes qui forment la grande masse du Permien; un grand nombre de fractures, visibles dans le Permien, ne peuvent par la suite être différenciées.

Dans ces conditions, c'est l'examen des accidents qui recoupent la couverture du Permien en bordure de celui-ci et qui ont pu être suivis plus ou moins dans le Permien, ainsi que d'un certain nombre d'accidents notés dans le Permien seul à proximité des premiers, qui servira de base aux remarques ci-dessous.

D'après P. BORDET (ouvr. cit.), les failles à rejet notable (une centaine de mètres) sont généralement dirigées NW et NE, avec une nette prédominance de ces dernières. Une statistique faite sur 23 failles à rejet notable a donné le résultat suivant, obtenu en prenant la direction moyenne de failles courbes et en poussant l'approximation au quart de quadrant :

— Directions ...	N	NNE	NE	ENE	E	WNW	NW	NNW
— Nombres	3	6	3	3	3	1	3	1

On peut donc bien parler, avec une approximation moins poussée, d'une prédominance de failles NE, mais il y a plus de failles N et de failles E, prises séparément, que de failles NW. La

même absence de netteté dans le choix des directions se retrouve dans les failles plus petites. Or, si l'on constate qu'un groupe important de ces accidents présente des directions approximativement NW dans la région de Léouvé, on voit aussi qu'il s'agit ici de failles directionnelles. Il semblera plus intéressant, par conséquent, de noter les directions des failles dans chaque secteur du dôme, en relation avec la tectonique générale du secteur, que de tenter de les rattacher à un système de direction unique pour tout le dôme.

Un caractère du champ de failles est de présenter de grandes variations de densité de son réseau selon les secteurs. Il est possible d'y distinguer des faisceaux de failles grossièrement parallèles, pouvant se grouper en réseaux perpendiculaires (3^e part. n° 2), et des faisceaux en éventail (3^e part. n°s 3 et 4). Ces associations semblent ne jamais exister à l'état pur et être toujours liées à d'autres failles. Des petits accidents, formés par l'association de deux failles de rejets opposés se soudant à angle aigu, définissent des coins affaissés ou soulevés plus ou moins basculés, broyés parfois, dont l'aspect peut être rendu très curieux (3^e part. n°s 5 et 7) par leur acuité extrême par exemple.

4. Sur les caractères présentés par les failles.

Les failles du Dôme de Barrot sont en général très inclinées sur l'horizontale, souvent subverticales. Parfois cette inclinaison peut s'abaisser à 45 ou 40°, par exception à 35° ou moins.

Ceci dit, on peut vérifier sur les failles que l'on voit passer du Permien aux termes supérieurs, que le rôle *non exclusif mais prédominant revient aux failles normales et aux failles conformes*, ce qui aboutit à ce fait très important que *l'ensemble du système traduit une distension de la surface structurale du Permien*.

Dans les cas assez nombreux où il est possible d'observer les miroirs de faille, aux stries souvent très nettes, on note que la composante de rejet dans le plan vertical est en général de beaucoup la principale, et une telle étude conduit à penser qu'il ne doit exister que très peu de failles de décrochement. Cependant, elle n'a pas été faite de manière systématique et n'a intéressé que des accidents de la bordure SW.

En rapport avec l'amortissement déjà noté des failles, soit en s'élevant, soit en redescendant dans la série stratigraphique, on observe avec la même netteté leur naissance ou leur effacement le long d'un niveau donné, ainsi que les variations souvent notables

de leur rejet. Celles-ci paraissent suivre une loi en général assez simple, avec un maximum unique, lorsqu'elle n'est pas perturbée par la présence d'accidents sécants et dans la mesure où l'on peut licitement extrapoler les résultats de l'observation sur des secteurs isolés de l'affleurement de la faille intéressée. Il s'agit ici d'ailleurs des failles de plus grande extension horizontale. Pour des failles courtes, limitées par des accidents transverses, la loi se simplifie encore et se réduit à un simple mouvement de bascule.

Aussi l'inversion du sens de rejet paraît-elle un cas exceptionnel. Ce mouvement de bascule, particulier en ce sens qu'il ne définirait qu'un « rejet angulaire » et qui serait éventuellement susceptible de résulter d'une « faille de torsion », n'a été observé avec peu d'ampleur que sur une petite faille recoupant le Werfénien de l'arête Ouest de la cime de Serraye. L'accident subvertical N 30° W présente, à 200 mètres de distance, des rejets inverses de 2 mètres et 3 mètres.

De nombreuses failles courtes peuvent se décrire comme pratiquement planes. Mais le cas des accidents qui s'écartent beaucoup de la représentation plane et se développent selon des surfaces même pas cylindriques (voire simplement réglées), mais gauches, représente un groupe important de failles, dont les plus étendues reconnues.

5. Failles et plis cassants.

Comme il a été dit plus haut, les facettes planes de la surface structurale du Permien qui, entre les failles, représentent les lambeaux de l'ancienne surface structurale rompue, sont tangentes à la surface courbe du dôme décrit comme une unité tectonique plastique. Ce fait, considéré par rapport aux failles, montre que celles-ci possèdent un autre caractère général (sinon constant) et très important : elles limitent les panneaux de pendages différents. D'autre part, ceux-ci ne définissent pas un simple mouvement relatif de bascule parallèlement à la surface de la faille, aux exceptions près.

Ceci conduit à la notion de « *plis cassants* ». *De nombreuses failles avec rejet marquent aussi les charnières et les principales surfaces selon lesquelles s'est localisée la déformation angulaire de tels plis aux flancs rigides.*

Le plus grand nombre de ces plis n'apparaissent d'ailleurs que comme de médiocres ondulations secondaires, quand il ne s'agit pas plus simplement encore du seul plongement progressif de la surface du dôme lui-même vers ses bordures.

Mais, dans quelques cas, on observe des structures beaucoup plus nettement accusées. D'autre part, on peut définir l'existence, au moins locale, de plis cassants purs, non accompagnés de rejets de failles.

Il importe de noter que *les plis cassants de détail bien marqués ont presque tous été observés dans les pélites rouges homogènes du Permien*. Le passage très net, au moins dans un cas décrit au deuxième paragraphe ci-après, d'une flexure cassante à une faille simple lorsque l'accident cassant se poursuit dans le faciès de Léouvé et le Werfénien, illustre la différence des conditions mécaniques du milieu qui régissent d'une part le Permien rouge homogène, d'autre part le faciès de Léouvé et le Werfénien et qu'impliquait, à priori, la présence de plis cassants bien marqués, surtout dans le Permien rouge. On peut mettre en cause à la fois l'homogénéité et la puissance de la série.

Une telle structure plissée cassante se voit sur la rive gauche du Var, au Sud du Bancaïroun, et au versant Ouest du point 1306 (NW d'Amen) (3^e part. n° 2). Elle se définit comme *anticlinal* grâce à la disparition vers le haut de la bordure de Werfénien, qui forme de belles corniches verticales au Sud et au Nord, tandis que les pélites rouges permienues remontent beaucoup plus haut vers le point 1306, malheureusement recouvertes ensuite par des éboulis et des terrains glissés qui empêchent à la fois d'évaluer l'importance de l'intumescence et sa forme précise. L'anticlinal correspond dans le versant à un faisceau de trois failles principales en patte d'oie, dont deux se détachent de la troisième vers le bas du versant, l'ensemble étant donc divergeant vers le sommet de l'anticlinal. Les trois failles limitent deux panneaux triangulaires très allongés Nord et Sud, où les pendages sont respectivement d'environ 20° Nord 30° Ouest au Nord, et 50° Ouest - Sud-Ouest au Sud. En bordure immédiate Sud de la faille Sud (qui est celle dont les autres se détachent et qui apparaît comme la faille principale du système), le flanc descendant de Werfénien réapparaît sous l'aspect d'une chute de multiples gradins par failles plus petites serrées, les gradins étant de plus très broyés.

Plusieurs *flexures cassantes* typiques ont été observées (3^e part. n° 2, 3, 4). La première impression qu'elles donnent est celle d'un fossé dans lequel les bancs de pélites rouges apparaissent plus ou moins broyés, basculés tous dans le même sens, ou redressés verticalement. Les deux plis intéressants à décrire se situent dans le ravin de Garnier. La première au Nord se développe de 350 à 700 m au Sud-Est du col de Roua. On y voit, entre une faille au Sud-Ouest (aval dans la topographie) et un système de deux failles au NE

(amont), un panneau de pérites rouges très broyées avec des blocs tous fortement basculés dans le même sens (environ 60° SW ou WSW), c'est-à-dire dans la même direction que le pendage beaucoup plus faible (20°) des bancs encaissants. La disposition de ceux-ci aux abords immédiats des failles de bordure fait d'ailleurs penser qu'une légère déformation par plissement, très localisée, visible surtout au SW, a accompagné (et peut-être précédé) l'accident cassant. Vers le NW, la flexure semble brusquement limitée à une faille transverse, et l'une des failles de la bordure NE se prolonge par une faille subverticale simple W 30° N qui recoupe le faciès de Léouvé, puis le Werfénien (30 m de rejet vers le NE au mur du Werfénien), pour mettre enfin en contact à quelques centaines de mètres de là le Permien du ravin de Roua et les cargneules inférieures de la Tête de Giordanet. La deuxième flexure, rive gauche du ravin de Garnier au NE du point 1201, présente une disposition contraire aux pendages; il semble s'y associer localement un petit pli anticlinal cassant; son intérêt principal est de montrer l'existence d'une flexure cassante sans rejet, d'ailleurs naissante là où l'absence de rejet est certaine.

L'existence des flexures cassantes larges du type précédent éclaire sur la genèse des étroits panneaux fortement gauchis et des zones laminées que l'on peut voir le long de grandes failles, et dont certains, grâce aux conditions d'observation, sont typiques (3° part. n° 2).

A l'autre extrémité de l'échelle, on voit que, *pris dans sa totalité, le dôme permien peut être essentiellement défini comme un grand pli cassant.*

6. Réseaux de failles à trois dimensions, zones disloquées, zones broyées.

Le champ de failles a surtout été considéré aux chapitres précédents et, sauf exceptions, dans ses aspects de surface ou tout au moins dans l'agencement en surface de ses éléments constitutifs. Mais si l'on note que des failles diversement inclinées doivent nécessairement, sauf amortissement préalable, se recouper en profondeur, on voit que, dans certains cas du moins, il faut considérer non plus seulement un réseau de failles polygonal de surface, mais bien un réseau polyédrique « à trois dimensions ». De tels réseaux correspondent sans aucun doute aux aspects de surface observés en certains secteurs de la bordure permo-werfénienne (3° part. n° 3).

Cependant la distinction et la notation individuelles des failles constitutives d'un réseau à trois dimensions disparaissent lorsque

les éléments du réseau deviennent petits. On entre dans le domaine des zones disloquées, où la déformation cassante est seulement à considérer dans son ensemble, c'est-à-dire dans un volume, puis des zones broyées, où les éléments de la masse rompue sont devenus comparativement très petits (de métriques à centimétriques). Rares dans l'ensemble du Dôme de Barrot, *des zones disloquées et des zones broyées participent néanmoins à la tectonique du Permien rouge homogène et du Werfénien dans des secteurs bien déterminés* où leur présence est le signe d'efforts tectoniques particulièrement violents (3^e part. n^o 2, 4, 8 et surtout n^o 5).

7. L'amortissement des failles et la présence d'une tectonique plastique embryonnaire dans le Permien.

De nombreuses failles de toutes importances se terminent dans le Permien, sans être interrompues par un accident transverse, par simple amortissement soit vers le bas, soit vers le haut, soit en extension horizontale. L'observation de cet amortissement en a montré trois types différents.

Dans un premier type, la faille « éclate » en ramification arborescente de failles secondaires de plus en plus petites répartissant la déformation cassante à une échelle de plus en plus petite dans un volume donné.

Dans un deuxième type, la faille « s'évanouit » dans la masse rocheuse : il s'agit toujours alors de pélites rouges, soit dans les pélites rouges homogènes, soit interstratifiées dans le grès du faciès de Léouvé.

Il est très probable que ces deux types existent ensemble dans l'amortissement des failles importantes, celles-ci commençant par se ramifier, et on peut même penser que, notamment dans les pélites rouges homogènes, ce soit le cas le plus général.

Enfin, dans un cas exceptionnel, observé dans le faciès de Léouvé sur la rive gauche du ravin de Figuière, la faille passe à une flexure plastique. C'est ici une singularité d'autant plus remarquable qu'aucun autre pli plastique, même atténué, ne se voit dans un très large secteur environnant.

Pendant, quelle que soit la manière dont il s'opère, *l'amortissement d'une faille implique, à son échelle, un réarrangement de la masse rocheuse encaissante largement plastique*. Ainsi on voit qu'une part sans doute assez importante revient, dans la mise en place du dôme permien, à un processus tectonique plastique invisible, non matérialisé à nos yeux par des plis.

D'autre part, on peut observer la fréquente courbure, type flexure, des lits de pélites rouges contre des failles dont elle trahit le sens du rejet. Il s'agit d'*embryons de plis extrêmement localisés*. Dans un cas, il a été observé contre une faille, à partir de couches non déformées, un tel rebroussement passant aussitôt à une flexure cassante.

Enfin, en quelques endroits, les pélites rouges homogènes apparaissent engagées dans de véritables plis, anticlinaux ou grandes flexures, celles-ci d'ailleurs associées à des failles. Mais ces plis de grands rayons et de faibles amplitudes ne traduisent pas de vigoureuses déformations plastiques. A Léouvé, sur la rive droite de la Roudoule, on observe aussi la faible courbure anticlinale d'un gros banc de grès conglomératique que longe l'ancien chemin muletier. Or, cet anticlinal à peine indiqué est clairement en relation avec une faille en position supérieure, mais d'une manière complexe, par l'intermédiaire d'une chicane formée de lentilles de grès et des lits épais de pélites rouges intercalés qui ont transmis dysharmoniquement la déformation plastique.

En résumé, les manifestations de tectonique plastique qui s'observent dans le socle permien du Dôme de Barrot apparaissent toutes comme des ébauches. La part du plissement, très étroitement localisée, reste extrêmement réduite. Quant à la mise en place plastique de la masse rocheuse en relation avec les terminaisons des failles, elle ne représente également qu'une faible déformation.

Une remarque doit être faite au sujet des terminaisons de failles. Il a toujours été question, plus haut, d'amortissement de failles. Ce terme ne doit être pris que dans son sens imagé, descriptif. Il n'implique pas l'idée que la faille a été la déformation première.

8. Caractère exceptionnel de la présence d'ébauches de plis dans le Werfénien.

Si dans le Permien les manifestations de tectonique plastique apparaissent toutes comme des ébauches, ce caractère s'accroît encore dans le Werfénien. Les arkoses conglomératiques du Werfénien inférieur apparaissent comme le matériel le moins souple de toute la série, de très rares panneaux ployés en arc peu étendu de grand rayon de courbure ne s'observent que çà et là.

Or, la couche mince de pélites rouges du Werfénien supérieur n'aurait pu se déformer par plissement souple que d'une manière indépendante de son support ultra-rigide. En fait, cela n'a pu avoir lieu. Le Werfénien supérieur n'a pas eu une tectonique indépen-

dante; ses couches de base ont épousé fidèlement les déformations essentiellement cassantes du Werfénien inférieur, tandis que, sous la réaction des cargneules du Trias moyen, ses couches supérieures étaient (assez souvent) entraînées dans de minimes déformations plastiques pour leur propre compte.

9. Conclusions sur les aspects dysharmoniques du plissement.

Il ressort des paragraphes 2, 5, 6, 7 et 8 que le comportement tectonique des divers niveaux stratigraphiques constituant le socle permo-werfénien même du Dôme de Barrot a été assez différent.

1° Le Permien, pris dans son ensemble, est le siège d'une dysharmonie de caractère fondamental, dans laquelle on voit se transformer la déformation plastique d'un volume donné de roche en faille. Sous son faciès de Léouvé, il montre de plus une dysharmonie de type couramment considéré, entre niveaux compétents formés par les lentilles de grès et niveaux incompétents constitués par les pélites intercalées. Enfin, ses petites zones plissées, en style cassant ou non, intéressent toutes une épaisseur limitée, souvent faible, de la série et s'y localisent aux niveaux les plus divers en même temps que géographiquement.

2° Or, la résultante de toutes ces déformations dysharmoniques ne se fait jour à la surface structurale que sous une forme à peu de choses près uniformément cassante par failles et rigide, excluant toute notion de dysharmonie. Mais il s'agit aussi ici du mur du Werfénien. On est en droit de penser que c'est la réaction des arkoses conglomératiques werféniennes très rigides qui a imposé à la surface du Permien leur style essentiellement cassant par failles.

Le Werfénien inférieur ne montre que de rares zones broyées, et il n'a pu être vérifié si ces zones particulières correspondent à des variations de puissance de son niveau, qui seraient d'origine tectonique. Par exception, plus rarement encore il montre des panneaux très légèrement ployés, mais nulle part il n'a été observé de signe de son amincissement ou de son épaissement résultant d'une tectonique plastique. Dans ces conditions, le *Werfénien inférieur*, qui conserve le champ de failles, on l'a vu, apparaît comme le *niveau compétent de l'ensemble du bâti tectonique du socle*. Ses rares zones broyées ne peuvent mettre éventuellement en défaut cette règle que très localement.

3° Au sommet du bâti, les pélites rouges du Werfénien supérieur sont à nouveau le siège de la dysharmonie fondamentale entre structure faillée et déformations plastiques liées. On verra aussi

plus loin que certaines réactions de la couverture y ont produit d'autres déformations dysharmoniques de style plastique. Mais ces derniers phénomènes entrent dans le cadre général des interactions socle-couverture. Ils peuvent d'ailleurs être considérés comme des manifestations atténuées intermédiaires de la dysharmonie majeure qui oppose la tectonique du socle à celle de sa couverture.

TROISIEME PARTIE

LES STRUCTURES LOCALES

1. Les petites régions tectoniques du socle du Dôme de Barrot.

Dans une certaine mesure, et parfois avec netteté, les divers secteurs géographiques des affleurements du socle du Dôme de Barrot montrent des différences de comportement tectonique; elles se voient dans la présence de tels ou tels types d'accidents, ou simplement dans l'importance relative de leur rôle et dans l'importance et le nombre des accidents qui affectent respectivement ces secteurs. Des directions privilégiées s'y observent aussi.

Mais il est certain aussi que la seule situation géographique d'un secteur donné a suffi à lui conférer une place tectonique particulière dans le soulèvement et la déformation d'ensemble du dôme. On voit l'intérêt qu'il peut y avoir à tenter d'en dégager le comportement tectonique original.

On distinguera sur cette base les sept petites régions tectoniques suivantes, qui seront décrites dans l'ordre indiqué :

- La bordure Ouest et ses annexes au Nord; la faille de Canté;
- La bordure Sud-Ouest et le système de failles de la Roudoule;
- La bordure Sud;
- La bordure Sud-Est et la faille de Girent;
- Le secteur Nord-Est;
- Hautes régions du flanc Ouest;
- L'édifice sommital.

2. La bordure Ouest et ses annexes au Nord; la faille de Canté.

A l'Ouest, la bordure du dôme permo-werfénien est surtout caractérisée par un *large réseau de failles groupées principalement en deux faisceaux grossièrement perpendiculaires dont l'un, NNE*, directionnel sur la majeure partie de son étendue observable, représente le *système de la faille de Canté* (fig. 2).

A ces failles s'associent un certain nombre de plis cassants et de plis souples du style décrit plus haut. En rapport avec ces structures, les pendages d'ensemble dans les pélites rouges du Permien passent de 15 à 20° N à NNE au Nord, à 10 ou 15° WNW assez brusquement au Sud du Bancaïroun, puis de 15 à 20° WSW à l'extrême Sud du secteur intéressé (ravin de Roua). Affectant la régularité de cette disposition périclinale, on voit aussi bien dans le Werfénien que dans le Permien des variations caractéristiques impliquant d'assez énergiques ondulations avec des pendages aberrants pouvant atteindre 45 ou 50° et même plus.

On limitera cette zone, à l'Est et au Sud, à la ligne approximative suivante : Haut vallon de Tirabou — Cime de Taramas — Col de Roua — Rive droite du ravin de Roua à mi-versant.

A quelques centaines de mètres au Nord de la masse principale, le petit affleurement isolé de Permo-Werfénien du Pont des Roberts (25 hectares) représente une remontée du socle par failles. Cette remontée doit être forte du côté SW, comme le montre la présence des cargneules gypsifères (appartenant au niveau des cargneules inférieures cependant) au niveau même du Var à l'Est du Biégeon. Cet accident est inobservable en raison d'une épaisse couverture de dépôts de pentes. On peut observer, par contre, la faille du flanc Est, subverticale et jalonnée de paquets de Werfénien broyé émergeant à la base des cargneules qui assurent ailleurs le contact avec le Permien. Par conséquent, en venant du côté du soulèvement principal de Barrot, la remontée du socle ne doit pas excéder plus de quelques dizaines de mètres. Dans un autre domaine, que ce soit à l'Ouest de Tireboeuf ou au Sud du Biégeon, les jeux de panneaux rigides énergiquement basculés, relevés et abaissés en touches de piano de la bordure werfénienne annoncent le bouleversement tectonique qui doit marquer, à une échelle de quelques dizaines de mètres, la surface du socle intermédiaire inobservable.

La faille de Canté forme, avec d'autres failles de moindre ampleur géographique de son système, un groupe caractérisé par le fait qu'il constitue presque parfaitement la limite des affleurements permo-werfénien sur la rive droite du Var au Sud du Biégeon.

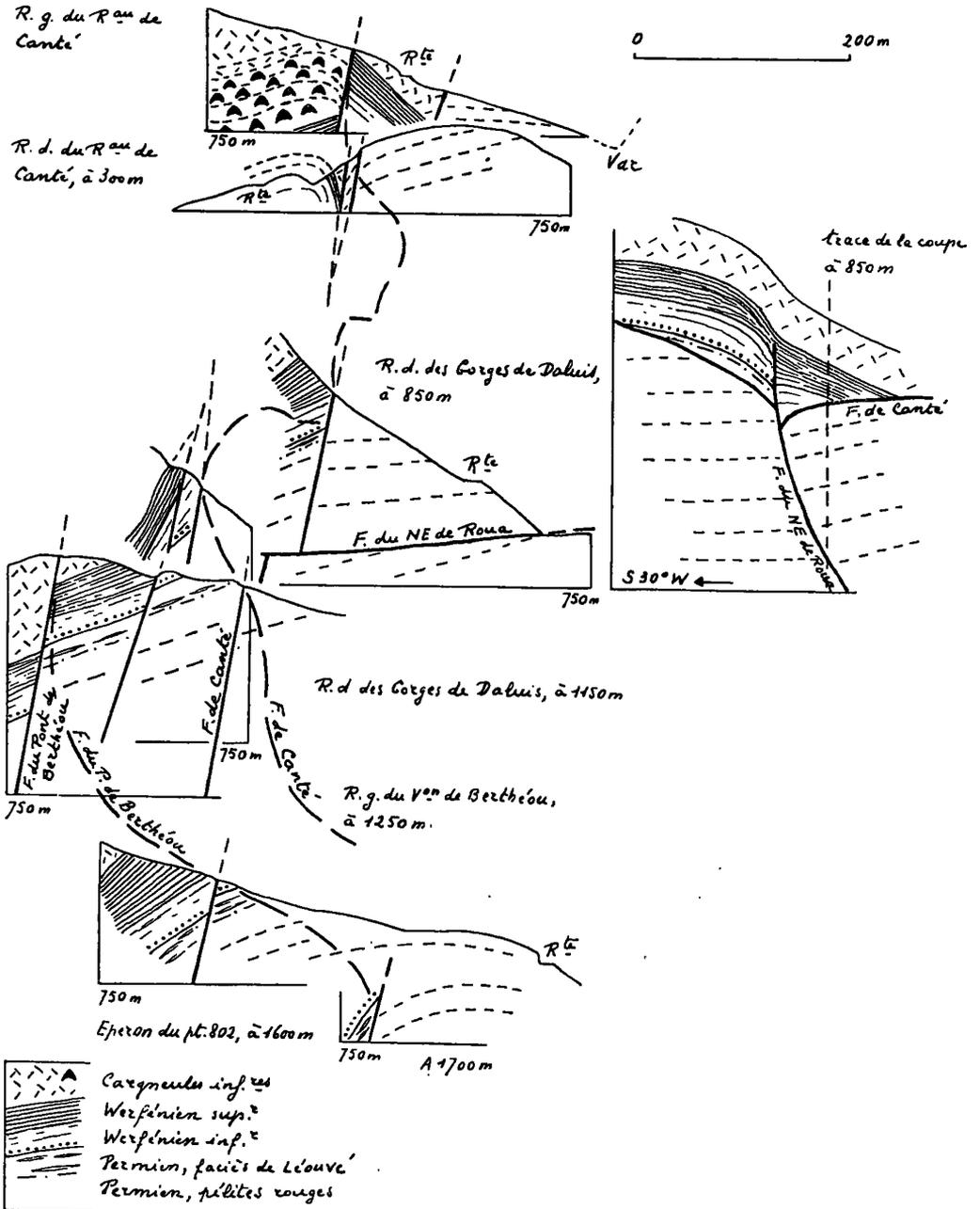


Fig. 2. — Coupes perpendiculaires à la direction moyenne de la faille de Canté; intersection avec la faille du Nord-Est de Roua.

Bien que les rejets individuels de chaque accident n'y atteignent peut-être nulle part 100 mètres, l'importance structurale du groupe semble trahie par le fait d'hydrogéologie signalé par M. GIGNOUX (P. BORDET, ouvr. cité; en note infrapaginale) : des jaugeages du Var ont montré, en effet, qu'une partie de l'eau du fleuve quittait le lit au Nord des gorges de Daluis, contournait par l'W le massif permien et ressortait sur la rive droite dans la région de Daluis.

La faille de Canté est sensiblement ondulée, son inclinaison variant de la verticale à 70° environ, en direction de faille conforme. Le seul miroir de faille net, qui ait pu y être observé à l'éponte de grès werfénien du panneau abaissé au SE du point 1182, a montré des cannelures dirigées très sensiblement selon les lignes de pente et traduisant donc de seuls déplacements verticaux. Vers le Sud, elle se recourbe autour de l'éperon obtus qui forme la pointe extrême Ouest des affleurements permien. Cependant, elle doit s'amortir en même temps pour s'effacer tout à fait dans le versant rive droite du torrent de Berthéou. Un détail suggestif de la coupe de la faille, comportant un panneau laminé aux lits parallèles aux épontes, ainsi que la présence d'une faille secondaire, formant une flexure cassante moins accusée et dans laquelle on doit voir une ramification du système d'amortissement, s'observe clairement au talus de la route des gorges de Daluis sur la rive gauche du torrent de Berthéou. On observe ailleurs, le long de la faille, des redoublements locaux plus ou moins étendus, montrant d'une part le jeu d'étroits gradins, d'autre part soit dans le Permien, soit dans le Werfénien, des panneaux énergiquement basculés d'une vingtaine de mètres de large, type flexures cassantes. Enfin le Werfénien et les cargneules inférieures, rive droite du ruisseau de Canté, viennent buter contre la faille avec un fort pendage NE (45 à 60°), le panneau abaissé formant ici un petit anticlinal local s'ennoyant vers le N.

Vers le SW, la faille du Pont de Berthéou épouse la courbure et la disposition de la faille de Canté qu'elle relaie. Mais des panneaux diversement basculés et relevés s'appliquent contre elle sur ses deux flancs. Vers l'aval, le panneau le plus abaissé trahit localement un fort plongement de la surface structurale du dôme, vers le SW, de l'ordre de 50 à 60°.

On observe contre la faille du Pont de Berthéou, au S de la terminaison de la faille de Canté (versant SW du point 802, recoupé par la route), une voûte anticlinale souple très nette. Ce petit pli marginal local est de toute évidence en relation avec le système des failles.

Vers le N, la faille de Canté semble disparaître sous les carneules du Biégeon. Mais elle est relayée, cette fois à l'E, par une autre faille qui recoupe l'éperon du grand tournant de la route (et le bord de la route elle-même) de l'autre côté d'un panneau montrant un Werfénien fortement basculé, pour disparaître elle-même sous les alluvions du Var. Cette dernière faille n'est plus directionnelle, mais parallèle aux pendages assez accusés d'un petit panneau de Permien un peu aberrant (30 à 45° NNW).

Le système de la faille de Canté compte encore d'autres accidents d'importances très diverses, dont principalement la faille de bordure Est du Pont des Roberts et celle qui recoupe le vallon de Tirabou vers 1 050 m. On voit ainsi qu'à un ensemble dominant de failles conformes s'associent des accidents contraires.

Le système perpendiculaire à celui-ci s'observe presque exclusivement à travers les gorges de Daluis, où il forme un groupe à caractères très nets mis en relief par la topographie. On peut voir, en effet, que de nombreux ravins et couloirs, qui correspondent sur les deux rives du Var, suivent fidèlement les cassures dont la présence est indubitablement trahie par des zones broyées, des miroirs de failles et des panneaux basculés type flexures cassantes. Cinq de ces failles, qui semblent d'ailleurs les principales, recourent le Werfénien et deux d'entre elles, la faille de Canté. Dans l'ensemble, les failles sont inclinées vers le NNE; de 60 à 45° environ, quelques-unes seulement étant subverticales et une seule inclinée vers le SW.

Un problème intéressant est celui des rapports de ce *groupe de failles des gorges de Daluis* avec celui de la faille de Canté. P. BORDET (ouvr. cité) en a donné une description et une interprétation avec lesquelles les observations nouvelles ne cadrent pas. Il décrit la faille de Canté comme régulièrement décalée vers l'E, en allant du SW au NE, par le passage de 4 petites failles perpendiculaires, en même temps que les compartiments SW sont régulièrement relevés par rapport à ceux qui les touchent au NE. Il en déduit l'antériorité de la faille de Canté sur les autres et la formation de celles-ci sous l'effet d'une poussée venant du NE.

En ce qui concerne la plus au N des failles perpendiculaires, c'est-à-dire la faille subverticale du Bancaïroun (faille du Biégeon de P. BORDET), elle vient se perdre sous les alluvions du ruisseau de Canté avant de toucher la faille de Canté. Il semble plus conforme aux observations de supposer que la faille de Canté limite à l'W (ou décale) la faille du Bancaïroun, tandis que celle-ci limite au S elle-même la faille-relai de la faille de Canté du tournant de

la route au SE du Biégeon. D'autre part, la faille du Bancaïroun montre, au Bancaïroun, un rejet NNE.

La deuxième faille vers le S, non notée par P. BORDET, montre encore un rejet NNE, très près de la faille de Canté (éperon de Werfénien tranché par la faille). C'est cette faille qui a une inclinaison aberrante au SW et qui, par ailleurs, est associée à un anticlinal cassant (2^e part., n° 5) avec fort rejet vers le NNE (flanc S de l'anticlinal) au S du Bancaïroun. Or, d'une part elle vient buter, sans la décaler, contre la faille de Canté (immédiatement à l'E de la ferme de Canté), d'autre part elle montre au moins localement à l'éponte de grès werfénien de l'éperon voisin des stries de glissement inclinées à environ 60° vers le SE dans le plan du miroir de faille. Ceci trahit une composante de décrochement incompatible avec la notion d'une postériorité de la faille NW par rapport à la faille de Canté.

La troisième faille vers le S, dont le rejet passe bien cette fois au SSW, bute sans la décaler contre la faille de Canté.

Quant aux deux dernières failles perpendiculaires notables, au S, leurs intersections avec la faille de Canté ont un caractère plus conforme aux vues de P. BORDET. Cependant, celle de la Clue d'Amen montre plutôt un décrochement mutuel de chaque faille par l'autre, fait qui signifierait à peu près nécessairement la formation simultanée de deux cassures.

Les autres failles, moins importantes, du groupe des gorges de Daluis, qui semblent se trouver ou se multiplier surtout vers le S, ont toutes paru s'amortir dans le Permien avant de toucher, aux affleurements, la faille de Canté.

En définitive, la notion résultante est celle d'une simultanéité d'ensemble des déformations ayant produit au moins le schéma principal de tout le réseau de failles. Certaines de ces déformations ont néanmoins agi en premier, et sans doute celle qui a produit la faille de l'anticlinal cassant au S du Bancaïroun.

Or, les deux failles N du groupe des Gorges sont, par ailleurs, associées à un anticlinal cassant et aussi à d'autres plis très nets, dont principalement un anticlinal souple relativement ample qui relaie en position localement plus profonde l'anticlinal cassant, et dont l'axe est à peu près parallèle aux failles (fig. n° 3).

Par rapport à la faille de Canté, ces plis peuvent avoir une signification génétique. Ils expriment une compression parallèle à la faille de Canté, et celle-ci se serait formée sous la double sollicitation de cette compression et du champ de tensions en rapport avec la formation de la terminaison périclinale du dôme et où des compressions perpendiculaires sont aussi trahies, on l'a vu, par

d'autres plis; d'autres accidents du groupe des gorges se seraient alors à leur tour formés ou développés une fois obtenue la libération des contraintes par la faille de Canté.

Dans l'ensemble des structures du secteur, la région du Bancaïroun-Tirabou apparaît particulièrement mouvementée. Elle est dominée du côté des Gorges par ses deux anticlinaux. Or, la partie moyenne du vallon de Tirabou montre sur sa rive gauche, en amont

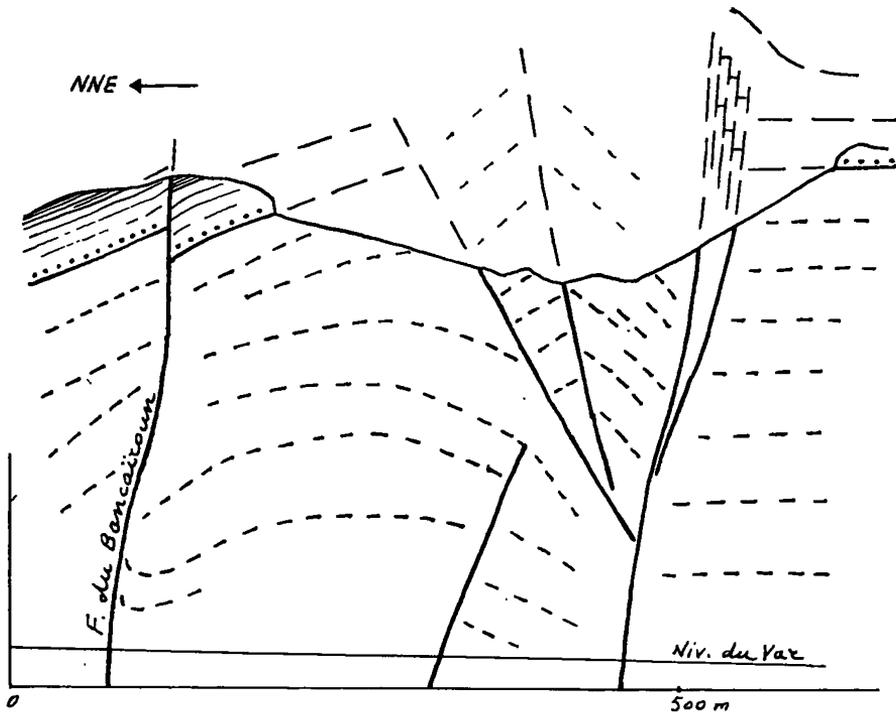


Fig. 3. — Structures avec anticlinal cassant au Sud du Bancaïroun; coupe synthétique passant à 150 m à l'Est du Bancaïroun.

de la faille directionnelle subverticale qui le traverse, une large zone de Werfénien broyé et des variations de pendages. On ne peut que supposer l'existence d'une relation entre les deux groupes d'accidents, sous les éboulis et la couverture triasique qui en séparent les affleurements, avec d'ailleurs beaucoup de vraisemblance.

La plus méridionale des failles, qui décroche la faille de Canté et que l'on peut appeler faille du NE de Roua, mérite, avec ses

zones bordières, une mention spéciale. Alors qu'au NW l'ensemble faille de Canté - faille du Pont de Berthéou n'affleure que sur 3,5 km à vol d'oiseau, la faille du NE de Roua, recoupant toute la largeur du secteur décrit dont elle isole ainsi du reste l'angle SW, affleure sur 5 km. Son rejet maximum peut être de l'ordre de 100 mètres ou plus au droit de la ferme de Roua (versant E de la cime de Cluot-la-Vieille). Son inclinaison, en général de 60° environ, passe en direction de l'ENE, près du col de Roua, à l'E duquel elle semble s'effacer définitivement près de Meubio-Basse, au NNE à la traversée des gorges de Daluis. Si, à la traversée de la faille de Canté, elle ne montre pas de signe de décrochement réciproque, du moins change-t-elle de direction selon une courbe, en s'infléchissant un peu vers le N. Au-delà de la faille de Canté, son rejet au sommet des grès werfénien est alors d'une vingtaine de mètres. Cependant, il s'accompagne d'une ample demi-flexure où les pendages du Werfénien atteignent 50°. Cet exemple de plasticité des grès werfénien, exceptionnelle au Dôme de Barrot, est à mettre en parallèle avec la faible variation des pendages du Permien rouge immédiatement à l'Est de la faille de Canté, en passant d'un côté à l'autre de la faille du NE de Roua : on y voit l'effet d'une indépendance tectonique relative, mais relative seulement, telle que l'idée que l'on a pu se faire plus haut des conditions de formation et d'évolution des accidents permet de la concevoir, entre les régions à l'W et à l'E de la faille de Canté. Il est à noter que la faille du NE de Roua s'amortit entièrement dans le Werfénien supérieur à l'extrémité NW de ses affleurements; le contact Werfénien - cagneules n'accuse plus qu'une flexure souple et, de part et d'autre de la terminaison de l'accident cassant, l'épaisseur des pélites werfénien varie du simple au double en descendant le rejet.

Dans le haut du grand ravin au NW de la cime de Cluot-la-Vieille, la faille du NE de Roua montre, entre deux zones de pendages sensiblement identiques 10 à 15° WNW, un étroit panneau (10 à 15 mètres) très fortement gauchi, où les couches plongent à 45° vers le NNE. Au-delà vers l'E, la faille entre dans la zone où elle présente sa plus grande amplitude observable, au contact entre le Permien (faciès de Léouvé) et les cagneules inférieures de la cime de Cluot-la-Vieille. Celles-ci, couronnées d'un peu de Muschelkalk et avec de minimes lambeaux de Werfénien visibles aux bordures, semblent remplir une sorte de fosse triangulaire, tandis qu'une autre faille subverticale plus à l'E encore, perpendiculaire à la faille principale et de 70 mètres de rejet, précède le petit compartiment énergiquement remonté de la cime de Serraye.

Quant aux dernières failles vers le S du groupe des gorges de Daluis, assez serrées, greffées de rameaux peu divergeants, elles paraissent étroitement liées à la rotation périclinale des pendages généraux et, d'autre part, à quelques flexures cassantes étroitement localisées, soit accolées, soit greffées en rameaux peu divergents et où les pendages peuvent atteindre 50 à 60°.

Une remarque sera encore consacrée à la nette dysharmonie qui affecte le Permien entre son toit et les couches plus profondes, sur la rive droite des gorges. au passage de la deuxième faille à partir du N du groupe des failles des gorges. Parmi les structures souples associées signalées, on peut noter une nette flexure ample axée sur la faille, flexure qui doit en réalité représenter le flanc S de l'anticlinal souple bien visible plus haut sur la rive gauche. Or, au S de la faille, l'atténuation angulaire progressive du plissement aboutit à un amortissement complet en arrivant au toit, et le Werfénien reste rigoureusement indéformé. Au N de la faille, l'érosion a enlevé tout le haut du Permien avec sa couverture werfénienne.

3. La bordure Sud-Ouest et le système de failles de la Roudoule.

Situé au SW d'une ligne presque droite allant de la sortie des gorges de Daluis à Pontier, ce secteur, caractérisé stratigraphiquement par le développement maximum du faciès de Léouvé, est partout réduit à une étroite bordure, ne s'élargissant que sur l'axe de la Roudoule. Il faut toutefois lui adjoindre la mince boutonnière d'érosion du Werfénien du ravin du Ciaudan.

Il est curieux que P. BORDET (ouvr. cit.) ait trouvé qu'ici « Permien et Trias sont si réguliers qu'on n'y découvre ni un pli, ni une faille ». En effet, s'il est tout à fait certain que ne peuvent s'y observer que de très rares et minimes ébauches de plis souples et quelques flexures cassantes isolées (rive droite du ravin de Roua, près du Var, où le vallonement formé par les roches broyées sur une partie du trajet de l'accident est planté en vignes; accidents décrits plus haut du ravin de Garnier), en revanche un nombre considérable de failles de rejets les plus divers hachent en tous sens Permien et Werfénien, et il est exceptionnel de pouvoir parcourir plus de 200 mètres le long de la corniche de Werfénien inférieur sans rencontrer au passage un accident de quelques mètres de rejet.

Cette région du socle du Dôme de Barrot est donc en réalité finement et énergiquement faillée, et le grand nombre des petits

accidents n'y exclut pas la présence de failles de rejets atteignant quelques dizaines, 100 ou peut-être 150 m. Elle est essentiellement faillée et une des zones du Dôme de Barrot où la part de la tectonique plastique est la plus réduite.

En relation quasi absolue avec certaines failles qui limitent les panneaux diversement basculés, les pendages suivent la variation périclinale générale, avec quelques variations locales qui ne sont sensibles qu'au SE, mais aussi marqués par un très net accroissement du plongement des couches en allant vers ce même SE. Ils passent ainsi, en moyenne, de 15° WSW près du Var à 30° WSW du col de Roua à la Roudoule, 35 et 40° SW dans le ravin de Bergiès et 40 à 45° S dans le ravin de Figuière et sur la rive gauche du vallon de Pontier.

A l'extrémité NW, la rive gauche du Var a pour principale caractéristique de ne montrer aucune structure qui puisse être prise pour un prolongement du système de la faille de Canté. Dans le domaine de la tectonique de détail du socle permio-werfénien, les deux rives du Var, à l'aval des gorges de Daluis, « s'ignorent » de part et d'autre d'un lit majeur alluvial dont la largeur varie de 50 à 200 mètres. Force est d'admettre que les alluvions cachent un accident important avec lequel d'ailleurs est peut-être en relation étroite la flexure cassante de Permien broyé des vignes citée plus haut et d'orientation W.

Le premier groupe d'accidents qui semble à partir de là, en allant vers le SE, mériter d'être noté, est celui d'une faille subverticale NNE d'environ 100 mètres de rejet sur la rive gauche du ravin de Roua, et que l'on peut appeler la faille de Liouc. Elle doit passer, en effet, sous le hameau de Liouc et se retrouver dans le ravin de Ciaudan avec 30 à 35 mètres de rejet, et un pendage de 60° W recoupant Werfénien inférieur et Werfénien supérieur pour s'amortir aussitôt dans le Trias moyen en s'y transformant en flexure. Cette faille fait partie d'un éventail de failles qui s'observe à travers le ravin de Roua, et il n'est pas impossible que la flexure cassante des vignes appartienne au même système de fractures convergentes.

On notera le nombre important des failles directionnelles dans la plus grande partie de secteur, groupe auquel appartient, en bordure NE, la faille du NE de Roua. Du col de Roua à la Roudoule ces accidents, dont le rejet va généralement de 10 à quelques dizaines de mètres, sont des failles conformes.

Leur présence n'exclut pas celle d'accidents transverses parfois notables, tel le coin de Permien relevé en môle trapézoïdal contre le flanc N de calcaires et cargneules du point 1201 (versant E du col 1349).

En atteignant la Roudoule, les dernières failles directionnelles NW vont buter obliquement contre la faille de la Roudoule. Celle-ci doit dépasser 100 mètres de rejet près de la Roudoule, sur la rive gauche, en ce qui concerne un de ses gradins à peu près bien observables. Mais la chute des gradins de Werfénien sur la rive droite jusqu'au niveau de la rivière et l'accident de la couverture situé en aval, axé sur la chapelle de St-Sébastien et le ruisseau d'Amarines, trahissent un plongement brusque de la surface structurale du Permien sans doute bien plus important. A l'E de la route, le prolongement de la faille de direction principale W s'amortit rapidement à travers le ravin de Bergiès. Cependant, plus à l'E encore, le sommet du ravin du Cerisier et le flanc W du ravin de Figuière sont également recoupés respectivement par deux autres failles subverticales de rejet notable, la première ENE, montrant au S un panneau de Werfénien supérieur très redressé appliqué avec un pendage de 60° contre le Permien et le Werfénien inférieur du côté N de la faille, la deuxième NNW, les deux failles se raccordant l'une à l'autre à l'E du point 1159 dans des conditions telles qu'elles représentent probablement un accident unique. Bien qu'au S du Cerisier on ne puisse observer de signes d'un raccord de failles entre celle de la Roudoule et les autres, sous une couverture de cargneules, de terrains glissés et d'éboulis, il est difficile de ne pas admettre l'existence d'un *système de failles de la Roudoule*, dirigé W, de rejet important et beaucoup plus continu, et sans doute plus étendu que le groupe visible en surface.

En partie au moins en relation avec les failles de la Roudoule, on observe d'une part, au S du ravin de Bergiès, un énergique effet dysharmonique affectant le Werfénien supérieur se laminant d'une part à l'W vers la route, de l'autre à l'E au-delà d'une faille et du côté opposé au rejet, alors que son épaissement contre la faille, à l'W de celle-ci, correspond dans les cargneules à un simple anticlinal souple. D'autre part, des panneaux de Permien et de Werfénien très fracturés se voient depuis le ravin de Bergiès jusqu'au vallon de Pontier, et notamment en bordure de la faille du ravin de Figuière ainsi qu'au flanc W du vallon de Pontier, où ils représentent bien des réseaux de failles à trois dimensions.

4. La bordure Sud.

Du vallon de Pontier à la Nouguière, au S du parallèle d'Albarea, ce secteur comprend trois parties nettement différentes à la fois par leur disposition au flanc du dôme et les accidents qu'elles ren-

ferment. Si, d'autre part, à l'W il rompt brutalement avec les caractères de la bordure SW, il annonce par contre à l'E les grandes flexures accompagnées de failles et de zones broyées de la bordure SE.

A l'W, les vallons d'Albarea et de Pontier sont occupés par un vaste accident du Permien dans lequel une association de failles, dont deux au S recoupant le Werfénien montrent un rejet, celui-ci étant conforme, forment un large éventail aux branches courbes et séparent des panneaux de pendages tels que l'ensemble dessine très régulièrement une flexure. Il s'agit donc d'une flexure cassante, mais complexe. D'ailleurs la faille la plus extérieure au N, qui traverse et longe le vallon d'Albarea, forme aussi la limite entre une région extérieure avec des pendages de 15° SW à 20° SSW plus près de la faille, pendages qui appartiennent encore au groupe caractérisant la bordure SW et un premier panneau vers le haut de la flexure, aux pendages de 35° SSE. Il est à noter que cette faille subverticale apparaît formée de deux cassures sensiblement parallèles et très rapprochées sur au moins une bonne partie de son trajet. En descendant la flexure dans le Permien, les pendages atteignent jusqu'à 60°, pour s'atténuer à nouveau vers le bas dans le vallon de Pontier.

Immédiatement au S d'Albarea, une autre flexure cassante du type ordinaire montre localement un panneau de grès du faciès de Léouvé broyé et redressé à la verticale, mais une vaste coulée de dépôts de pentes empêche d'observer l'ensemble de l'accident.

Le Werfénien participe de façon atténuée, et d'ailleurs observable seulement sur une partie de l'ensemble, à la grande flexure complexe. Ses pendages ne dépassent pas 45°, montrant la nette dysharmonie existant dans son substratum permien entre le toit de celui-ci et les couches plus profondes, comme cela a été aussi noté dans les gorges de Daluis. D'autre part, vers le haut, ce même Werfénien, rompu au-dessous, accuse indubitablement la déformation par un grand arc de pli souple.

De l'autre côté de la crête Méléa - Tête de Samos, le style tectonique est radicalement différent. On ne retrouve plus aucune des structures si caractéristiques du flanc W, à un petit nombre de centaines de mètres seulement. Avec des pendages allant de 20° à 35° SSE et très localement 45° S dans les pélites, le Werfénien apparaît rompu par une série de failles parallèles de quelques mètres à quelques dizaines de mètres de rejet, presque toutes contraires. Mais deux failles courbes parallèles ferment cet ensemble au N. La plus élevée, principale des deux, correspond à un curieux accident qui sera décrit au numéro 20. Il y a de bonnes

raisons de penser que ces deux cassures forment la limite entre les deux zones tectoniques contiguës.

Au S, le col de Pras est le passage d'une faille ENE visible dans les cargneules supérieures. La sensible remontée du Werfénien de la bordure E de la crête, au S du vallon qui descend du col vers le ruisseau de Platet, et où les éboulis et apports de ruissellement cachent la roche en place, est certainement due à cette faille de disposition contraire comme celles plus au N. On constate d'autre part le laminage complet du Werfénien supérieur, sur une assez grande distance au S de la faille, et son épaissement exceptionnel dans la coupe du ruisseau du Platet.

Le flanc S et les zones aval du ruisseau du Platet constituent la partie E du secteur. La bordure de Werfénien, directionnelle en moyenne, mais recoupée en festons par les ravins latéraux, est affectée de pendages toujours assez forts, sensiblement S, allant de 35° à 55°. Elle est très peu faillée mais, entre Villaron et la Nouguière, deux failles courbes déterminent, en position conforme, un panneau affaissé où le Werfénien broyé et les cargneules pénètrent en coin aigu jusque dans les pélites du Permien au-dessous du faciès de Léouvé, avec une disposition, non de simple fossé, mais de synclinal cassant.

Enfin, au confluent du ruisseau de Platet et du torrent de Ciavanette, le Permien est affecté d'une zone broyée ou disloquée dirigée ESE d'abord, puis brusquement NE vers son extrémité E observée sur le sentier de Ciavanette au Pas. En relation avec cette zone broyée, on peut voir une belle loupe de glissement en masse sur la rive gauche du ruisseau de Platet. Au confluent même des torrents, une zone moins broyée, avec des pendages faibles mais croissant jusqu'à 35° (vers le S 15° W) sous la Bergerie du Pas, est alors interrompu par une large flexure cassante à bords parallèles et aux pendages verticaux. Quant à l'extrémité E, on y voit des pendages subverticaux, voire renversés (avec des valeurs de 60° NW), ce qui indique que la zone disloquée fait encore fonction de flexure cassante dans une région où les pendages environnants des couches non broyées est environ 40° S.

Ce dernier accident est le premier et le moins net d'une série de grands accidents qui caractérisent toute la bordure SE du dôme.

On notera que le secteur S présente, au flanc du dôme, une disposition légèrement synclinale, accusée par les directions des pendages, et c'est vraisemblablement une des raisons de la variété de ses styles tectoniques. Mais il existe, sans aucun doute, sous la couverture mésozoïque au S d'autres accidents très proches. De part et d'autre du col de Pras par exemple, le Werfénien du flanc E ne se retrouve pas à l'W, mais au S de la faille, 200 mètres plus bas.

5. La bordure Sud-Est et la faille de Girent (fig. 4).

On englobera dans ce secteur toute la zone, étroite et dessinée en arc régulier très recourbé, qui va de la Nouguière aux Cluots. De ce fait, la région considérée comprend aussi l'angle oriental extrême des affleurements du socle permo-werfénien du dôme. Cette zone comprend d'une part le point le plus bas (570 m environ à la sortie des gorges du Cians), d'autre part un des points les plus élevés (1 700 m environ au S des Cluots) du dôme permien.

Topographiquement, l'unité structurale du secteur est accusée par les traits suivants :

- En position extérieure, longeant la bordure dans le Permien ou la formant, le torrent de Ciavanette, le Cians, le vallon de Pierlas et le vallon de Rubi se relaient pour former une première ceinture structurale, incomplète seulement à Rubi et au SE de Girent;
- En position intérieure, le haut du ravin de Royers, un de ses affluents, le ravin du Crapaud et le vallon de l'Escoulière marquent une deuxième enveloppe approximativement parallèle à la première à l'E du méridien de Ciavanette;
- Si on prolonge au NW le torrent de Ciavanette par le ravin de Champ-Brun (dont la position très oblique dans la pente évoque à priori une origine tectonique), on voit que la nouvelle enveloppe ainsi jalonnée et l'enveloppe intérieure Royers-Escoulière sont cette fois remarquablement parallèles et même quasi concentriques, dessinant toutes deux sensiblement des demi-cercles.

Tectoniquement, l'unité du secteur apparaît surtout dans l'existence de deux failles courbes conformes, tournant toutes deux leur convexité au SE et se relayant à la bordure. Un élément de diversité est apporté par les pendages du Permien avec une zone SW à pendages forts (45 à 60°) dirigés vers le S 15° E, de la Nouguière à Rubi, et une zone NE où ces pendages ou des pendages voisins s'intriquent d'une part avec des régions à pendages plus modérés, d'autre part vers le N, à hauteur de Girent, avec des pendages faibles N à NNE auxquels ils laissent rapidement la place.

A l'PW, la faille de la Nouguière — ravin obscur — doit atteindre une centaine de mètres de rejet au N de la petite cassure perpendiculaire, qui l'abaisse notablement aux abords du ravin de la Nouguière en venant buter contre elle. Elle a un pendage variable, de l'ordre de 60 à 70° au SE en moyenne dans la coupe du torrent de Ciavanette, mais qui devient subvertical ou s'inverse même dans le ravin de la Nouguière. On peut d'ailleurs penser que cette

variation est en rapport avec la jonction des deux cassures, qui se seraient produites simultanément. Du côté opposé au rejet, une série de cassures rectilignes en éventail recoupant la bordure de Werfénien, aux rejets semblant croître régulièrement de quelques

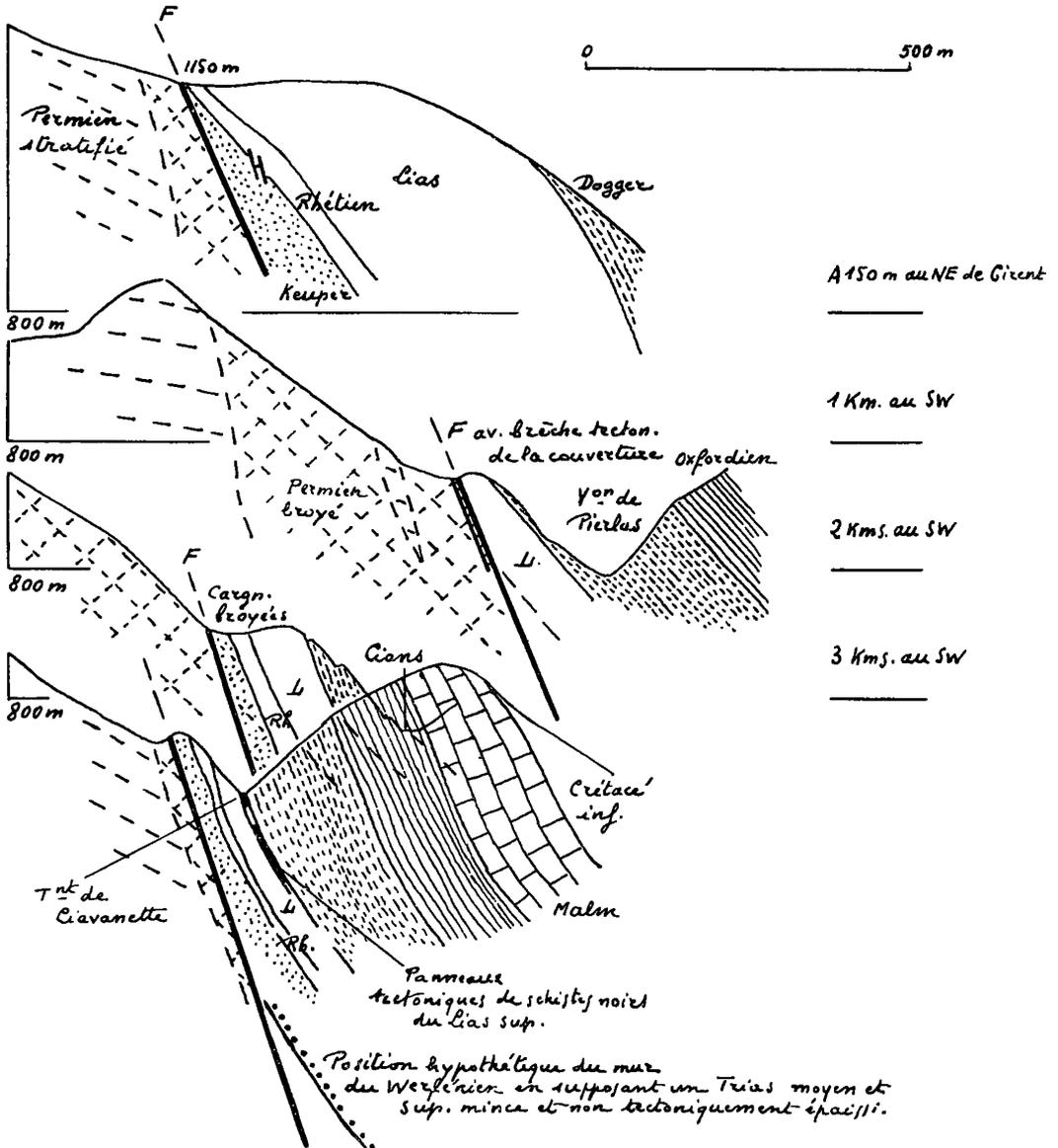


Fig. 4. — Coupes à travers la faille de Girent et sa couverture.

mètres à quelques dizaines de mètres en s'éloignant à l'Est, séparent des panneaux dont les pendages, vers le haut de la série permienne, semblent croître aussi et atteignent à l'E 60°.

Cependant cette faille a pour principale caractéristique d'être axée sur une ample flexure souple dont la vue sur le versant rive droite du vallon de Ciavanette, à partir du chemin de Ciavanette au Pas, est suggestive. Les pendages du Permien amont (côté du rejet) se raccordent à la faille sous un petit angle. Du côté opposé tout le Werfénien s'effile par laminage progressif et disparaît avant même de toucher la faille, ainsi que d'ailleurs, au-dessous, le faciès de Léouvé, puissant à l'E comme à l'W de plusieurs dizaines de mètres.

Cet accident est donc le premier faisant suite, à l'E, à la zone disloquée accompagnée de flexures cassantes de la Bergerie du Pas et indiquant une déformation d'ensemble de même nature.

Le second est beaucoup plus important. Affleurant au moins sur 6 km, *la faille de Girent* n'est pas seulement *la plus étendue*, en extension repérable, de tout le Dôme de Barrot, mais encore *la seule dont l'amplitude verticale soit* vraiment forte, *et du même ordre de grandeur que le soulèvement du dôme*. Naissant à l'W entre Peccia et Lute, vers 1 100 m, et responsable du rétrécissement de la série jurassique qu'elle recoupe en biseau, elle traverse en effet le torrent de Ciavanette vers 700 m, puis le Cians (sous les alluvions) à moins de 560 m, pour franchir l'éperon de Girent à 1 150 m, plonger à nouveau dans le vallon de Roubi, à moins de 900 m, et se transformer en flexure amortie seulement au SE des Cluots, vers 1 700 m. Or, le Werfénien en place n'affleure nulle part à l'éponte aval de l'accident, et les signes structuraux du Permien en amont donnent à penser qu'il se placerait encore au moins assez haut au-dessus de Girent. On voit que, même si le Werfénien se trouvait sous les alluvions de Cians, ce qui est tout à fait improbable étant donné le rétrécissement de l'espace laissé ici à la série allant du Werfénien au Sinémurien, le rejet de la faille atteindrait au moins, au passage de Cians comme aux abords, 700 à 800 m. On peut donc parler d'un *rejet probable de l'ordre de 1 000 m*.

La structure de faille apparaît nettement en divers endroits, malgré la pseudo-accordance de certains niveaux géologiques de la couverture. En fait, cette pseudo-accordance concerne essentiellement une lame de cargneules triasiques (Keuper prob.) à Pra d'Astier, redressée à 70° SSE contre la faille d'inclinaison sensiblement égale. Le Rhétien et le Sinémurien montrent au voisinage immédiat le même pendage, mais les couches supérieures du Siné-

murien et le Dogger un peu en aval (pointe extrême de l'éperon de Rubi) n'ont plus que 50° d'inclinaison. Or, du côté du torrent de Ciavanette, au SW de Rubi, le Muschelkalk vient relayer au contact le Keuper qui réapparaît sur la rive droite du torrent avec une lentille de gypse. Ici un très beau miroir de faille se voit au mur de gypse, longé par le sentier de Rubi à la Colette, face au ravin de Morgorias : on y observe une surface largement ondulée (sinuosités d'1 m de longueur d'onde par 0,30 m d'amplitude), trahissant un mouvement de la faille à peu de choses près dans un plan vertical, sans composante horizontale; toutefois, l'inclinaison de la faille, à ce contact (40° seulement), a dû être fortement abaissée par un effet de balancement superficiel d'autant plus sensible qu'à la base du rapide versant se trouve le Permien broyé. Plus à l'E, au-dessus du 1^{er} lacet de la route de Pierlas, si un vaste éboulis de Permien cache les contacts presque partout, la présence de blocs de cargneules entre Permien et Sinémurien et, au-dessous, contre le Sinémurien de pendage 50° SSE d'un revêtement écrasé de cargneules, calcaires du Muschelkalk, calcaires et schistes du Rhétien émergeant des éboulis, désigne clairement le passage de la faille; d'ailleurs, dans ces parages, P. BORDET signale une intercalation de grès triasiques, qui ne peut être encore, nécessairement, qu'un lambeau entraîné dans la faille. Enfin, à l'E de Girent, l'accident met successivement en contact le Permien avec le Sinémurien, le Rhétien et le Keuper, tranchant nettement en biseau les termes successifs de la couverture.

La faille, ENE à l'W de Cians, NE du Cians à Girent, NNE de Girent au vallon de Roubi, se termine N 5° E sur la rive gauche de celui-ci. Elle est affectée de sinuosités évidentes. Verticale au N, son inclinaison doit varier ailleurs entre 45 et 70°.

Si des pendages de 50 à 60° dans le Permien vers Ciavanette trahissent un ample repliement des couches vers la faille, ailleurs les signes de flexures souples manquent tout à fait ou restent faibles et localisés : pendages de 45° dans le ravin de Morgorias, à Girent, petite demi-flexure du Werfénien (avec laminage) au SE des Cluots. Par contre, *l'intensité de la déformation a développé dans le Permien, contre la faille, une vaste zone très broyée*, affleurant sur 4 km, avec 200 à 400 m de largeur moyenne. Une lentille de Permien non broyé s'observe dans la zone entre le Cians et le Girent. A l'W de Girent, la zone broyée forme une digitation très acérée entre un cap anguleux où le pendage est 45° S à SSE et une région de bordure où les couches s'inclinent de 15 à 20° au SSW. A l'W de Rubi, la zone va se fermer contre la faille très progressivement, limitée par une courbe parallèle à la faille du ravin obscur. Ainsi, cette zone broyée trahit des modalités intéressantes des

déformations du dôme permien dans ce secteur, en relation avec la grande faille qu'elle accompagne. Par ailleurs, elle est responsable du glissement en masse déjà noté par P. BORDET et qui, à Rubi, vient cacher 500 m de contact de la faille.

Selon P. BORDET (ouvr. cit.), le fait le plus caractéristique du secteur serait le laminage irrégulier de la base de la série secondaire; Lias et Trias étant au surplus concordants avec le Permien de la Nouguière à Pra d'Astier et une véritable faille n'apparaissant qu'au NE de Pra d'Astier. En fait, les laminages indiqués dans son texte ne font que traduire la présence des deux failles ci-dessus décrites, et la concordance correspond à la pseudo-accordance observée en bordure de la faille de Girent; l'intersection sous un angle faible des divers niveaux par les failles est la cause des apparences de laminage.

Il n'a pas été possible de vérifier si le ravin de Champ-Brun correspond effectivement à une faille. En tout cas, un large panneau de Permien très disloqué à fort pendage S (50°), rive droite aval du vallon de l'Escoulière, pourrait être une réplique atténuée de la grande zone extérieure, et sur le prolongement structural du vallon de l'Escoulière vers le ravin du Crapaud, la route du Cians recoupe une faille subverticale avec zone très broyée large de 20 m. L'enveloppe topographique structurale intérieure désignée au début de ce chapitre correspond donc, sans aucun doute, à un accident du type de la faille de Girent, et tectoniquement homologue de celle-ci, mais comme une réplique atténuée.

Son mode particulier de déformation fait de ce secteur la région tectonique la plus originale du Dôme de Barrot.

Au versant S des Cluots, une petite zone cassée de la bordure werfénienne termine au N le secteur. S'il ne s'y trouve pas la descente de grandes marches d'escalier régulières indiquées par la carte de P. BORDET, du moins y voit-on, tout d'abord à l'E, un groupe de failles parallèles à la faille de Girent, vers laquelle elles déterminent des gradins descendants, donc conformes par rapport à la structure d'ensemble du dôme, ensuite à l'W un ensemble (insuffisamment étudié) de panneaux de Werfénien diversement basculés et montrant des failles courbes assez couchées ainsi qu'un coin remonté de Permien de forme curieuse.

6. Le secteur Nord-Est.

On englobera dans ce secteur la zone d'affleurements comprise entre la crête Tête des Caires - Les Cluots à l'E, le vallon descendant

au S du col de Raton à l'W, une ligne idéale recoupant le grand vallon de Raton et les versants N et E de la Tête de Rigaud au S.

C'est la zone certainement la moins cassée de tout le dôme permio-werfénien. Il n'a pu y être noté, en dehors des quelques failles assez amples qui l'accidentent, ni zone broyée, ni plis cassants.

La zone semble aussi dépourvue de toute trace de plissement souple, et les pendages de ce vaste flanc monoclinale du dôme permien, qui apparaît encore comme le moins incliné de tous, doivent ne varier que très peu autour de 15 à 20° N à NNE.

Enfin il s'agit de la plus élevée, topographiquement, de toutes les zones décrites comme zones de bordure, puisque le point le plus bas du contact permio-werfénien reste à 1 250 mètres à la traversée de Cians.

Ces divers signes de tranquillité tectonique peuvent être mis en rapport avec la position du secteur. Ici la surface du socle s'incline doucement en direction de l'Argentera et reste une région haute.

Dans le détail des structures observées, on notera l'absence quasi totale de failles recoupant le Werfénien à l'E du Cians.

L'angle Nord, que l'érosion du Cians a disséqué en pointe aiguë, et celle des vallons de Ciallandre et de Cabane-Vieille en large boutonnière de Permien grâce à la remontée de la faille d'Eguilles, contient les deux accidents les plus notables du secteur : la faille du Moulin de Beuil et la faille d'Eguilles.

La première de ces failles, que l'on voit traverser le Cians, très en oblique, un peu en amont du moulin, dirigée NNE, est nettement ondulée, inclinée à 60° environ, selon des directions qui, bien observables à côté de la route, y varient de NNW à WNW. Le rejet vertical doit être de l'ordre de 150 mètres vers l'E. La faille d'Eguilles, subverticale N sur la rive gauche de la Ciallandre, avec un rejet vertical de 150 mètres à l'W (pris au sommet des arkoses werféniennes), doit avoir la disposition d'une faille courbe lui donnant une direction NE au point où elle est traversée par le sentier de Margioulins à l'Illion, le rejet évalué étant à peu près le même, mais au NW.

P. BORDET (ouvr. cit.) voit dans la faille d'Eguilles, qu'il cartographie en ligne droite, une faille à grande composante de décrochement horizontal (300 m contre 100 m de rejet vertical). Cette évaluation, qui semble fondée sur l'observation des plis du Muschelkalk du plateau de la Chapelle St-Jean-Baptiste, ne paraît pas pouvoir s'accorder avec les structures du Permio-Werfénien que l'on voit dans la coupe du vallon de la Ciallandre. On peut ajouter, en ce qui concerne la faille du Moulin de Beuil, que P. BORDET a cartographié d'une part deux failles distinctes (dont

l'une, tout à fait aberrante, marquerait un contact Permien - Carboneux qui ne s'observe pas) et parle d'autre part aussi d'une faille de décrochement du Moulin de Beuil, mais ici non plus il n'y a aucune preuve de décrochement dans le Permo-Werfénien. La question de ces décrochements sera reprise dans la 4^e partie, au n° 5.

Vers l'W, au versant S de la cime de Raton, on notera simplement la présence de quelques cassures assez amples (quelques dizaines de mètres) qui sont peut-être aussi des failles à courbure accentuée, ou à trajet brisé.

7. Hautes régions du flanc Ouest.

Au NE d'une ligne passant par Taramas, les abords E du col de Roua et les parties hautes de la crête S de la Méléa, l'édifice sommital du dôme permien est flanqué par une zone à caractères tectoniques assez semblables à ses caractères propres et nettement différents, dans l'ensemble, de ceux des secteurs de bordure voisins.

On peut associer ce fait à la position élevée du secteur sur le dôme; sauf dans le vallon d'Amen (à Roche Bellon et dans le petit coin affaissé au S de la Collette), où elle peut s'abaisser à environ 1 350 m, la surface structurale observable du Permien s'y maintient en effet presque partout au-dessus de 1 500 m.

Les pendages du Permien y varient beaucoup en direction en allant du N au S, ce qui est conforme à la position du secteur largement développé depuis le NW jusqu'au S de la zone culminante, mais il semble que seule la Méléa montre, en relation avec son réseau local de failles, des variations rapides d'inclinaison des couches.

Si, de l'E d'Amen au Lavigné, des petites failles hachent çà et là la bordure werfénienne, trois accidents plus amples méritent une mention spéciale. Le Lavigné occupe un fossé entre une faille double subverticale NNE à l'E, d'environ 100 mètres de rejet total, et la faille du Lavigné, de rejet double. Il semble qu'à l'W de celle-ci, qui est N 15° E environ et aussi subverticale, le Werfénien supérieur montre une flexure locale avec laminage contre la faille et épaissement à faible distance, dans l'axe du ravin. A 1 km à l'W, la faille subverticale N de la Collette, de 100 m de rejet à l'aplomb même de la falaise de Muschelkalk du point 1605, vient encore limiter un panneau affaissé au S du hameau, bien situé par un lambeau en coin aigu de Werfénien grâce auquel s'observe une autre faille subverticale NW, de quelques dizaines de mètres de rejet, et qui apparaît comme une faille diagonale contraire.

Il est certain que les pérites rouges permienes monotones du vallon d'Amen, comme au S de l'ensemble des ravins de la haute Roudoule, sont largement hachées de failles, dont certaines peuvent avoir une importance structurale particulière, mais dont l'observation, fort laborieuse dans le meilleur des cas, n'a pu être menée à bien.

Cependant la position du Werfénien à la Roche de Méubio, l'existence du coin affaissé de La Collette, le sens de rejet de la grande faille du NE de Roua avec la présence d'une fosse à Clout-la-Vieille sont autant de signes qui peuvent être interprétés comme définissant une large zone synclinale (de style cassant) sur l'emplacement de la région moyenne du vallon d'Amen.

En bordure S de cette zone synclinale, et probablement en partie englobée dedans, la crête cime de Serraye-Tête de Méléze est hachée de nombreuses failles, dont un groupe très prédominant de failles directionnelles. Un panneau amont, à l'E, limité par une des trois failles principales, montre surtout des failles conformes. Il porte la Tête de Méléze. A l'W, un petit panneau triangulaire aval énergiquement remonté (70 à 80 m) porte les contreforts supérieurs W de la cime de Serraye et s'appuie, par la faille du NE de Roua, au compartiment plus remonté encore du col de Roua. Entre les deux panneaux ci-dessus, on peut distinguer une zone affaissée portant la crête cime de Serraye - Roche de Méubio. Il est typique que, la faille du NE de Roua comprise, le panneau W et la zone intermédiaire affaissée montrent presque exclusivement des failles contraires.

Au SE du secteur étudié, les crêtes supérieures de la Méléa montrent un réseau de failles plus dense encore qu'à Serraye - Tête de Méléze, mais la plupart des cassures n'y ont que peu de mètres de rejet.

Dans l'ensemble, on peut vérifier que le rejet résultant du jeu de l'ensemble des trois failles et des huit failles contraires observées au versant E de la crête est approximativement nul.

Par contre le pendage des couches, noté dans le Werfénien, y varie rapidement, en allant de certaines cassures à d'autres, c'est-à-dire définissant d'étroits panneaux basculés. Au col 1 685, le Werfénien supérieur apparaît ainsi, par exception, horizontal, alors qu'à faible distance à l'W le Werfénien inférieur plonge à 35° au SSE.

Deux accidents méritent d'être notés en raison de leur physiologie originale. L'un, au N, est une faille (ou une association de failles) de dessin compliqué; deux tronçons rectilignes à angle droit définissant une cassure verticale se raccordent à une faille,

courbe en plan et en coupe, dont l'inclinaison (45° NW) dans le haut en fait localement, en ce point, une faille directe. Cette faille passe presque exactement au point 1716. Elle correspond à la seule faille que P. BORDET ait notée à la Méléa. Son rejet est supérieur à 50 ou 60 mètres. L'autre accident consiste en un coin de Permien remonté s'effilant en angle extrêmement aigu entre deux flancs de Werfénien inférieur et supérieur, à l'E du point 1686. L'accident, subvertical, est de direction NE et le rejet résultant, seul déterminable, des deux failles de bordure, est faible et n'a pas été noté.

8. L'édifice sommital.

Au SE et au SW de la cime de Barrot elle-même le Permien atteint sa culmination observée, à 2 000 m d'altitude. De part et d'autre de ce point, la surface du dôme s'abaisse beaucoup plus vite au N (1 500 m au Lavigné, 1 675 m en aval des Bergeries d'Auvare et du Raton), à l'W (1 700 m à la Tête de Méléze) et au S (1 650 m au collet de la Vigude) qu'à l'E (1 875 m à la Tête de Rigaud). Dans cette dernière direction, la présence sur un vaste espace, jusqu'aux contreforts S des Cluots, des seules pélites rouges permienues d'une remarquable uniformité de faciès, empêche pratiquement toute étude tectonique.

On peut seulement admettre que la large dépression du col 1 705, entre la Tête de Rigaud et la cime de Barrot, occupe une dépression tectonique. Celle-ci est indiquée à la fois par la hauteur relative de la surface du socle à la Tête de Rigaud, la présence de deux failles de rejet E vers le N, au S de celles-ci, plus près du col, celle d'un panneau affaissé souligné par du Werfénien à côté d'un étroit gradin intermédiaire où se trouvent des grès du faciès de Léouvé et au NW du col un véritable fossé entre failles parallèles NNW.

Au NE de la cime de Barrot et en aval de la Bergerie d'Auvare, un assez vaste panneau de Werfénien inférieur broyé est associé à deux failles, dont l'une, subverticale NE, sur la rive gauche du vallon, correspond aussi à un épaississement dysharmonique de Werfénien supérieur, un autre véritable petit pli synclinal intéressant ce même niveau, associé à une autre faille perpendiculaire, immédiatement à l'E (sur l'éperon entre le vallon de la Bergerie d'Auvare et celui du col de Raton). Mais on note au SW et au SE de la cime de Raton (dans les limites du secteur Nord-Est précédemment étudié) de puissants épaississements dysharmoniques de Werfénien supérieur. De même, au S, rive droite du vallon de la

Bergerie d'Auvare, en relation avec la deuxième faille du Werfénien inférieur broyé : celle-ci semble apparaître comme une curieuse cassure courbe, mais elle n'a pu être suffisamment étudiée, ainsi que son voisinage, pour la définir exactement.

Au N de la cime de Barrot et en amont de la Bergerie d'Auvare, une boutonnière d'érosion fait réapparaître Werfénien et Permien grâce à une forte remontée par faille. Si cette faille est unique, son rejet Ouest est de l'ordre de 200 m. Sur la rive gauche du vallon, on observe sa transformation en demi-flexure, avec laminage progressif des deux termes du Werfénien, intense au raccord, tandis que sur la rive droite la cassure semble rester nette.

Or, cette faille de rejet très notable doit se retrouver dans la faille de bordure W du fossé du col 1 705, dont le rejet est supérieur à 150 m. Les deux affleurements indiquent d'ailleurs des pendages très voisins, de l'ordre de 60° ENE. A l'W de cette faille se situe le panneau culminant du Dôme de Barrot, lui-même rompu par quelques cassures, sans qu'il soit facile d'attribuer la prééminence à tel ou tel de ces petits panneaux secondaires. Mais ce que l'on peut noter, c'est : l'abaissement régulier au N (vers le Lavigné et probablement aussi sous la Baisse de Barrot) de la surface structurale, son inclinaison à l'W sous un pendage de 30°, à l'W même de la cime de Barrot vers le col de Laus, enfin au S et au SE le prolongement du flanc N du Dôme, avec des pendages très atténués, de l'ordre de 10 à 15° NNW.

Cette dernière disposition montre un fait important pour la connaissance de la forme véritable du dôme, et les pendages sous la Tête de Rigaud, comme entre Girent et les Cluots, le confirment : *l'érosion plus violente au S*, sur le flanc plus rapide et du côté de la plus forte dénivellation, en faisant reculer vers le N la ligne de faite topographique, *a démantelé la crête structurale du dôme permien. Celle-ci se trouvait nettement au S des zones les plus élevées des affleurements actuels.* Sauf si, plus à l'E, mais avec une faible probabilité, des panneaux relevés pratiquement inobservables dans le Permien rouge homogène ont eux-mêmes joué ce rôle, il faut chercher le sommet de la surface structurale du dôme quelques centaines de mètres à 1 km ou plus au SE de la cime, au-dessus des ravins supérieurs du torrent de Ciavanette.

On voit alors que *l'ultime pointement aux formes toujours lourdes n'en est pas moins brusquement relevé du côté de l'E, avec un aspect fortement dissymétrique de grand panneau exagérément gauchi.* Du côté S, la position du Werfénien au Collet de la Vigude, dont le prolongement buterait fort bas contre l'éperon S du point 1793, suffit à elle seule à faire admettre la présence d'une façade

abrupte de failles étagées aussi dans cette direction. La présence en alignement assez rigoureux du ravin d'Artel, du ravin à l'W du Collet de la Vigude et d'une partie du cours du ravin de Ciavanne est une forte présomption en faveur de l'existence d'une telle faille au Collet de la Vigude même. Une faille observée dans le Permien, à l'E de Méubio Haute, et les deux failles sommitales de la Tête de Mélèze représenteraient peut-être l'amortissement de l'accident au NW.

QUATRIEME PARTIE

ASPECTS D'ENSEMBLE DU SOULEVEMENT CONCLUSIONS

1. Conclusions sur les aspects tectoniques de l'ensemble du dôme permien. Soulèvement et distension sous l'effet de compressions profondes (fig. 5 et 6).

En dehors des renseignements d'ordre général que l'étude de la tectonique fine du socle permo-werfénien du Dôme de Barrot, exposée aux chapitres précédents, apporte sur les modes de déformation de ce matériel géologique dans certaines conditions de milieu, on voit que cette enquête a aussi mis en lumière des zones structurales différentes et des contrastes tectoniques véritables, trahissant des différences, non seulement dans les directions des forces mises en jeu, mais encore dans leur nature (distensions, compressions, cisaillements) d'une part, et d'autre part un modelé architectural du dôme permien sensiblement différent du schéma simplifié adopté jusqu'ici.

Le dôme permien, très dissymétrique, a dû avoir une ligne de faite orientée E-SE, un peu ondulée, culminant à peu près au milieu de la transversale de même direction, mais fortement décalée vers l'E dans l'ensemble. Cette ligne de faite est, d'autre part, très proche de la bordure SE qui apparaît comme un grand flanc abrupt ne faisant qu'un avec une face E plus abrupte encore, tandis que vers le NE s'abaisse un long glacis en pente douce annonçant quelque part une soudure avec le Massif de l'Argentera. L'édifice sommital se dessine comme une forte gibbosité relevant

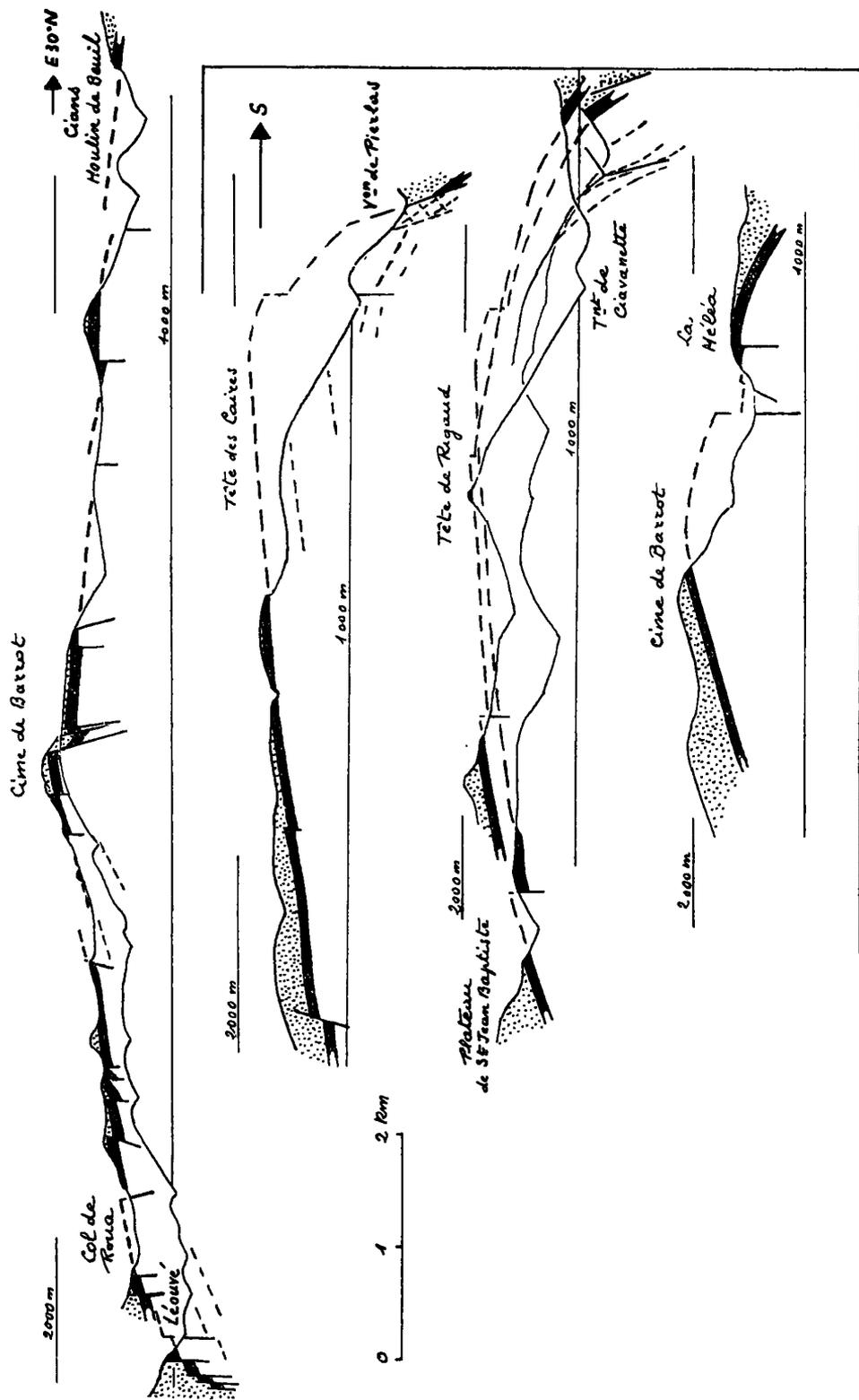


Fig. 5. — Coupes d'ensemble du Dôme de Barrot.

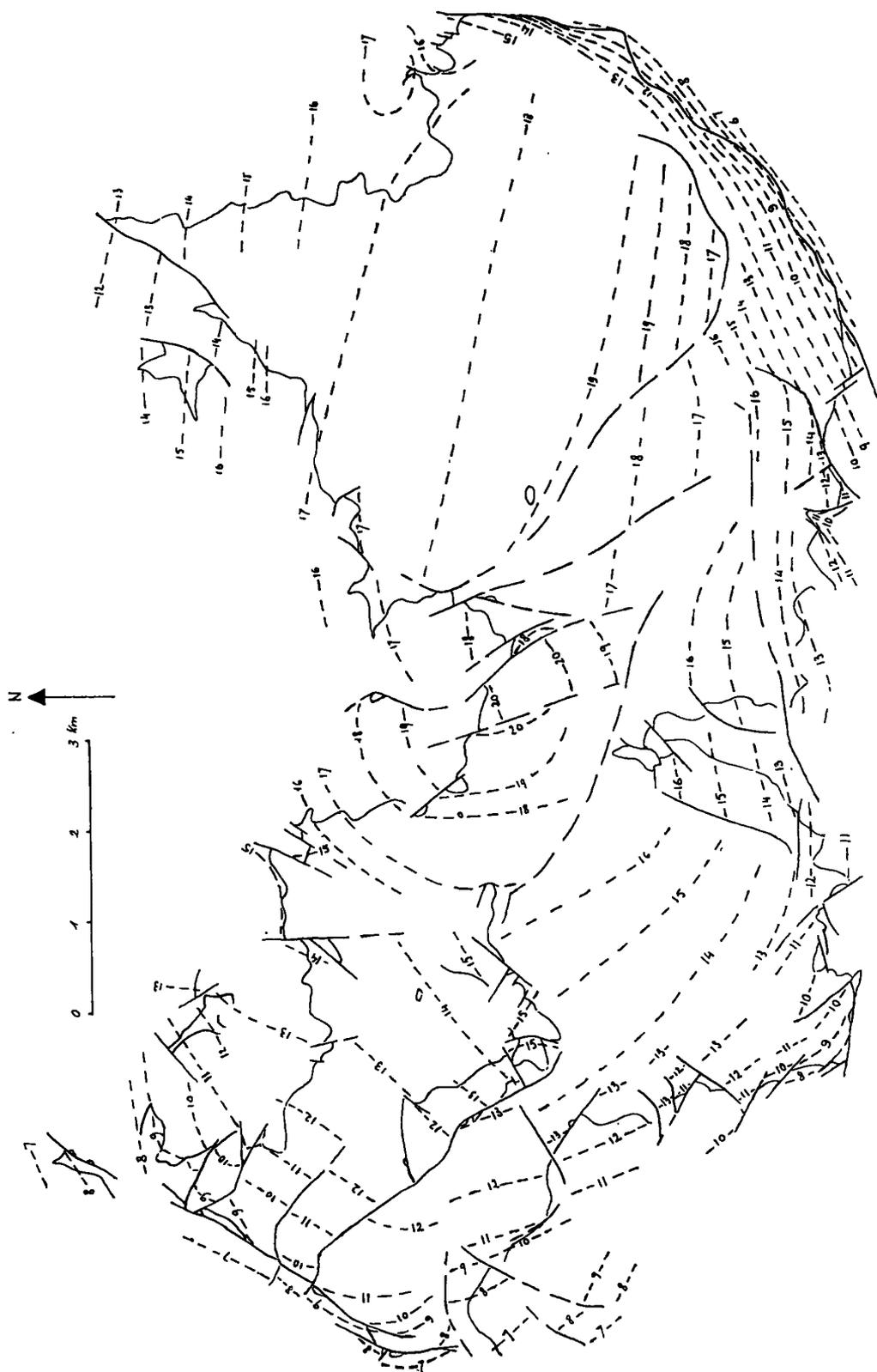


Fig. 6. — Carte structurale de la surface du Dôme permien de Barrot en courbes de niveau de 100 en 100 mètres (tracé des courbes en partie hypothétique).

l'extrémité W de la ligne de faite, à allure de lourde pyramide tronquée, abrupte vers le S et l'E, alors que ses autres versants se raccordent à la pente générale du flanc du dôme. Celle-ci est la plus douce vers l'W - NW, c'est-à-dire que la ligne de faite se prolonge structurellement dans sa direction, mais en ligne descendante et avec un relief adouci. Toutefois, un gradin inégal de failles abruptes marque assez profondément la surrection du dôme à l'W et au SW, compensant en partie la douceur relative de ces versants au-dessus.

La disposition allongée des affleurement exagère quelque peu celle du dôme qui, à la cote 1 200 m, peut être définie par un facteur 1,5 environ.

On a noté enfin d'assez douces mais nettes ondulations modelant les flancs S et W du dôme, celles-ci apparaissant encore au N grâce à l'érosion qui en a mis au jour les compartiments remontés.

En ce qui concerne le style tectonique des divers secteurs structuraux ainsi définis, on voit alors qu'à l'W des plis souples assez complets (anticlinaux) s'associent çà et là à des plis cassants et à un réseau de failles nettement ordonné et relativement dense, tandis qu'au SE ce sont de grandes failles courbes et des zones broyées, à l'exclusion de petites cassures simples, qui dominent toute la structure.

Au S, de grandes flexures partiellement souples annoncent sans doute les zones broyées du SE, tandis qu'au SW la déformation s'est quasi exclusivement traduite en une multitude de failles, çà et là accompagnées de flexures cassantes. Or, un champ de failles denses s'observe encore haut sur ce versant SW, alors qu'au NE la masse rocheuse n'est rompue çà et là que par un petit nombre de cassures, mais presque toutes assez amples.

Enfin les régions élevées s'opposent en général aux régions basses par l'indécision du modelé structural, se traduisant dans un équilibre approché du jeu des failles conformes et des failles contraires, tandis que sur les flancs plus bas le jeu des failles conformes l'emporte largement.

Or, si les failles conformes sont le résultat d'une distension des couches, entraînées dans une déformation accroissant la surface de l'enveloppe du volume intéressé inchangé, les formes plissées, cassantes ou non, et plus impérativement encore les formes anticlinales, ont dû se produire sous l'effet de compressions. Ces signes de compressions, du moins sous leur aspect le plus évident, apparaissent en règle générale assez bas ou très bas dans les régions observables du dôme. De plus, les directions des plis désignent des sens de poussées normales à la bordure du dôme.

Il existe donc sur le terrain observable des signes avant-coureurs de compressions profondes, que l'on est en droit de supposer prédominantes plus bas. Leur présence, loin d'être incompatible avec la distension de la surface, en désigne au contraire l'origine : le dôme s'est soulevé et modelé en intumescence, d'où accroissement de la surface de l'enveloppe sous l'effet de pressions venant latéralement de tous les sens et agissant sur ses couches profondes.

R. D. SCHUILING (ouvr. cit.), dans son récent travail (cf. « Réunion extraordinaire de la Société Géologique de France, Alpes et Provence », *C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, 1956, n° 17) a déduit de l'étude des diaclases du Permien que celles-ci ont été formées par tension. Ce résultat important s'accorde tout à fait avec la présence d'un système prédominant de failles de distension. Mais la conclusion qu'en tire l'auteur, qui juge incompatible le soulèvement du dôme avec un effet de compression tangentielle, assimile arbitrairement les régions hautes, soumises à la distension, aux régions profondes. La conclusion de la présente étude sur ce point, par conséquent diamétralement opposée, ne fait par contre que confirmer celle de Léon BERTRAND, implicitement reprise par P. BORDER.

Mais une confirmation indirecte de la réalité de l'interprétation du soulèvement du Dôme de Barrot comme un effet de compressions tangentielles profondes est fournie par l'étude d'autres régions du socle alpin. Au Pelvoux, les déformations du socle à la base du Trias en dehors de la bordure orientale (où le style proprement autochtone du soulèvement est masqué en grande partie, ou modifié, par la poussée des nappes de la couverture provenant des zones internes) montrent un contraste entre la tectonique des régions profondes et celle de leur enveloppe : la première accuse de très énergiques compressions en milieu essentiellement plastique; la deuxième révèle une part beaucoup plus grande des failles et accidents cassants, et notamment des failles de distension et accidents ayant comporté une phase de distension (pincées). Bien qu'ici on n'observe nulle part (même au Plateau de Paris) de tectonique aussi essentiellement cassante qu'au Dôme de Barrot, le contraste est significatif.

2. Le rôle métallogénique des failles.

L'origine hydrothermale des minéralisations métalliques du Dôme de Barrot est à mettre en rapport avec leur situation subordonnée aux accidents tectoniques.

On remarque que les gîtes du type cuprifère se groupent très nettement près de failles de toutes importances, vers une jonction

de failles ou dans un champ de failles serrées, sans toutefois que la minéralisation apparaisse comme un simple phénomène d'enrichissement par lessivage contre ou dans la faille. Il en est de même pour les gîtes cupro-uranifères de la rive droite des gorges de Daluis et du Pont des Roberts.

La minéralisation cupro-uranifère de Liouc et du Faciès de Léouvé apparaît par contre indépendante des failles locales, qui recoupent ses niveaux en les décrochant.

Pendant, le rassemblement de la totalité des gîtes principaux des deux types à l'Ouest, près du système de la faille de Canté, et surtout au Sud-Ouest contre le système de la faille de la Rou-doule, apporte une forte présomption pour que la minéralisation cupro-uranifère de Liouc et du Faciès de Léouvé soit subordonnée à ce dernier accident. On ne manquera pas de noter, de plus, que les sources sulfureuses du ravin du Ciaudan et du vallon de Rioul jalonnent les mêmes grands accidents cassants.

On est conduit à envisager ici au moins deux épisodes métallo-géniques successifs : l'un, cupro-uranifère, antérieur à la « petite tectonique » alpine, l'autre indubitablement alpin et lié à cette petite tectonique, c'est-à-dire à la phase nettement accusée du soulèvement du dôme. Le premier épisode aurait été également alpin mais précoce. Quant aux sources sulfureuses, elles exprimeraient un faible thermalisme actuel ayant succédé aux épisodes métallo-géniques.

3. La tectonique souple du socle paléozoïque et de sa bordure werfénienne de la Vallée de la Tinée à l'Est du Dôme de Barrot.

Quelques kilomètres à l'E des affleurements du socle du Dôme de Barrot, la bordure du massif de l'Argentera offre le plus vif contraste tectonique avec eux. Une tectonique essentiellement souple intéresse ici à la fois les gneiss, une première série permienne, la série micacée rouge violacé qui la surmonte, les pélites rouges équivalentes de la série du Dôme de Barrot et les deux termes du Werfénien.

P. FALLOT et A. FAURE-MURET (Carte géologique de la France, *Feuille de Saint-Etienne-de-Tinée au 1/50 000°* et l'ouvr. cit.) englobent les pélites rouges supérieures et la série micacée rouge violacé dans une seule et même série de Capeiroto, mais il semble possible (1^{re} part. n° 3) et intéressant de les distinguer.

On voit donc ici des plis très énergiquement accusés. Les synclinaux sont le plus souvent très pincés aux niveaux de la base du

Werfénien supérieur et de celle des pélites rouges du Permien. Ils peuvent l'être à la base des arkoses conglomératiques du Werfénien inférieur, et alors celles-ci sont broyées (rive droite de la Vionène et de la Tinée, en face de Saint-Sauveur), mais en général ce niveau massif et puissant s'encastre dans les pélites rouges, ou les arkoses permienes, par une base en fond de bateau, très souvent disloquée, surtout longitudinalement, par des failles locales caractéristiques (synclinal de Roure à Rimplas, traversant la Tinée au S de Saint-Sauveur). Des synclinaux très pincés s'observent aussi à la base des arkoses permienes (versant SE du Mont Gravières, au N de Pudje; ravin de Fraschet au-dessus de Fraschet), accompagnés alors de bandes de gneiss broyé laminé. Quant aux anticlinaux, ils forment très généralement des voûtes, plus ou moins larges, réunissant deux flancs tendant souvent à être isoclinaux. En coupe, on obtient un schéma tout à fait comparable, et plus serré, à celui des plis du Cristallin des régions occidentales et Sud du Pelvoux. Mais ici on se trouve dans une région de plis parallèles; on les y voit naître, disparaître et se relayer, mais avec des formes très allongées.

Ces formes s'accompagnent d'énergiques dysharmonies, intéressant avant tout le Permien, et qu'elles trahissent déjà par le caractère sélectif du pincement des synclinaux.

Cependant on peut se demander si tous les aspects structuraux caractéristiques sont justiciables d'une appartenance à la tectonique alpine. La présence de plis anté-alpins, sous une surface de transgression werfénienne, est certaine. Tout comme la rapide disparition des pélites rouges permienes en allant vers le N et l'E, l'épaississement local de tel ou tel niveau du Permien et la présence de plis du Permien sans liaison visible avec des plis du Werfénien sont certainement en partie d'origine antétriasique. On considérera que les accidents tectoniques de ce groupe doivent malgré tout être alpins, dans la mesure où leur direction est conforme et, d'autre part, et même dans ce cas si leur direction est un peu aberrante, dans la mesure où ils représentent un plissement énergétique (synclinal pincé du ravin de Fraschet) : la tectonique qui a déformé le Permien avant le dépôt du Trias et que A. FAURE-MURET, on l'a vu (1^{re} part. n° 5), parallélise avec la phase palatine de STILLE, n'a pu ici créer d'accidents aussi vigoureux que ceux que l'on observe.

Quoi qu'il en soit, la tectonique essentiellement plastique, avec rôle subordonné (bien que parfois important) des failles, qui caractérise l'ensemble du massif de l'Argentera, est représentée dans ce secteur de bordure par un système de plis particulièrement vigoureux.

On constate que si le Werfénien inférieur apparaît parfois aminci et broyé, en général ses couches n'ont pas souffert du plissement. La même remarque s'applique aux deux termes inférieurs du Permien.

Par contre, les pélites rouges permienes ont subi des déformations intimes considérables sur une vaste échelle. En dehors de larges zones finement broyées où toute structure a à peu près disparu (rive droite de la Vionène, en face de Saint-Sauveur et de Roure), la stratification originelle est très souvent devenue à peu près illisible en raison du développement d'un énergique feuilletage de schistosité mécanique : on ne peut alors voir la stratification originelle que dans des conditions d'observation particulièrement favorables (talus de route) et grâce surtout à la présence des minces niveaux flous verts qui soulignent de loin en loin cette stratification; on observe dans ces conditions que le feuilletage est parallèle à des failles de faible rejet, trahissant une déformation très cassante, à petite échelle, même si elle est faible. Mais, ailleurs, se voit un énergique plissement secondaire qui affecte le feuilletage de schistosité (talus du chemin muletier de Saint-Sauveur à Roure et des premiers lacets de la route de Roubion, au-dessus de la Tinée), aspect remarquable qui trahit d'ailleurs deux phases de déformation.

La déformation du Permien, même ayant gardé sa stratification, à partir d'un contact anormal initial simple (faille), a pu conduire à des complications tectoniques de détail comme celle qui s'observe au talus de la route de Roubion, à l'entrée du deuxième tunnel. On voit ici, à quelques mètres du mur des poudingues de base werfénien, prise dans les pélites permienes, une lentille d'arkoses werféniennes appartenant au sommet de la série, bien apparente avec ses grès à grain fin, en lits alternativement blancs, brunâtres et violacés; cette lentille est d'ailleurs elle-même rompue par une petite faille qui apparaît comme le dernier mouvement net de mise en place. Ses bords, en accordance avec les couches permienes à son mur, sont en discordance tectonique à son toit, lequel montre les couches permienes faisant tectoniquement corps avec les poudingues werfénien du tunnel. A noter que l'ensemble, très redressé, est légèrement renversé. On verra au chapitre suivant ce qu'il faut penser de ce renversement. Quoi qu'il en soit, cette observation suffit à finir de caractériser le comportement tectonique intime des pélites permienes prises dans un plissement intense, de simples plis droits, d'ailleurs affectés de failles locales, ayant été capables d'aboutir dans ce milieu à un véritable malaxage.

Dans les éléments du contraste tectonique avec le Dôme de

Barrot, on observe que les arkoses werféniennes, qui apparaissent au Dôme de Barrot comme la couche rigide par excellence, appartiennent ici au niveau plastique principal. Capables d'un début de plissement souple, les pélites permienes sont, par contre, impuissantes à continuer de se plisser sans se broyer; mais le jeu différentiel de feuilletés développés dans la roche, indépendamment de la stratification, remplace très vite, bien avant le broyage, le repliement des strates.

Dans le contraste tectonique, un élément reste invariant : le niveau compétent de l'ensemble est toujours celui des arkoses werféniennes.

4. Les rapports tectoniques entre le Dôme de Barrot et le massif de l'Argentera.

Léon BERTRAND (ouvr. cit.) avait admis à priori que la limite entre le domaine tectonique du Dôme de Barrot et celui du massif de l'Argentera suivait l'axe du vallon de la Vionène. Il avait reconnu ici le *déversement en sens inverse des plis de la bordure du massif cristallin, sur la rive gauche, et de ceux de la bordure du Dôme de Barrot sur la rive droite.*

P. BORDET (ouvr. cit., en note infrapaginale) pense que ce déversement en sens inverse n'existe pas, que l'interprétation par Léon BERTRAND en est résultée d'une confusion entre les anticlinaux de grès du Trias inférieur de la région de Roure et l'apparence que prend, au-dessus du Roubion, le synclinal de Muschelkalk de la Tête de Falcon, lorsqu'on observe l'enfilade du vallon.

En réalité il existe un déversement en sens inverse très accusé des plis du Permien et du Werfénien de part et d'autre du torrent, et le déversement au NE des plis de la rive droite (côté Dôme de Barrot) se poursuit, toujours accentué sur près de 2 km au S au-dessus de la Tinée. Mais on observe aussi un certain nombre de faits qui apportent une notion différente sur l'origine de ces structures.

Le premier, très important, c'est que le grand synclinal, très déversé au NE en face de Saint-Sauveur, qui traverse la Vionène 2,5 km en amont, est ici un pli droit et plus haut, avant de disparaître (localement) par faille, alors presque axé sur le torrent, montre le Werfénien chevauché en sens inverse sur ses deux bordures. La faille, recoupant le Werfénien en sifflet, montre à son éponte, au contact du Permien, un lambeau de Werfénien supérieur en situation anormale. Elle semble trahir une torsion cas-

sante du pli, qui se retrouverait sous le mont Falcon, également très décalé en hauteur (300 mètres) et réduit; la route de Vignols traverse ici un petit synclinal pincé de Werfénien supérieur et de cargneules enserrant une lame de Muschelkalk; les couches sont toutes subverticales, le pli est droit, sans signe de déversement quelconque : or, cette dernière trace du synclinal vers l'W recoupe le versant très escarpé, avec un ravin pour axe, sous un angle très fort.

Les autres faits concernant l'ensemble des structures intéressées satisfont à la règle suivante : sur l'ensemble du versant Tinée du massif de l'Argentera, les déversements affectent essentiellement les plis qui traversent horizontalement ou sous un petit angle les versants, ils se font au versant et sont les plus forts dans les grands versants raides; les synclinaux axés sur des vallons sont droits là où l'érosion n'en a pas enlevé le cœur, avec signes de chevauchements en sens inverse sur les deux flancs (s'il le faut, à faible distance pour le même pli : synclinal de Rimplas) quand l'érosion a fait son œuvre; les plis recoupant transversalement un vallon important de faible inclinaison sont droits; les plis parallèles au versant, mais situés très bas, presque en fond de vallée, sont droits; les seules exceptions indiscutables ont paru concerner des secteurs isolés des contacts entre les trois termes du Permien à l'E de Roure, sur la rive droite de la Tinée avec chevauchements vers l'WSW, au flanc d'un versant E escarpé, et encore ne s'agit-il pas ici d'un pli complet; sans doute une partie de la valeur de chevauchement qui affecte le synclinal de Lenton (au NW de la Bolline-Valdeblore) échappe-t-elle aussi à la règle.

Ainsi, aux exceptions près, il semble possible d'affirmer que les *déversements de plis observés en Tinée ne sont pas d'origine tectonique, ou alors sont le résultat d'une phase tectonique subaérienne très récente. Dans le premier cas, ils traduisent un grandiose effet de balancement superficiel plastique généralisé; dans le deuxième, sa participation.*

Il en résulte que *la Vionène ne peut être prise comme frontière structurale (comme zone de « col ») entre le socle permien du Dôme de Barrot et celui de l'Argentera*, et que les plis du Permo-Werfénien de sa rive droite appartiennent au même titre que ceux de sa rive gauche à la couverture sédimentaire de l'Argentera. Le relèvement de la surface du socle permo-werfénien vers le SW, au S de Roubion, bien visible dans le vallon de Cluas (anticlinaux droits sous la Leccia et aux Doussas), n'est pas un fait suffisant pour rattacher ces structures au Dôme de Barrot. On peut penser à la présence sous le Trias et le Jurassique de la région comprise

entre Beuil, Roubion et la partie supérieure du vallon de Pierlas, d'un anticlinorium marquant une dernière répercussion des structures souples de l'Argentera en direction du Dôme de Barrot. Au surplus, les profonds synclinaux pincés de la basse Vionène d'une part se vident nettement vers le haut aux abords de Roubion, d'autre part ont leurs points les plus bas, au S de St-Sauveur, dans des ombilics, alors même que le socle disparaît sous la couverture aussi bas ou presque aussi bas à proximité, non seulement au S dans la vallée de la Tinée, mais également à l'W de cette dernière dans le vallon de Calancia, c'est-à-dire en dehors des structures qu'ils jalonnent.

Dans ces conditions, *la limite tectonique entre les deux intumescences du socle reste très floue pour nous*. Il semble qu'elle soit indécise. *On ne peut préjuger de quelle manière s'établit le raccord entre la zone plastique et la zone cassante*; on ne peut que supposer qu'il est graduel. S'il existe un seuil de plasticité et si ce seuil est élevé, le raccord peut être brutal. *Quant au « col » structural*, il doit se situer relativement haut en altitude, probablement au-dessus de 1 000 m, d'après la disposition de la couverture; seule la présence d'un synclinal pincé pourrait infirmer, semble-t-il, cette évaluation. A cette dernière restriction près, ce col serait un *large plateau soudant étroitement, entre le Cians et la Vionène, le Dôme de Barrot à son grand voisin l'Argentera*.

5. Rapports tectoniques entre le socle et la couverture. Dépendance d'accidents de la couverture vis-à-vis d'accidents du socle.

Le fait général de l'indépendance structurale qui existe entre le socle permio-werfénien du Dôme de Barrot et sa couverture est une notion qui, déjà dégagée par P. FALLOT (*Feuilles de Puget-Théniers et Saint-Etienne-de-Tinée au 1/50 000^e, 1943, Bull. Serv. Carte Géol. Fr., t. XLV, n° 216*) pour les grandes lignes, a été définitivement acquise grâce à P. BORDET (ouvr. cit.). Ce sont seulement des points d'interprétation concernant le glissement de la couverture, sa valeur peut-être, en tout cas ses rapports avec la surrection du dôme et, d'autre part, la comparaison des structures respectives du Trias et du Jurassique observées sur des verticales différentes ou l'extrapolation de certaines observations de ces structures, qui semblent devoir être discutés.

A cette question s'ajoute celle des failles du Permien que P. BORDET considère comme localement dues à la compression exercée sur le socle par la couverture, ou comme post-tectoniques

en raison de leur correspondance avec des décrochements de plis du Muschelkalk.

L'ensemble des problèmes soulevés ici n'entre pas dans le cadre de cette étude, mais les rapports de la surrection du dôme et de ses accidents avec les structures de la couverture exigent d'être examinés à la lumière d'une part des observations déjà exposées ici même, ou par P. BORDET, d'autre part de quelques observations nouvelles.

L'existence d'une « barrière plastique », constituée par les « cargneules » et le Werfénien supérieur, amortissant la plupart des failles du socle (et on a vu plus haut que le Werfénien supérieur était à lui seul une telle barrière pour beaucoup de ces accidents), ne facilite pas l'étude des rapports du socle et de la couverture. Les renseignements qu'apporte l'observation des rapports pélites werféniennes - cargneules se résument d'une part aux laminages et épaisissements surtout visibles dans les pélites et, çà et là, notés, d'autre part aux transformations de failles en flexures souples susjacentes, dont des exemples ont été donnés : dans ce domaine, la rive gauche du ruisseau de Canté montre avec netteté, au talus de la route, les ondulations très souples de cargneules et de gypse interstratifié épousant les panneaux faillés alternativement abaissés et relevés du Werfénien. Une remarque accessoire peut être faite à cette occasion : la présence de gypse dans les cargneules inférieures, ici comme plus au S, doit être originelle; on ne voit pas comment une migration depuis le Keuper (par exemple, comme P. BORDET en pose la question) pourrait avoir abouti à une interstratification régulière et tranquille comme celle que l'on observe. R. D. SCHULING (ouvr. cit.) est d'ailleurs parvenu de son côté à la même conclusion.

Mais si, de cette échelle très locale, on passe à l'échelle des *ensembles de plis de couverture* que P. BORDET a considérés, on ne peut manquer d'être frappé par le fait, d'ailleurs incontesté, que *ces plis ceinturent le dôme*.

La carte de P. BORDET (ouvr. cit.) est suggestive à cet égard. Même en admettant un plissement initial généralisé de la couverture par-dessus le dôme naissant, selon l'interprétation de P. BORDET, il faut admettre aussi que, par la suite, *le soulèvement du dôme s'accusant a joué le rôle déterminant dans la distribution concentrique des plis de la couverture glissée à la périphérie*.

Selon P. BORDET, il y aurait progression du phénomène de plissement, à la fois vers la profondeur et vers la base de l'échelle stratigraphique et allant du S du Dôme de Barrot à la bordure permo-werfénienne du massif de l'Argentera dans la région Vignols -

St-Sauveur et, en conséquence, il paraîtrait « difficile d'attribuer à la seule gravité les forces croissantes vers le NE qui ont plissé cette région externe et relativement profonde de la chaîne ».

Mais il semble y avoir là une confusion : les plis du Permo-Werfénien de la région de Saint-Sauveur, qui englobent aussi les gneiss appartenant au socle, n'ont pas été formés par les mêmes actions tectoniques que ceux de la couverture post-werfénienne. Les premiers sont dus aux compressions latérales développées dans le socle et le soulevant localement. Les seconds ne sont que le résultat secondaire passif du soulèvement, la couverture ayant glissé par gravité des points hauts vers les points bas.

Le massif de l'Argentera a donc pu s'individualiser beaucoup, assez longtemps avant le Dôme de Barrot, pour que la couverture de son flanc SW commence à glisser largement par-dessus un dôme peu accentué. Cette hypothèse de glissement d'ensemble initial, par-dessus le dôme, est nécessaire, rappelons-le, dans le cas où il est bien réel que le plissement de la couverture montre une compensation entre le Jurassique, Crétacé et Tertiaire d'une part, supposés seuls plissés au S du dôme, et le Muschelkalk, supposé les relayer dans ce plissement au NE.

Or, dès que le Dôme de Barrot s'est plus vigoureusement accusé, non seulement il a dû opposer une barrière au glissement de la couverture venant du massif de l'Argentera, mais encore ce glissement a pris des orientations périclinales tendant à constituer l'ensemble que l'on observe aujourd'hui. Vers le NE, on peut admettre un rétro-glissement faisant partiellement refluer la couverture des régions hautes du dôme permien vers le large col structural de la région de Beuil. A l'W de ce col, l'orientation des plis du Muschelkalk de Guillaumes à Péone marquerait la déviation du glissement de la couverture sur le flanc du col. Enfin les plis du Muschelkalk de la boutonnière de Pierlas ne sont pas aberrants, ils indiquent un glissement vers le S que la forme du soulèvement très brusque du dôme permien de ce côté (faille de Girent) n'a pu modifier, ce versant quasi vertical n'ayant alimenté en matériaux de couverture aucun nouveau glissement notable, qui aurait pu se diriger vers l'E ou le SE.

En rapport avec l'édification des plis du Muschelkalk, on remarque que les failles d'Eguilles et du Moulin de Beuil, formant un fossé à angle ouvert au NE (3^e part., n° 6), ont pu fort bien marquer les décrochements de ces plis observés ou postulés par P. BORDET sans être des failles de décrochement dans le socle : soit que la disposition du fossé ait freiné le glissement initial vers le SW, soit qu'elle ait facilité le rétro-glissement pour la partie de la

couverture qui s'y est trouvée engagée. Pour la faille du Lavigné, il a pu en être de même avec une disposition différente, et cette faille est encore, on l'a vu (3^e part., n^o 7), un bord de fossé; en dehors des décrochements de plis signalés par P. BORDET à la cime de Courbaissa, on peut voir, dans les escarpements du Muschelkalk, puis dans le fossé, au-dessus du Lavigné, une torsion de couches à forts pendages qui évoque des replis secondaires énergiques.

Cependant, le glissement de la couverture à partir du dôme permo-werfénien en a provoqué la dénudation partielle. Celle-ci a nécessairement atteint les régions élevées, selon l'axe culminant où s'est produite la déchirure initiale, mais des lambeaux ont pu rester alors collés, ou en retard de glissement, à la surface peu inclinée de certains secteurs, à la suite du morcellement justement provoqué par l'accroissement de la vitesse avec la pente sur les flancs du dôme, ce processus secondaire de fixation pouvant être facilité par un ancrage sur des failles secondaires (cime de Serraye, La Méléa).

Il semble que ce soit à partir de ce phénomène de dénudation que l'on puisse discuter de la notion de l'existence dans le socle de failles locales qui ne seraient que l'effet de la compression exercée par la couverture. On a vu tout au long de cette étude que les failles du socle du Dôme de Barrot font partie d'un tout très cohérent. Au surplus, pour qu'une faille locale puisse se produire dans la masse d'un tel socle sous l'effet d'une compression exercée par la couverture, il faudrait supposer une poussée locale considérable de l'ordre de valeur des poussées des nappes des zones internes par exemple, et due au seul poids de la couverture locale. Cette notion ne paraît donc pas conforme aux faits, même dans les conditions qui lui seraient le plus favorables. Il reste à savoir si on ne pourrait pas en conserver le principe pour des accidents plus amples, ceux-là même qui dessinent ou soulignent aujourd'hui la limite des affleurements permien à l'W, au SW et au SE (système des failles de Canté et de la Roudoule, faille de Girent), mais en considérant seulement que cette action se produit sur des accidents préexistants, c'est-à-dire sur un matériel de résistance affaibli et sur des panneaux beaucoup plus vastes, en fait de l'ordre de grandeur du dôme lui-même. En définitive, les grandes failles de bordure que l'on observe aujourd'hui pourraient même être, dans ce cas, des failles vivantes, et le dôme partiellement dénudé continuerait à se soulever plus ou moins sous l'effet de la pesée de la couverture de sa périphérie. Or, rien ne l'indique.

Sur l'ensemble de la bordure Sud du dôme, P. BORDET a noté l'amincissement de la série triasique moyenne et supérieure et

admis l'absence de son plissement. Il est, en fait, impossible ici d'observer si ce Trias est ou n'est pas plissé, sauf autour de Liouc (au N et à l'E surtout) dans un petit secteur. Partout ailleurs, l'érosion ne montre qu'une tranche directionnelle du Trias, comme des autres formations de bordure de la couverture du dôme, ou alors ne va pas assez profond pour dégager le Muschelkalk, voire le Keuper, dans la vallée de la Roudoule ou du Cians. Trias moyen et supérieur, Jurassique et Crétacé inférieur apparaissent en série monoclinale régulièrement plongeante au S, épousant le léger bombement du dôme, sur une longue ligne allant de la Croix au vallon de Roubi, et seulement en partie cisailés en direction généralement très oblique, par les quelques failles notables du socle qui vont s'y amortir. De Daluis à la Croix, par contre, toute régularité a disparu : contre la faille de Martignac, et l'injectant, s'étend le diapir de gypse du Keuper de Daluis; de la cime de Martignac à la crête du Graou, le pli couché de la Tête de Pibossan, dont le chevauchement atteint quelques centaines de mètres, intéresse la série allant de cargneules du Keuper à du Crétacé inférieur; et, en arrière de ce pli, se situe une zone très bouleversée, grossièrement axée sur le ruisseau d'Amarines et la crête de Fraiscié où les rapports de dépendance d'accidents de la couverture vis-à-vis d'accidents du socle paraissent se manifester de façon éclatante.

Quatre failles notables du socle recourent probablement la couverture à l'E de la Croix. Celle du ravin de Figuière, assez transversale, n'est plus représentée que par une vaste flexure dans le Lias et le Dogger. A Villaron (ravin de Peichal), l'accident n'a pu être étudié. La faille de la Nouguière doit s'amortir dans le seul Trias. Quant à la grande faille de Girent, après avoir raboté la corniche de Malm au NW de Lute, elle va s'évanouir d'une façon difficilement localisable entre Dogger et Oxfordien, ou dans l'un de ces niveaux, vers Peccia, pratiquement en accordance alors avec les lits marno-calcaires. Les forts pendages (40 à 70°) de toute la série jurassique en bordure de ce dernier accident, avec lequel la direction générale des couches ne fait qu'un petit angle, trahissent un enfoncement considérable du socle. La faille doit marquer, avec la zone broyée en amont, la partie cassante visible d'un accident comportant en profondeur un prolongement notable, sans doute en partie sous forme de flexure plastique. Des laminages et des mouvements relatifs de couches de la couverture se voient dans le mince panneau de cargneules broyées de Pra d'Astier, dans l'amincissement accusé du Lias à la traversée du torrent de Ciavanette et dans un accident curieux affectant la base du Dogger et du Lias supérieur, représenté ici par une vingtaine de mètres de marnes noires :

encadré de failles, ce matériel schisteux apparaît encadré dans la base du Dogger comme dans un véritable tiroir.

Pour P. BORDET, le beau *pli retourné en faux anticlinal*, que la Roudoule a scié transversalement et portant à sa charnière la Chapelle de St-Sébastien, représente la charnière synclinale, renversée par enroulement, du pli couché de Pibossan. Mais la grande régularité de pendages et la puissance du Jurassique sur la crête du Graou et jusqu'à la traversée de la Roudoule rendent cette liaison d'autant plus improbable que, jusqu'à l'E même de la Tête de Pibossan, aucune structure du vallon d'Amarines ne semble pouvoir représenter un jalon favorable à l'hypothèse.

De la crête de Lalarre comprise au ravin qui contourne l'éperon de la Chapelle St-Arnoux, s'étend une zone complexe, contenant le synclinal renversé, mais que l'on doit situer en arrière du pli de Pibossan et que termine brusquement à l'E une faille selon laquelle le Lias puissant de la série régulière du Mont d'Auvare chevauche au SW l'Oxfordien dans les flancs du ravin de St-Arnoux (fig. 7).

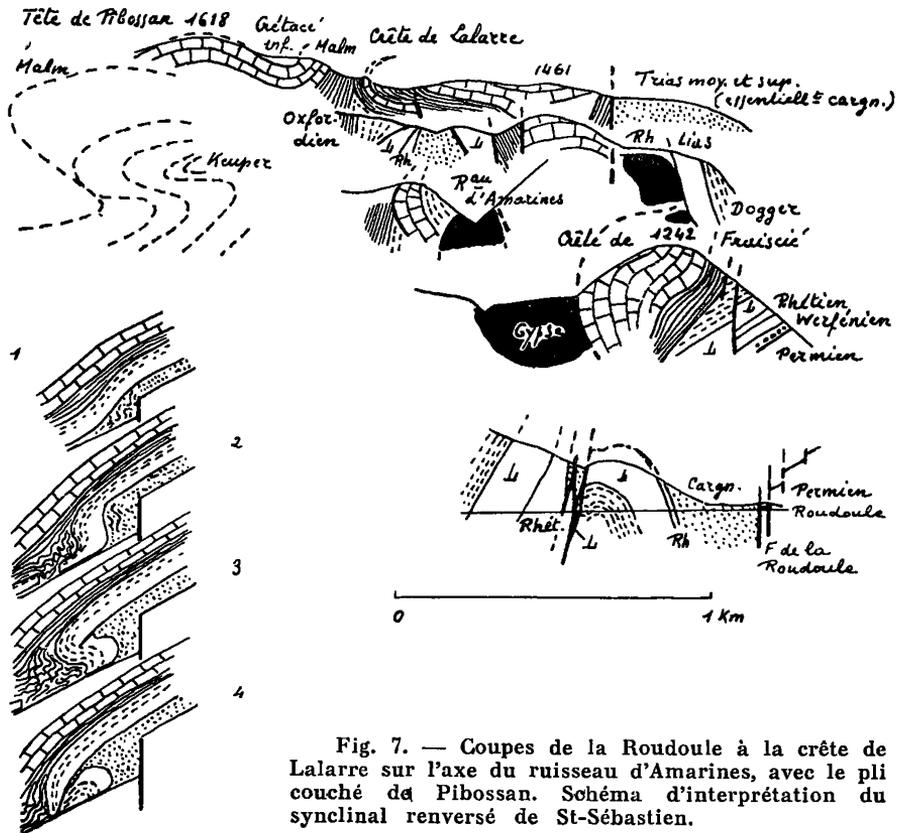


Fig. 7. — Coupes de la Roudoule à la crête de Lalarre sur l'axe du ruisseau d'Amarines, avec le pli couché de Pibossan. Schéma d'interprétation du synclinal renversé de St-Sébastien.

A Saint-Arnoux s'encastre verticalement dans cet Oxfordien un véritable bloc de Malm flanqué de Crétacé inférieur, en position synclinale, par conséquent, mais anormale. Il est impossible de rattacher cet accident à aucune autre structure, les dépôts de pente variés qui s'étendent au N de La Croix masquant d'ailleurs tous rapports structuraux au voisinage immédiat. A l'opposé, la crête de Lalarre montre, en se déplaçant de la Tête de Pibossan vers l'E, un premier anticlinal à charnière de Dogger que vient chevaucher un anticlinal de Malm couché au S-SW, petite réplique du pli de Pibossan : mais la lame recourbée de Malm, arrêtée à l'E (versant d'Amarines) sur une faille et s'effilant rapidement en pointe dans le flanc N de la crête, n'est qu'un lambeau isolé flottant sur son substratum. Au NE du point 1461, une faille amène les cargneules du Trias au contact de l'Oxfordien ; ce Trias est remonté aussi par rapport à la zone située au N du col 1349 : or, la coïncidence de cet anticlinal avec le prolongement W du coin de Permien remonté au versant E du col 1349 (3^e part., n^o 3) ne peut être fortuite.

Au SE et à l'E de la crête de Lalarre, la crête de Fraiscié et le ravin au N (ravin de Léouvé) montrent de sérieuses complications très près de la bordure même du socle (P. BORDET n'en fait pas état). La série jurassique de la crête de Fraiscié, dans l'ensemble très plongeante à l'W-SW, avec çà et là des replis, est fortement rétrécie par des failles subverticales qui interrompent la continuité des affleurements du Dogger et de l'Oxfordien et définissent des gradins très inégaux, conformes par rapport au Dôme. Cet ensemble s'interrompt brusquement au N, tranché par le ravin de Léouvé, pour laisser place à une structure radicalement différente. Il est le plus probable que, sous un étroit ruban de dépôts superficiels qui traverse ici la crête, la continuité du Malm formant la crête même est interrompu perpendiculairement par une intercalation anormale de Dogger ; les pendages du Malm des deux côtés de l'accident sont d'ailleurs très différents. L'allure d'injection diapirique de l'accident est en relation avec le gypse qui affleure largement au N du ravin jusqu'à 1 250 m d'altitude, sous une calotte de Rhétien, et se trouve flanqué à l'E par un grand panneau très redressé de Lias portant du Dogger. Bien qu'un vaste amas de terrains glissés et une large ceinture d'éboulis cachent encore ici les rapports structuraux immédiats, la nécessité de contacts anormaux à l'W et aussi au N paraît évidente.

Flanquant au S la crête de Fraiscié, le ravin d'Amarines est principalement marqué par une injection de gypse que l'abondance des dépôts superficiels n'empêche pas de voir affleurer depuis le bas, où il est enrobé dans ses cargneules congénères, jusqu'à

1 200 m d'altitude, tranchant le Dogger, l'Oxfordien et une lame subverticale de Malm sur la rive droite. Plus bas sur la rive gauche, le Malm de la crête de Fraiscié vient s'enfoncer en coin dans le gypse, comme l'a noté P. BORDET, le chevauchant sous un angle de 65°. Les dernières pentes jusqu'à la crête de Lalarre montrent, dans un jeu assez compliqué de failles et de contacts anormaux déterminant en particulier des coins de Lias typiques, le prolongement oblique vers l'E, avec apparition de cargneules en boutonnière sous une enveloppe de Dogger, de Lias et de Rhétien, du premier anticlinal signalé sur la crête. On peut admettre une relation très étroite entre cet anticlinal et les structures diapiriques des ravins reliées à travers la crête de Fraiscié. Quant à la lame de Malm de la rive droite, on voit qu'elle n'est pas synclinale, mais en contact anormal au SW avec du Dogger, que suit l'Oxfordien, et qu'elle chevauche peut-être un peu localement. Sur les pentes occupées par les hameaux d'Amarines, des dépôts superficiels étendus cachent d'autres complications certaines.

Enfin, à la traversée de la Roudoule, le synclinal renversé, au cœur de Dogger enveloppé de Lias, apparaît presque entièrement enrobé dans les cargneules, qui remplissent avec le gypse du bas ravin d'Amarines tout l'espace entre son flanc N et la faille de la Roudoule, où les cargneules restent au contact du Permien, de la Roudoule à la Ferme de la Route. Le flanc S, en partie supprimé par la faille, comporte, en contact anormal avec le Dogger et contre la faille, une lame lenticulaire de calcaire du Lias à entroques, tandis que le Rhétien de la série jurassique régulière des gorges de la Roudoule vient se coller à la faille à peu près en regard de la lentille de Lias, interrompant ici l'enveloppe de cargneules dans lesquelles il va se finir rapidement en coin acéré à l'W. Ce côté montre donc encore des complications, à échelle réduite d'ailleurs, et on retrouve le Rhétien entre deux flancs de cargneules, avec un pendage très aberrant un peu plus haut à l'W, l'ensemble butant par faille contre le Dogger de la série régulière. Les pendages de la série régulière, de 45 à 60° au S dans l'ensemble, s'élèvent jusqu'à 70° dans le Lias, où on les voit dirigés au SSW sur la rive gauche de la Roudoule. La faille a aussi une inclinaison vers le S (60° SSW environ).

La première notion qui semble s'imposer concernant le synclinal renversé de St-Sébastien, c'est que sa présence est liée à celle de la faille de la Roudoule et qu'elle implique nécessairement un glissement de la couverture par-dessus la faille. On peut imaginer les étapes suivantes du processus : la faille, s'accroissant pendant que la couverture glisse, l'angle mort qu'elle crée et qui s'accroît

en volume se remplit de cargneules d'abord, provoque un infléchissement, puis un repli de la partie inférieure suivante de la couverture ensuite, l'Oxfordien marno-schisteux limitant l'accident dans la série stratigraphique; la couverture continuant à glisser, le repli s'accroît en boucle synclinale et, dès lors, rompt ses attaches, retenu dans l'angle mort; le bloc isolé peut se renverser enfin sous l'effet du frottement, soit des cargneules encaissantes, elles-mêmes mises en mouvement par frottement, soit du mur de la couverture en mouvement, mais si la rupture a eu lieu à l'aval d'abord, le faux anticlinal pouvait déjà être définitivement en place ou presque lorsque la rupture amont s'est produite; ce serait l'alternative la plus probable, mécaniquement d'abord, et aussi d'après la position du pli assez à l'aval de la faille, à une distance à peu près égale à ses dimensions.

L'ensemble de la zone présente un certain nombre de traits généraux que l'on doit sans aucun doute mettre en rapport avec sa situation tectonique, et qui forment un tout complexe. On voit, d'une part, qu'*au passage de la Roudoule se situe un net changement de direction*, sinon des pendages du Permien, du moins des *principales failles* abaissant en gradins la surface du dôme permien, *la chute de gradins de la couverture jurassique de la crête de Fraiscié trahissant avec vigueur un plongement brusque important du socle*. D'autre part, *la Tête de Pibossan est le pivot d'un nouveau changement de direction accusé par le pli du Jurassique* qui devient presque W vers la cime de Martignac; ce n'est pas l'accentuation du bombement du socle (P. BORDET) qui a produit le *pli couché de Pibossan*, mais le freinage provoqué devant lui et vers sa base par l'accumulation des matériaux provenant à la fois du N et du NE; la distribution des altitudes de la surface structurale observable de la base du Malm montre alors qu'en arrière du pli couché principal, c'est derrière le pivot que les formations ont été portées le plus haut par l'effet d'accumulation, qui s'est propagé de l'aval à l'amont. La ligne de crête conservée ici dans la topographie actuelle peut en résulter, mais il faut tenir compte aussi de l'appui qu'offrait à l'érosion le coin remonté au S du col 1349. De plus, on note *la nette tendance de la série à l'arrière à former des chevauchements locaux de même direction approximative que le pli couché principal*, et elle exprime le même effet de déversement par-dessus l'obstacle. On note enfin le *morcellement des couches en un nombre élevé de lambeaux devenus de véritables petites unités structurales* qui se sont plissées et ont évolué pour leur propre compte; *la giclée diapirique* des gypses a fini de disjoindre ce puzzle; le règne de la dysharmonie générale s'est encore

enrichi avec le *panneau synclinal renversé emballé dans les car-
gneules au S de la faille de la Roudoule*; il est très probable que le
*pli couché de Pibossan s'arrête, tranché en biseau à l'arrière par
un accident qui le sépare de la zone morcelée*, le premier anticlinal
de la crête de Lalarre en montrant peut-être l'amorce initiale.
Quant à l'ensemble des caractères de ce morcellement et du diapi-
risme, il trahit encore l'écrasement de la série contre l'obstacle,
mais aussi la présence du plongement brusque du socle en profon-
deur, favorable à l'accumulation de matériaux triasiques d'où pro-
vient le gypse.

Quelques remarques doivent être faites enfin concernant le *pro-
blème des rapports structuraux entre les accidents de la Roudoule
à la crête de Lalarre*, en bordure du socle permien, et ceux visibles
dans la couverture *autour de Daluis*, loin des affleurements du
socle. Si l'inflexion concave (à caractère synclinal) du Jurassique
au S de Daluis peut être mise en rapport avec la cuvette synclinale
d'Agnère (cf. LÉON BERTRAND, ouvr. cit.), tout à fait à l'W la faille
de Martignac jalonne, comme le système de la faille de Canté, un
accident profond dont P. BORDET (ouvr. cit.) a eu le mérite de sou-
ligner l'importance. Contre cette faille, le *diapir de gypses du
Keuper de Daluis* jalonne très vraisemblablement un accident
transverse qui correspondrait au prolongement, sans doute ultime
vers l'W, du système de failles de la Roudoule. Au surplus, l'hydro-
logie profonde apporte un témoignage différent en faveur de cette
hypothèse : celui des sources sulfureuses du ravin de Ciaudan et
du vallon de Rioul; la première sort du Werfénien contre la faille
de Liouc (3° part., n° 3); la deuxième, abondante, sort à 18° de la
base du Crétacé inférieur, près d'une faille locale formant le contact
avec une lame de Malm, à 800 mètres à l'W de la faille de Mar-
tignac. On a vu les rapports probables de ces deux venues sulfu-
reuses avec la minéralisation métallique, et déjà noté à ce sujet
leur position tectonique par rapport aux grands accidents du socle.

6. Possibilité de mouvements récents dans une phase subaérienne.

Une question importante est enfin soulevée par deux observa-
tions différentes sur la possibilité de déformations en grand, pas
obligatoirement d'origine tectonique, durant la phase d'évolution
subaérienne des reliefs, et que tout indiquerait qu'elles se conti-
nuent de nos jours.

La première de ces observations, on l'a vu (4° part., n° 4), tend à
rendre responsable du renversement de nombreux plis la seule
raideur des versants que ces plis traversent.

La deuxième concerne une *haute terrasse alluviale du Var*, 1 km en amont de Daluis. Cette formation, recoupée en talus par la route au droit de la passerelle Durandy, s'élève depuis le bord du lit majeur du fleuve (qu'elle ne touche pas) jusqu'à 80 ou 90 mètres au-dessus, occupant environ 1 hectare et demi de superficie observable (éboulis à l'aval) et reposant au S sur le Keuper, au N sur le Muschelkalk.

La couverture du sédiment ancien comprend, de bas en haut :

— Une *brèche de pente monogénique* à éléments anguleux exclusivement calcaires; 1 à quelques mètres;

— Un *poudingue* fortement consolidé, grossièrement stratifié, au moins localement, avec des lits à éléments relativement fins entre des bancs à gros galets et blocs roulés; les galets et blocs allongés ont leur plus grand axe parallèle à la stratification locale lorsqu'elle existe, ou en tout cas à la surface du substratum triasique; la puissance conservée de ce poudingue va de quelques mètres à 10 ou 15 mètres;

— Au-dessus se trouve une deuxième brèche de pente à éléments anguleux de calcaires et cargneules et éléments roulés empruntés au poudingue, cette brèche étant aussi fortement consolidée; mais on ne la voit pas partout.

Du haut en bas le poudingue présente une variation assez nette dans le calibre de ses éléments. C'est ainsi qu'à 30 mètres au-dessus du Var actuel, de très gros blocs roulés s'y observent, peut-être un peu moins gros que ceux qui se trouvent dans le lit actuel. Au-dessus, et notamment en haut, au talus de la route, le matériel toujours assez volumineux s'est bien réduit en dimensions cependant et ne compte plus qu'une très petite proportion de blocs supérieurs à 50 cm.

Vers le haut l'alluvion présente une composition nettement différente de celles du lit actuel : parmi les calcaires et grès gris variés de type flysch, il n'y a presque aucun élément rouge; aucun galet pouvant représenter le Permien n'y a été trouvé, et de très rares galets d'un rouge plutôt brique pourraient provenir tout au plus du Werfénien supérieur.

On ne peut donner un âge précis à ce poudingue alluvial ancien et dire si sa partie la plus élevée date du Quaternaire ancien ou du Pliocène. Quoi qu'il en soit, elle est au plus contemporaine d'une époque où l'érosion subaérienne avait sans doute entamé en amont le Werfénien du Dôme de Barrot.

Or, le *Muschelkalk* affleure en bordure N des poudingues selon une surface de stratification, et les *pendages de ses bancs*, dirigés au S, assez faibles près du niveau du Var, passent vers le haut à

45° puis jusqu'à 55° au-dessus de la route. Sur cette surface, les poudingues reposent toujours par leur base, leurs lits et les grands axes de leurs galets et blocs restant parallèles à la stratification du *Muschelkalk*. On voit au talus de la route que la brèche de pente monogénique à éléments locaux anguleux est toujours intercalée, en étroit panneau abrupt, entre les poudingues à 55° et la dalle calcaire de même pendage. Immédiatement au S, toujours au talus de la route, les pendages des poudingues s'abaissent et, près d'un ponceau, on voit un paquet de ces poudingues reposer horizontalement et s'appuyer par la tranche sur une brèche de base, ici à matrice jaunâtre de cargneules, beaucoup plus épaisse qu'au N. De l'autre côté du ponceau, le pendage des poudingues, reposant sur les cargneules (toujours par l'intermédiaire de la brèche de base) est de 25°.

Il paraît tout à fait impossible d'admettre que la première brèche de pente et le poudingue se soient déposés dans la position où on les voit aujourd'hui. La brèche de pente n'aurait jamais été retenue sur une dalle à 55° et même à 45°. Quant au poudingue, ses éléments et ses lits, s'appuyant par la tranche à un glaciaire latéral aussi rapide, s'ordonneraient partout à peu près horizontalement. Tout en admettant que le dépôt ait pu encore s'ordonner parallèlement à un substratum faiblement ou même modérément incliné, la nécessité d'une déformation ayant ployé et redressé par la suite ce dépôt en même temps que son substratum, et solidairement avec lui, semble s'imposer. Le paquet de poudingue horizontal du ponceau a glissé, grâce à l'épaisseur et sans nul doute aussi à la mauvaise consolidation de la brèche de pente sous-jacente à cet endroit.

Mais la situation tectonique du placage de poudingue le met à la base du flanc SE de l'anticlinal E5 de P. BORDET (ouvr. cit.), le plus profond en position topographique et le plus oriental de la série de plis de *Muschelkalk* du Champ-Gras. Par conséquent, des mouvements récents probablement quaternaires ont une part très importante, sans doute prédominante, dans le façonnement, sinon de l'ensemble de ces plis, du moins de leur abrupte façade SE. Leur effet s'apparente d'un côté aux « collapse structures », de l'autre au vaste balancement superficiel plastique généralisé invoqué dans l'interprétation de la première observation.

Les deux observations contribuent à renforcer la notion de déformations structurales en phase subaérienne, à mieux montrer l'importance de ces déformations dans les régions à reliefs escarpés et, par voie de conséquence, celle de l'élément de discussion que la possibilité de leur présence entraîne.

De même que cet examen critique à partir de la première observation a conduit à rejeter les idées de LÉON BERTRAND sur le rôle structural du vallon de la Vionène, on peut se demander maintenant si l'ensemble des plis du Muschelkalk du pourtour du Dôme de Barrot ne s'est pas développé, au moins en grande partie, durant une dernière phase subaérienne qui a dégagé le Trias de sa couverture et naturellement dans les zones ainsi dégagées par l'érosion. Cette hypothèse ne peut pour le moment être avancée qu'à titre provisoire d'hypothèse de travail. Si sa validité était reconnue, elle aurait pour conséquence, à défaut d'autres preuves, d'enlever ses bases à la notion d'un glissement « différentiel » généralisé initial de la couverture par-dessus un dôme permo-werfénien de Barrot naissant, selon le schéma conçu par P. BORDET (ouvr. cit.), un glissement en bloc ayant cependant pu se produire.

Ce chapitre appelle une dernière remarque : on ne peut considérer la tectonique du Dôme de Barrot comme la tectonique alpine en général, sans garder présente à l'esprit la quasi certitude de mouvements tectoniques post-pliocènes. Les déformations sûrement tectoniques subies par les poudingues pliocènes de l'ancien delta du Var et connexes, associés à leur soulèvement considérable (probablement plus de 800 mètres au col de l'Uesti, qui se trouve à 1 000 m d'altitude à 20 km de la mer), en sont de solides témoins. Il n'y a pas de raison valable, à priori, pour considérer que la tectonique post-pliocène n'a pu agir sur le socle. Il est au contraire beaucoup plus juste, au titre encore d'hypothèse de travail, de penser qu'à cette époque récente continuaient toujours ou reprenaient en fonction d'une action orogénique persistante les mouvements profonds ayant pour conséquence, entr'autres, de poursuivre le soulèvement de portions du socle comme l'Argentera et le Dôme de Barrot. Si c'est assurément de cette dernière phase que date l'ensemble des déformations de tous types et de tous ordres que l'on observe aujourd'hui comme traduisant une évolution des versants, la part qui incombe, dans ces déformations, à une tectonique vraie, indépendante au moins des reliefs locaux et liée notamment aux déformations du socle d'origine profonde, ne peut être négligée.

7. Le Dôme de Barrot dans l'orogène alpin.

Ce que nous savons de l'histoire du Dôme de Barrot ne remonte pas même à l'époque où a commencé à se déposer la puissante formation de ses pélites rouges permienes. Tout ce que l'on peut dire, c'est qu'en bordure de l'emplacement du futur massif de

l'Argentera, il s'est produit sous celui du futur dôme, au Permien, un bassin de subsidence très actif et dont on ignore d'ailleurs l'étendue vers l'Ouest comme vers le Sud. Les conditions continentales de cette sédimentation étaient, de plus, celles de régions voisines d'un système volcanique en activité. De faibles mouvements, à rattacher à une convulsion des ultimes phases de l'orogénie hercynienne, ont par la suite affecté la région. On ne peut encore préciser s'ils ont ici simplement gauchi ou ondulé la surface et, à plus forte raison, s'ils ont pu esquisser le dôme alpin. Leur arasement termine une histoire hercynienne presque inconnue.

Après la longue submersion marine de l'ère secondaire, au cours de laquelle aucun signe particulier ne désigne ni le futur Dôme de Barrot, ni le futur massif de l'Argentera, la date exacte de la naissance des deux soulèvements est mal déterminée, surtout en ce qui concerne le dôme. On peut dire pour le moment que le massif de l'Argentera s'est individualisé pendant la fin du Priabonien (A. FAURE-MURET, *ouv. cit.*) et que le Dôme de Barrot n'a pas dû se soulever avant et a probablement suivi.

L'âge relatif du Dôme de Barrot par rapport au massif de l'Argentera reste d'ailleurs une question obscure; l'argument, pourtant séduisant, en faveur de la jeunesse relative du dôme, des valeurs complémentaires des plissements des séries superposées, supposées écoulées par gravité par-dessus au cours de la phase initiale de son individualisation, est mal étayé. On rappellera les deux objections présentées plus haut (4^e part., n^o 5 et 6).

En tout cas il faut considérer les deux soulèvements voisins, non comme deux massifs entièrement distincts, mais en réalité comme les deux zones culminantes d'une vaste intumescence unique isolée à grande distance de la rangée des autres massifs externes du socle alpin.

Le seul problème tectonique que pose cette unité structurale est celui du contraste entre la tectonique cassante du Dôme de Barrot et la tectonique plastique du massif de l'Argentera. Or, le plissement embryonnaire du Dôme de Barrot trahit aussi l'action de compressions latérales profondes comme moteur de soulèvement. Le contraste n'a donc plus que la valeur d'une donnée quantitative, relative au niveau maximum atteint par les manifestations plastiques de la compression et à l'intensité de ces manifestations. La recherche des causes d'un tel contraste est liée à celle de l'âge relatif des soulèvements, et d'une façon plus générale à celle de l'ordre de succession et des durées relatives des événements orogéniques et tectoniques qui les ont modelés.

Pour résoudre l'ensemble des problèmes ici posés, peut-être l'application de la notion de « front supérieur de schistosité » de P. FOURMARIER serait-elle susceptible d'apporter d'utiles renseignements pour l'étude des déformations du Permien pélitique rouge de la région de Saint-Sauveur-sur-Tinée; encore faudrait-il vérifier que la schistosité de ce Permien a un caractère régional : s'il en était bien ainsi, les premiers mouvements qui ont plissé ici la bordure du massif de l'Argentera auraient produit cette schistosité à grande profondeur, donc sous une couverture épaisse encore en place, tandis qu'ultérieurement une deuxième phase, trahie par le plissement des feuillets schisteux eux-mêmes (4° part., n° 3) et ayant agi sans créer une nouvelle schistosité, exprimerait des conditions de charge statique, donc de profondeur, moindre. Or, on n'observe pas non plus de schistosité dans toute la masse des affleurements du Permien pélitique rouge du Dôme de Barrot. On voit la possibilité d'une comparaison critique de telles données et de la conception de schémas évolutifs satisfaisant à leurs conditions.

Dans un autre domaine, une étiquette d'âge semble apportée par l'allure du réseau hydrographique. Le Var, et surtout le Cians et la Ciallandre, affluent du Cians, tranchent le soulèvement permien sans déviation. La Roudoule naît à la Cime de Barrot d'où elle descend à peu près selon une ligne de pente du Dôme, mais elle tranche aussi à l'aval, comme Var et Cians, les diverses « cuestas » de la couverture sans en être affectée. Tout se passe comme si, initialement, avec l'émergence de la mer nummulitique, il s'était formé par dessus la région du socle où devait s'individualiser le Dôme, un vaste glacis s'abaissant régulièrement vers le Sud, au moins jusqu'au synclinal de Puget-Thénières; celui-ci se serait alors individualisé en un golfe marin avant d'émerger à son tour et de servir de vallée au Var moyen. Le plissement de la couverture dû à son écoulement par gravité serait aussi postérieur à la phase initiale de l'émergence, d'où l'aspect épigénétique de l'ensemble du réseau hydrographique supérieur, antécédent, à l'exception de la masse des cours d'eau locaux. Or, il semble au contraire, avec assez d'évidence, que le massif de l'Argentera soit une ligne de partage des eaux depuis le début de la formation du réseau hydrographique régional. Si donc elle n'est pas clairement prouvée par les formes de la couverture glissée, la notion intuitive que le Dôme de Barrot individualisé est plus jeune que le Massif de l'Argentera se trouverait tout de même démontrée par cette voie.

On remarquera complémentaiement que le réseau fluvial du bassin du Var, très cohérent et très évolué, est épigénique par rapport à un très large ensemble d'unités parmi les structures

tectoniques qu'il traverse et que représentent partout des reliefs très jeunes. Le contact est saisissant. En particulier Var, Tinée et Vésubie recourent dans la zone de leurs confluences le faisceau arqué de plis de la Basse Vésubie. On a rappelé plus haut la valeur absolue importante de l'érosion verticale post-pliocène dans cette zone. Sa valeur relative est peut-être plus significative encore : 800 mètres, à travers des crêtes dont les points culminants n'ont que 1 500 m d'altitude, soit de 1 300 à 1 400 m de hauteur relative. On peut se demander, en attendant une étude plus approfondie de l'ensemble de la question, et notamment dans le domaine des rapports du réseau hydrographique avec les structures géologiques, si une grande partie des unités tectoniques actuelles, de l'ordre de grandeur du Dôme de Barrot, n'est pas due à la toute dernière phase des déformations et du soulèvement.

Quoi qu'il en soit, le Dôme de Barrot nous apparaît aujourd'hui avec son aspect original de grand brachyanticlinal de structure cassante, parfois finement cassante, aux panneaux graduellement gauchis, mais aussi au sein duquel le rôle des déformations plastiques, associées à un champ de failles incomplètement réalisé, « ouvert », est loin d'être négligeable. L'ensemble s'est soulevé, et distendu dans les parties élevées, sous l'effet de compressions agissant aux niveaux inférieurs.

On remarquera que l'intumescence du socle formée par le massif de l'Argentera et le Dôme de Barrot occupe, dans les Alpes, une situation géographique non quelconque : comme le Pelvoux et le Grand Paradis, elle jalonne un axe transversal privilégié lié à la courbure de la chaîne. Ce fait semble important (J. VERNET : « *Sur une propriété structurale du socle de l'Arc des Alpes occidentales* » ; *C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, 1957, p. 155).
