

---

**LES PROBLÈMES GÉOLOGIQUES**  
**DE LA RÉGION VANOISE - MONT-POURRI**  
**(SAVOIE)**

**Par Maurice GIGNOUX.**

---

Poser un problème n'est pas forcément  
le supposer d'avance résolu.

A. GIDE.

**SOMMAIRE**

**Introduction.**

- I. — Hypothèse de la « nappe du Mont-Pourri » de J. BOUSSAC.
- II. — Critique de cette hypothèse.
- III. — La question de l'âge des schistes cristallins de la Vanoise et du Mont-Pourri.
- IV. — La bordure mésozoïque des massifs primaires :
  - 1° La nappe des schistes lustrés.
  - 2° La zone des gypses.
  - 3° La couverture mésozoïque des massifs primaires : a) Strati-  
graphie. — b) Tectonique.
- V. — Conclusions.

Liste bibliographique.

Trois planches hors texte (carte structurale et photog.).

**INTRODUCTION**

Les massifs de la Vanoise et du Mont-Pourri ont fait, pendant ces dernières années, l'objet d'un certain nombre de publications géologiques, dont quelques-unes apportaient des idées très nouvelles : aussi croyons-nous intéressant de donner aux

lecteurs de ce recueil, sinon une solution, au moins un aperçu des problèmes qui se posent à propos de cette région.

Les deux massifs de schistes cristallophylliens de la Vanoise (Chasseforêt) et du Mont-Pourri (avec Bellecôte) sont considérés, dans toutes les synthèses alpines, comme faisant partie intégrante de la *nappe du Grand-Saint-Bernard* (M. LUGEON et E. ARGAND). Cette nappe du Grand-Saint-Bernard devient d'ailleurs, dans nos Alpes franco-italiennes, extrêmement complexe : elle juxtapose des zones de faciès très dissemblables et très nettement individualisées, que l'on ne peut guère reléguer au rang de « simples détails de structure ».

C'est à P. TERMIER et à M. BERTRAND que revient le mérite d'avoir levé la Carte géologique détaillée de ces difficiles régions (feuilles Saint-Jean-de-Maurienne, Albertville, Tignes, Bonneval). A la suite des études de P. TERMIER [1] (1), les schistes cristallophylliens de la Vanoise et du Mont-Pourri nous apparurent alors comme de simples modifications locales, dues au métamorphisme, des schistes et grès houillers et surtout permien : cette opinion était basée, d'abord sur l'existence de passages latéraux entre ces schistes cristallophylliens et les faciès normaux de ces étages, et aussi sur la coupe montrée par la vallée du Doron de Champagny (au-dessus de Bozel), entre les hameaux de Laisonnay et de Fribuges : là en effet, au milieu de montagnes très élevées formées par des micaschistes, on voit apparaître dans le fond de la vallée, comme dans une sorte de boutonnière, des schistes noirs comparables à du Houiller normal : se basant sur cette coupe, où à cette époque aucun géologue n'eût soupçonné une série renversée, P. TERMIER put affirmer l'âge permien des micaschistes, puisqu'il les voyait superposés à du Houiller.

---

(1) Les chiffres placés entre [ ] renvoient aux numéros de la liste bibliographique ci-après.

### I. — Hypothèse de la « nappe du Mont-Pourri » de J. Boussac.

Dans les dernières années de sa vie, le regretté géologue J. Boussac, à l'occasion du levé de la feuille Tignes au 1/50.000, avait soulevé un certain nombre de questions relatives à la région Modane, Tignes, Bourg-Saint-Maurice : il n'eut pas le loisir, malheureusement, de synthétiser ces idées restées un peu éparées. En 1923, ayant à revenir sur ces questions pour la révision de la feuille Saint-Jean-de-Maurienne au 1/80.000, je signalais brièvement *les problèmes posés par les dernières publications de J. Boussac* [8, 9, 10] : — nappe du Mont-Pourri (définie sur le versant N.E. de ce massif), — fenêtre des Brévières (près Tignes), — fenêtre du col de Chavières (entre Modane et Pralognan), — fenêtre de Laisonnay (vallée de Champagny). Des suggestions isolées proposées par BOUSSAC résultait une conception d'ensemble, sur laquelle j'eus l'occasion d'attirer l'attention de notre regretté maître E. HAUG, qui rédigeait à ce moment sa dernière œuvre synthétique sur les Alpes. E. HAUG fut séduit par les conceptions de BOUSSAC, qui, mises sous une forme dogmatique, furent adoptées par lui et servirent de base à sa synthèse [17].

Ainsi fut introduite, dans un exposé d'ensemble de la structure des Alpes, la notion d'une *nappe du Mont-Pourri*, notion à beaucoup d'égards séduisante, et que nous allons préciser et critiquer.

La *proposition fondamentale* en est la suivante : les masses cristallophylliennes de la Vanoise et du Mont-Pourri, au lieu d'apparaître comme de simples modifications locales de la « zone du Houiller non métamorphique » (zone du Briançonnais, s. str.), en sont au contraire totalement indépendantes : elles en sont séparées par une surface de discontinuité tectonique, le long de laquelle la « nappe du Mont-Pourri » est charriée sur la « zone du Briançonnais ».

**Bordure N.E. du Mont-Pourri.** — Le point de départ de cette conception a été fourni à J. BOUSSAC par l'étude de la bordure N.E. du Mont-Pourri, au-dessus de Landry. Là, la carte de M. BERTRAND montre une *lame continue de Trias* séparant les schistes cristallins du massif Mont-Pourri-Bellecôte d'avec le Houiller non métamorphique contenant les couches d'antracite exploitées dans la vallée de l'Isère. Cette lame dessine des angles rentrants très prononcés dans les deux vallées qui descendent à Peisey, l'une venant de Nancroy, l'autre du col de la Chiaupe; et dans la première de ces vallées on peut voir une lame de quartzites, bien indiquée sur la carte de M. BERTRAND, qui, dominée de toutes parts par les schistes cristallins, semble s'enfoncer en tunnel sous le grand massif Mont-Pourri-Bellecôte.

Le fait que cette *lame triasique* sépare l'un de l'autre *deux domaines très différents*, celui du Houiller briançonnais normal et celui des « micaschistes permo-houillers », incite à y voir plus qu'un synclinal couché ordinaire : ainsi est née l'hypothèse d'une nappe du Mont-Pourri, charriée sur la zone houillère briançonnaise, dont la sépare ici une écaille triasique.

**La fenêtre des Brévières.** — La lame triasique que nous venons de décrire au-dessus de Landry se prolonge, par l'Aiguille Grive et la Pointe-du-Four, jusque sous l'extrémité N. du massif du Mont-Pourri, en face de Mont-Valezan; à partir de là, le Houiller briançonnais non métamorphique pénètre dans le fond de la vallée de l'Isère à peu près jusqu'à La Thuile, toujours dominé par les parois de schistes cristallins, mais sans intercalation d'une lame triasique.

C'est seulement dans la région des Brévières, un peu en aval de Tignes, que l'on voit reparaître le Trias au fond de la vallée. BOUSSAC dit avoir vu là, « dans la grande paroi qui domine au S.E. le village des Brévières », *ce Trias s'enfoncer sous les micaschistes du Mont-Pourri*; la description de J. BOUSSAC est

trop brève et assez obscure; mais il est certain que pour lui ce Trias des Brévières était en continuité avec celui qui borde au S. le massif du Mont-Pourri. Ainsi, au N. du col de la Sachette, ce Trias s'enfoncerait sous le Mont-Pourri, pour venir rejoindre souterrainement la lame triasique de l'Aiguille Grive; de sorte que le massif entier du Mont-Pourri, dans cette conception, apparaît flottant sur le Trias; la bande triasique dessinée sur la feuille Albertville au N.W. du lac de la Plagne (haute vallée de Nancroy) esquisserait le raccord en profondeur du Trias du versant S. avec celui du versant N.W.

**La fenêtre de Laisonnay.** — Nous avons déjà décrit plus haut la coupe que montre la vallée du Doron de Champagny entre les hameaux de Laisonnay et de Fribuges. A une époque où la théorie des recouvrements n'avait point encore été formulée, P. TERMIER [4] avait considéré cette coupe comme *normale*, et nous montrant une série très métamorphique (Permien), superposée stratigraphiquement à une série non métamorphique (Houiller normal). Mais les idées actuelles sur le métamorphisme rendent une telle coupe peu vraisemblable: le dogme de la croissance du métamorphisme à mesure qu'on gagne en profondeur dans une série normale de terrains a été, depuis, bien fréquemment invoqué par P. TERMIER lui-même.

Aussi BOUSSAC, suivant une suggestion orale de P. TERMIER, proposa-t-il de regarder la coupe de Laisonnay comme témoignant d'une superposition *anormale*: on aurait donc à Laisonnay du Houiller briançonnais apparaissant *en fenêtre* sous les micaschistes de la Becca-Motta au S., de la Pointe-des-Chardes au N.

Et précisément, dans sa magnifique monographie de la Vanoise, P. TERMIER signale que la limite du Permien et du Houiller est marquée par un gros banc de *quartzite*: on pouvait croire à la réapparition d'une *écaille triasique* analogue à celle de l'Aiguille Grive; allant plus loin encore, on pouvait être tenté de mettre en relation avec ces quartzites la bande triasique qui

suit la grande dépression N.S. du col de la Chiaupe et qui, vers le N., vient presque rejoindre la ceinture triasique du versant N.W. : le col de la Chiaupe correspondrait alors à une fenêtre, tout à fait analogue à celle du col de Chavières, dont nous parlerons plus loin.

Ainsi, comme le massif du Mont-Pourri proprement dit, le massif de Bellecôte, qui en est une dépendance et se prolonge à son tour dans les micaschistes du Grand-Bec, apparaîtrait charrié sur le Briançonnais : le long de sa bordure W., le Trias du Mont-Saint-Jacques, de la Grande-Forclaz et de Champagny-le-Bas, qui sert de soubassement à la klippe de schistes lustrés du Mont-Jovet, servirait aussi de soubassement à la nappe du Mont-Pourri-Bellecôte-Grand-Bec.

**La fenêtre du col de Chavières.** — Quand, marchant de Modane vers le N., on se dirige vers le col de Chavières, on parcourt une profonde vallée dans le fond de laquelle apparaît le Trias, dominé à l'W. par le Permo-Houiller de Pécelet-Polset et à l'E. par celui de la Pointe-de-l'Échelle ; les cargneules et gypses, encore bien développés au lac de la Partie, s'amincissent à la dernière montée du col et finissent par disparaître (voir plus loin) sur la crête même, formée par les quartzites du Trias inférieur. Au N. du col, dans la haute vallée de Chavières, on voit reparaître les cargneules, et là, comme le montre très bien la carte de P. TERMIER, le Trias du Lac Blanc plonge sous le Permo-Houiller de Pécelet.

On est donc tenté de supposer que les cargneules et gypses du Trias supérieur passent *en tunnel* sous le col, et que par suite la bande triasique qui sépare le massif de Pécelet de celui de la Pointe-de-l'Échelle correspond à une *fenêtre*. Cette hypothèse, suggérée à J. BOUSSAC par le seul examen de la carte, devint pour lui une certitude lorsqu'il découvrit, au sommet 2682, au N.N.E. des chalets de Polset, au-dessus des calcaires triasiques, un minuscule lambeau de recouvrement de Permo-Houiller, témoin de la continuité primitive entre les deux mas-

GÉOLOGIE DE LA RÉGION VANOISE - MONT-POURRI (SAVOIE). 104  
sifs de schistes primaires qui longent et dominent la bande triasique (1).

Ainsi ces deux massifs, Pécelet et Pointe-de-l'Echelle, flotteraient, eux aussi, sur un Trias qui n'est autre que celui de la vallée de l'Arc entre Modane et Termignon d'une part, celui du vallon de Chavières et de Pralognan d'autre part.

**Conclusions.** — Rapprochant les uns des autres ces divers arguments, on est conduit à penser que tous les massifs cristallophylliens dont l'ensemble forme la zone Mont-Pourri-Vanoise, c'est-à-dire le massif de Pécelet-Polset, le massif Pointe-de-l'Echelle - Chasseforêt et le massif Grand-Bec - Bellecôte - Mont-Pourri, appartiennent à une *unique nappe de recouvrement*.

Le substratum de cette nappe serait formé par la *zone du Briançonnais*, avec son Permo-Houiller non métamorphique, et ses terrains mésozoïques (Trias, Jurassique, Crétacé et Flysch, voir plus loin) ne différant de ceux de Briançon que par un métamorphisme un peu plus accentué.

La *base de la nappe* est généralement jalonnée par un liséré de *Trias*, sauf sur le versant N.E. du Mont-Pourri et autour de la plus grande partie de la fenêtre de Laisonnay, où il y a superposition directe des schistes cristallins sur le Houiller briançonnais. Enfin dans le massif de Pécelet-Polset, la délimitation de la nappe d'avec le Permo-Houiller briançonnais ne ressort pas des cartes géologiques existantes, où le même symbole *r* s'applique, tantôt à du Permien normal, tantôt à de véritables gneiss (fort du Replaton au-dessus de Modane).

Cette conception a quelque chose de particulièrement séduisant, car elle met en relation avec des faits tectoniques l'apparition, sur le prolongement de la zone du Briançonnais, de ces

---

(1) Déjà en 1905, P. TERMIER ([6], p. 179) avait découvert, un peu au S. de ce point 2682, un lambeau de quartzites au sommet des croupes calcaires qui dominent Polset.

grandes masses cristallophylliennes du Mont-Pourri et de la Vanoise.

C'est ainsi que E. HAUG fut entièrement conquis à la « nappe du Mont-Pourri », dont il fit un élément fondamental dans son dernier essai de synthèse des Alpes tout entières.

Il tenta de suivre cette nappe vers le S. Là, sur la rive gauche de l'Arc, les schistes primaires cristallophylliens disparaissent brusquement; E. HAUG supposait que la nappe du Mont-Pourri y était entièrement laminée entre la nappe du Briançonnais et la nappe des schistes lustrés (dont nous parlerons plus loin); et il croyait en retrouver des témoins beaucoup plus loin vers le S., dans certains petits lambeaux de chlorito-schistes décrits par P. TERMIER dans la région du Mont-Genèvre : cette assimilation paraît tout à fait risquée, mais je ne parlerai pas de cette région, qui m'est trop peu connue.

Vers le N., E. HAUG voyait le prolongement de la nappe du Mont-Pourri dans la zone que les géologues italiens ont depuis longtemps individualisée sous le nom de *zone des gneiss du Grand-Saint-Bernard* : le front de cette zone se lit immédiatement sur les cartes italiennes au 1/100.000 ou au 1/400.000 : la nappe du Mont-Pourri se prolongerait ainsi par les gneiss du Ruitor, du Mont-Fallère et du col du Grand-Saint-Bernard; de là elle passe en Suisse et se poursuit par les schistes de Casanna et les gneiss de la nappe du Grand-Saint-Bernard de M. LUGEON et E. ARGAND; elle chevaucherait là, par l'intermédiaire d'une lame de Trias, la « zone houillère pennine » des géologues suisses, qui est d'ailleurs aussi rattachée à la nappe du Grand-Saint-Bernard, et représente le prolongement évident de la « zone houillère briançonnaise ».

## II. — Critique de l'hypothèse d'une nappe du Mont-Pourri.

Telle est l'hypothèse qui, résultant des observations de J. BOUSSAC, se présentait à mes yeux dès 1923, et que j'avais

exposée à E. HAUG. Mais à cette époque, je terminais mon « Compte rendu pour la campagne de 1923 » [16] en disant : « Quand on cherche à synthétiser toutes ces observations tectoniques locales (de BOUSSAC), on se heurte encore à de nombreuses difficultés : j'ai consacré quelques courses à ces problèmes, mais je n'en parlerai qu'ultérieurement. »

Depuis, des raisons matérielles sont venues entraver la plupart de mes projets d'excursions en montagne. Mais heureusement les explorations de MM. TERMIER, RAGUIN et NÉLTNER ont apporté des données nouvelles. Il résulte de tout cela que l'hypothèse de la nappe du Mont-Pourri soulève de très graves objections : nous allons les énumérer, en commençant d'abord par critiquer un à un les arguments de fait sur lesquels se basait BOUSSAC.

**Bordure N.E. du Mont-Pourri.** — Nous pouvions soupçonner depuis longtemps, par les explorations de C. PUSSENOT [7], que la position de la *lame triasique* Mont-Saint-Jacques - Aiguille Grive ne coïncide pas rigoureusement avec l'*apparition du faciès métamorphique* dans le Permo-Houiller. Dans le ravin de Sangot, au-dessus de Macot, à hauteur des chalets des Preises (N.N.W. du Mont-Saint-Jacques), on voit apparaître, dit C. PUSSENOT, au-dessus du Houiller fossilifère à flore westphalienne supérieure (niveau de La Mure), des « intercalations quartziteuses verdâtres et des bancs de grès à ciment également verdâtre (... formation à faciès spécial, appelé Houiller métamorphique...); puis viennent des schistes verts et noirs, très friables et onctueux au toucher, qui rappellent de façon très vive les assises inférieures du Permien du col des Encombres et du col de la Vallée-Etroite, dont ils sont sans doute l'équivalent. Ils supportent, en contact anormal, les quartzites du « Trias ».

A vrai dire, cette description n'est point tout à fait convaincante; en particulier on ne voit pas pourquoi les « intercalations quartziteuses verdâtres » et les « bancs de grès à ciment

verdâtre » devraient être rapportés au Permo-Houiller métamorphique. Ces types de roches sont habituels dans le Permien normal, et il résulte de la description même de C. PUSSENOT que ces assises sont surmontées par du Permien comparable à celui du col des Encombres, c'est-à-dire à du Permien briançonnais normal.

Depuis, cette région a été revue par M. Neltner, qui a noté, au col de la Chale (à l'E. de l'Aiguille Grive), des « schistes d'aspect houiller et des poudingues et grès nettement détritiques », associés d'ailleurs à des assises à feldspath et à d'autres à actinote, conclusion à laquelle s'associe E. RAGUIN. Or, on est là dans la « nappe du Mont-Pourri ». Il importe d'ailleurs de remarquer que partout dans le domaine du Permo-Houiller métamorphique, on rencontre de temps en temps des assises schisteuses noires qui semblent avoir échappé au métamorphisme; j'en ai observé moi-même au Plan du Lac (sentier de Termignon à Entre-deux-Eaux); au dire des gens du pays, on aurait même fait là des recherches d'anthracite; on se trouve pourtant ici sur le bord interne du massif gneissique, dans la zone où, d'après P. TERMIER, le métamorphisme général atteint son maximum.

Ainsi les faits observés par MM. PUSSENOT, RAGUIN, NELTNER, tout en détruisant ce que pouvait avoir de rigoureusement géométrique l'idée d'une lame triasique séparant un complexe inférieur point du tout métamorphique d'un complexe supérieur entièrement métamorphique, n'ébranlent point complètement l'impression d'ensemble ressentie lorsqu'on fait le tour du Mont-Pourri par le N.W. et le N. : il y a une opposition frappante entre les hautes parois de roches cristallophylliennes qui surmontent la lame triasique et les pentes adoucies du Houiller briançonnais qui se déroulent sous les quartzites.

Enfin, tout récemment, P. TERMIER a fait faire un nouveau pas à la question en étudiant *l'allure de la lame de Trias aux environs de Nancroy*, ce qui l'a conduit à formuler des idées tout à fait nouvelles sur la tectonique de la bordure mésozoïque

du Mont-Pourri. Il a constaté que cette lame triasique ne s'enfonçait pas sous le Mont-Pourri, mais était verticale et plaquée contre la montagne; les angles rentrants dessinés par le trajet en plan de cette lame dans les vallées qui entaillent le massif proviennent d'après lui de ce que l'on doit distinguer ici deux directions de plissements orthogonales et simultanées : il y aurait des plis N.S. et des plis E.W.; les angles rentrants seraient alors produits par la confluence d'un synclinal N.S. avec un synclinal E.W., ces synclinaux étant à peu près verticaux. Et c'est de ce concours de circonstances que proviendrait l'illusion de J. BOUSSAC.

J'ajoute que j'ai eu l'occasion, en 1928, de revoir rapidement cette région de Nancroy en compagnie de M. E. ROCH et que notre impression concorde tout à fait avec celle de P. TERMIER. Sur la rive gauche de la vallée, on voit toutes les couches plonger vers l'aval, de sorte que les schistes cristallins passent sous les cargneules du Grand-Bois. Sur la rive droite, la lame de quartzites indiquée par M. BERTRAND à l'E. des Lanches (ces quartzites sont d'ailleurs accompagnés de gypses et cargneules) apparaît plaquée contre les schistes cristallins : l'apparence anticlinale de ce lambeau (voir fig. 1) tient à ce que les couches,



Fig. 1. — Vue de la rive droite de la vallée de Nancroy, montrant que le Trias ne pénètre pas « en tunnel » sous les schistes paléozoïques (J. BOUSSAC), mais est plaqué contre ces schistes (P. TERMIER).

Légende : M = Moraines; — Cg = Cargneules triasiques; — G = Gypses triasiques; — Q = Quartzites du Trias inférieur; — H = Schistes cristalloylliens du Mont-Pourri.

à peu près parallèles à la vallée, sont coupées très obliquement par la surface topographique; mais tout indique qu'on a là une lame presque verticale, et non l'orifice d'un « tunnel ».

D'ailleurs, comme l'a fait très justement remarquer P. TERMIER [26], la forme même de la vallée, très large et à pentes relativement douces (surtout sur le versant N.) ne s'accorderait guère avec l'hypothèse d'un creusement opéré presque entièrement dans le Primaire et n'ayant atteint le Trias que dans le fond; il n'y a ici aucune analogie, par exemple, avec la vallée de Viège à Zermatt que j'ai autrefois parcourue et qui fait apparaître à Saint-Nicolas les quartzites du Trias réellement en dessous des gneiss du Grand-Saint-Bernard.

Ainsi le Trias devait remplir la vallée de Nancroy en y formant une bande orientée E.W. Il faut donc bien admettre ici une sinuosité des plis, ce que traduit P. TERMIER par son hypothèse de « plis orthogonaux simultanés ». Comme nous le verrons plus loin, il paraît d'ailleurs difficile de distinguer des directions de plissement: il s'agit d'un empilement d'écaillés froissées et déplacées au hasard des inégalités qu'offrait le socle primaire, plus résistant; la tectonique de « matériel neuf », caractéristique du Mésozoïque, s'oppose à celle du matériel déjà vieilli des massifs paléozoïques, et il ne faut pas s'étonner de l'absence de toute règle géométrique dans cette surface de contact.

**La fenêtre des Brévières.** — J'avais eu l'occasion de parcourir cette région à diverses reprises avec MM. MORET et ROCH, puis tout dernièrement, en novembre 1927, avec M. MORET. M. RAGUIN [27] vient précisément de publier ses observations sur ce point; les *calcaires triasiques affleurant dans la paroi au S.E. des Brévières* lui paraissent former, non une *fenêtre* sous le Houiller, mais un *synclinal* dans le Houiller.

A vrai dire, les coupes de détail relevées avec une minutie admirable par E. RAGUIN et reproduites par lui (p. 403 de son travail) ne me paraissent pas absolument démonstratives; en

particulier, comme par un fait exprès, le Houiller n'est pour ainsi dire jamais en contact avec les quartzites qui devraient le recouvrir. Il devient illusoire de parler d'anticlinaux ou de synclinaux : c'est un empilement désordonné d'écaillés, et on pourrait, dans ces coupes, faire arriver le Houiller aussi bien par-dessus que par-dessous.

De plus, quand E. RAGUIN remarque que « ce Trias des Brévières se relie continûment à celui qui forme, sur de vastes surfaces, la couverture normale des micaschistes du Mont-Pourri », il ne fait que déplacer la question ; car, comme nous l'avons fait remarquer, l'hypothèse de la nappe du Mont-Pourri n'est cohérente que si on suppose que la « couverture sédimentaire » du Mont-Pourri est en réalité son substratum.

A ce point de vue, la région où le problème se poserait avec le plus de netteté est la *paroi au N.E. des Brévières*, où, comme nous l'avons dit, les *quartzites du Trias* paraissent s'enfoncer sous les schistes du Mont-Pourri. En réalité, un examen attentif de cet imposant abrupt montre qu'il ne s'agit pas d'une lame isoclinale, mais qu'il correspond à une charnière, dans l'axe de laquelle les bancs deviennent verticaux : c'est précisément de cette disposition que provient la hauteur exceptionnelle de la paroi de quartzites. A priori, cette charnière peut être interprétée comme un anticlinal déversé vers l'W. au delà de l'horizontale, sous le Mont-Pourri, ou comme une charnière synclinale déversée vers l'E. : d'après l'allure des assises, il semble bien que cette dernière hypothèse soit la vraie. Il est curieux de remarquer d'ailleurs que la coupe fournie par le ravin de la Sachette à la base de cette paroi est remarquablement identique à celle que C. PUSSENOT a décrite pour le ravin de Sangot : sous les quartzites viennent des schistes verts ou noirs, ou très clairs, satinés et onctueux, à aspect permien, puis des assises quartziteuses vertes, rappelant un peu le Permo-Houiller métamorphique (bien visibles dans le sentier qui conduit aux Granges Martin) ; au-dessous enfin prédominent des schistes noirs d'aspect houiller non métamorphique, qui, en face, forment les pentes à l'E. du village des Brévières.

Le problème de la fenêtre des Brévières nous paraît donc analogue à celui qui se pose sur la bordure N.W. du Mont-Pourri; mais ici nous avons l'impression que le Trias est en synclinal couché vers l'E. Ce déversement se poursuit encore plus loin vers le N., car les schistes lustrés de la Savine plongent aussi sous le Mont-Pourri (1). A partir de là, et jusqu'à l'extrémité N. du massif, il reste encore un intervalle de 7 kil. environ par lequel on peut faire s'ouvrir vers le N.E. *l'éventail du Mont-Pourri* (M. BERTRAND) et échapper ainsi à l'hypothèse d'un pli en champignon déversé sur trois côtés.

**La fenêtre de Laisonnay.** — J'ai visité ce point à deux reprises, en compagnie de MM. MORET et ROCH. Nous n'avons pu que constater l'exactitude des descriptions de M. TERMIER, et nous avons retrouvé les gros bancs de *quartzites* signalés par lui : ils sont parfois très schisteux et satinés et contiennent des grains verts et roses de quartz : ce type de roche, nettement individualisé dans le Briançonnais par W. KILIAN, est caractéristique de la base du Trias ( $t_{IV}$ ).

Depuis E. RAGUIN a publié ses observations sur cette région, et, plus valide, il a pu explorer les parois rocheuses au-dessus du dôme houiller. Lui aussi a vu à Fribuges, en bordure du dôme de Houiller non métamorphique, des « schistes quartziteux, vraisemblablement terme de transition entre le Permo-Houiller métamorphique et le Trias », appréciation qui concorde tout à fait avec la nôtre. Mais en outre il a pu suivre le prolongement de cette lame triasique vers le N.E., sous le gla-

---

(1) Si l'on admettait que la « nappe du Mont-Pourri » est venue par-dessus les quartzites des Brévières, il faudrait aussi nécessairement admettre qu'elle est venue par-dessus les schistes lustrés de La Savine, car les rapports du massif cristallophyllien avec ces quartzites, d'une part, et ces schistes lustrés, d'autre part, sont exactement les mêmes. On serait donc conduit à enraciner la nappe du Mont-Pourri dans la zone du Piémont (zone des schistes lustrés) et l'on devrait alors considérer les schistes lustrés du Jovet comme se raccordant en profondeur, sous le Mont-Pourri, avec les schistes lustrés de La Savine.

cier du Cul-du-Nant; là le Trias s'enrichit de bandes calcaires, qui se poursuivent jusqu'à la région du lac de la Plagne. Si donc le Houiller de Laisonnay est en fenêtre, le Trias doit être aussi, tectoniquement, sous les schistes métamorphiques : on est ramené à l'hypothèse de la nappe du Mont-Pourri dans toute son ampleur. Mais alors, à moins d'admettre d'in vraisemblables laminages de cette nappe, le Trias du lac de la Plagne et celui du sommet de la Plagne doivent être aussi sous le Permo-Houiller métamorphique; or, *la façon dont ce Permo-Houiller se termine dans le fond du cirque de la Glière, sous Pramecou, rend invraisemblable qu'il ait pu arriver là par-dessus les montagnes mésozoïques qui le dominent de toutes parts.*

Toutes les apparences sont donc pour qu'il n'y ait pas à Laisonnay de fenêtre correspondant à une unité tectonique vraiment indépendante; le « Houiller de Laisonnay » ne serait ainsi qu'un accident local moins métamorphique dans la série permohouillère, et il y aurait là un recouvrement local dans cette série; c'est la conclusion à laquelle est arrivé P. TERMIER; et si ce Houiller se montre en relation avec un synclinal triasique, c'est peut-être que la présence de ces assises houillères plus plastiques a précisément motivé la naissance d'un synclinal.

**La fenêtre du col de Chavières.** — Je n'ai traversé qu'une fois les régions hautes du col de Chavières et ai été fort gêné par la neige fraîche. Mais le peu que j'ai vu me porte à souscrire entièrement aux descriptions minutieuses de E. RAGUIN (sauf en ce qui concerne l'âge du complexe des schistes et calcaires dits « triasiques », question sur laquelle nous reviendrons plus loin).

Nous savons ainsi, par E. RAGUIN, que contrairement aux indications de la feuille Saint-Jean-de-Maurienne, les cargneules atteignent et traversent l'arête du col (cette observation avait déjà été faite par P. LORY, mais était restée inédite), et n'y sont point recouvertes par un pont continu de quartzites. Et E. RAGUIN a insisté à juste titre sur la profonde différence des deux

bords de cette bande triasique, différence fort bien exprimée par P. TERMIER sur sa carte.

Le *bord W.* témoigne d'un *chevauchement* intense, jusqu'à la vallée de l'Arc, puisque là les calcaires exploités au-dessus de Loutraz (et que je serais porté à croire liasiques) sont directement surmontés par les assises feldspathiques et gneissiques du Sappey-Replaton. Au contraire, sur le *bord E.*, la série est *normale* et il semble bien y avoir entière solidarité entre le contenu de la bande mésozoïque et son substratum permo-houiller. La route de Modane au Bourget, que j'ai parcourue maintes fois en compagnie de W. KILIAN et de L. MORET, montre bien le passage progressif des quartzites normaux aux quartzites inférieurs à grains roses, puis au Permo-Houiller métamorphique descendant du Râteau.

L'existence du petit *lambeau de recouvrement permo-houiller* découvert par J. BOUSSAC au point 2682, au N. des chalets de Polset, peut s'expliquer en le rattachant au recouvrement du flanc occidental du synclinal mésozoïque, comme l'indiquent les coupes de M. RAGUIN.

Ces coupes, d'ailleurs, ne suffisent point à elles seules à entraîner une conviction absolue : on pourrait en effet regarder le synclinal du col de Chavières comme un *synclinal retourné*, se fermant vers le haut et enserré entre les digitations plongeantes d'une nappe permo-houillère : c'est un style auquel nous ont habitué les auteurs des grandes synthèses alpines ; dans cette hypothèse, le synclinal du col de Chavières rappellerait d'une façon frappante l'allure des synclinaux de schistes lustrés qui accidentent le front de la zone Dora-Maira et que E. ARGAND (*Mat. Carte géol. suisse, N.S.*, 31<sup>e</sup> livr., p. 21 et coupes) interprète comme des « synclinaux mésozoïques plongeants et pincés en concordance isoclinale dans les terrains anciens de cette retombée externe ».

Les arguments décisifs contre la fenêtre ne sont donc point là ; mais nous allons en trouver d'autres.

J'avais été frappé depuis longtemps de l'*analogie structurale*

entre le col de Chavières et le col de la Chiaupe (ou col de Frette), qui joue, par rapport au massif de Bellecôte, un rôle géographique et tectonique identique à celui du col de Chavières par rapport au massif de Chasseforêt - Pointe-de-l'Echelle. J'ai visité ce col de la Chiaupe en compagnie de M. E. ROCH; il y a là une série mésozoïque *isoclinale* comprenant, de l'E. à l'W., des quartzites, des cargneules et des schistes et calcaires très largement cristallins (Trias ou Jurassique ?); le tout plonge à l'W. : c'est donc un synclinal dont le flanc W. est laminé par un chevauchement venant de l'W. La structure répète donc celle du col de Chavières. Mais ici l'hypothèse de la fenêtre est inadmissible : on voit en effet que ce synclinal, loin de se fermer par le haut (comme semble le faire celui de Chavières) et de se nourrir par le bas, se vide au contraire totalement par le bas, puisque la profonde coupure du Doron de Champagne est entièrement entaillée dans le Primaire.

Si donc la bande isoclinale du col de la Chiaupe se révèle comme un simple *synclinal fermé par le bas*, il y a beaucoup de chances pour que cette même interprétation s'applique aussi à la bande isoclinale du col de Chavières.

Mais il y a plus : un simple coup d'œil jeté sur la carte géologique montre que la bande mésozoïque du col de Chavières se continue au N. jusqu'à Pralognan; de là elle se prolonge dans le col de la Vanoise et dans la Grande-Casse. Or là, *ce Mésozoïque de la Grande-Casse, du Mont-Pelvoz, de la Réchasse, du Rocher du Col, de Lanserliaz, est certainement posé sur le Permo-Houiller d'Entre-deux-Eaux*, lequel se relie, par Chasseforêt, à celui de la Pointe-de-l'Echelle et de l'Aiguille Doran. Admettre le contraire, ce serait être forcé de considérer le Permo-Houiller d'Entre-deux-Eaux comme arrivant par en haut, puis recouvert, en champignon renversé, d'une part par le Mésozoïque du Pelvoz - Grande-Casse, d'autre part par celui de Lanserliaz et d'Entre-deux-Eaux - Termignon, ce qui est manifestement impossible. C'est ce qu'a fort bien exprimé P. TERMIER.

J'avais soumis cette *objection capitale*, deux ans auparavant,

à E. HAUG, lorsqu'il préparait sa synthèse des Alpes occidentales et qu'il se disposait à y introduire la « nappe du Mont-Pourri ». Mais elle n'avait point suffi à ébranler la conviction de notre regretté maître, qui y répondait en supposant qu'il devait y avoir, dans la Vanoise, *deux Trias*, l'un *substratum*, l'autre *couverture*, de la *nappe du Mont-Pourri* et qu'il appartenait aux recherches futures de délimiter ces unités. Par une curieuse rencontre, E. HAUG était ainsi amené, pour expliquer la Vanoise, à une hypothèse analogue à celle faite par J. BOUSSAC pour les environs de Val-d'Isère : ce dernier considérait en effet le Trias de Val-d'Isère comme formé de deux unités tectoniques séparées, entre lesquelles la nappe du Mont-Pourri serait entièrement laminée. De pareils laminages, aussi bien pour la région de Val-d'Isère que pour celle du col de la Vanoise, paraissent tout à fait inadmissibles (1).

Telle est la principale raison qui m'a toujours empêché de me rallier définitivement aux hypothèses, séduisantes par ailleurs, de J. BOUSSAC.

**Conclusions.** — La lecture des cartes géologiques actuellement existantes, interprétées avec les idées habituelles en cours dans la tectonique alpine, suggère indéniablement l'hypothèse de la « nappe du Mont-Pourri - Vanoise ».

Pour le massif de la Vanoise proprement dit (Chasseforêt - Pointe-de-l'Echelle), on est obligé de constater que, tout le long de la bordure N. et E. de ce massif, c'est-à-dire entre Termignon et Pralognan, les terrains primaires s'enfoncent sous le Mésozoïque de Termignon, d'Entre-deux-Eaux, de la Réchasse, du Pelvoz, de la Pointe-du-Dard; ce Mésozoïque se prolongeant, d'une part par celui du col de Chavières, d'autre part par celui de la vallée de l'Arc entre Termignon et Modane, il en résulte

---

(1) Toutefois, nous verrons plus loin qu'à un autre point de vue, il pourrait bien y avoir « deux Trias » tectoniquement indépendants dans la Vanoise : l'un couverture normale, l'autre empilement d'écaillés décollées.

que partout le Permo-Houiller s'enfonce sous sa bordure mésozoïque; et cet enfoncement ne peut être le résultat de plis en retour par encapuchonnement.

*L'hypothèse de la nappe doit ainsi être rejetée en ce qui concerne la Vanoise proprement dite.*

On pourrait à la rigueur se demander si cette hypothèse pourrait rester vraie pour le massif Mont-Pourri - Bellecôte : le Mésozoïque du col de la Vanoise représenterait alors une lame intercalée entre le dôme autochtone de la Vanoise et une « nappe du Mont-Pourri ».

Mais la façon dont cette masse cristallophyllienne du Mont-Pourri - Bellecôte se termine dans le cirque de la Glière (haute vallée de Champagny) rend l'hypothèse d'une nappe tout à fait invraisemblable : on voit en effet dans ce cirque le Permo-Houiller occupant le fond d'une profonde vallée et dominé de toutes parts par de hautes montagnes mésozoïques; là encore il est impossible d'admettre un encapuchonnement.

Ainsi, et avec des arguments un peu différents, nous nous rallions à l'opinion exprimée antérieurement par P. TERMIER.

### III. — La question de l'âge des schistes cristallins de la Vanoise et du Mont-Pourri.

Lors de ses premières explorations dans cette région, P. TERMIER avait résolu cette question de la manière suivante :

1° En de nombreux points de la bordure occidentale des massifs cristallophylliens, on voit un *passage latéral* et insensible entre le Houiller briançonnais normal et fossilifère et les schistes métamorphiques qui se développent à l'E. : donc ces schistes sont, au moins en partie, d'âge houiller;

2° La coupe de la *fenêtre de Laisonnay*, dont il a déjà longuement été question, montre des roches très métamorphiques superposées à du Houiller encore reconnaissable : donc, dans

cette région, les schistes cristallophylliens représentent principalement le *Permien*.

D'où la façon dont, avec une parfaite logique, ces schistes cristallophylliens ont été marqués sur la feuille Saint-Jean-de-Maurienne : *r* (Permien) autour de la « fenêtre de Laisonnay », dans le massif de la Pointe-de-l'Echelle, du Râteau et du Sappey-Replaton au N.W. de Modane — et *rh* (Permo-Houiller) à Chasseforêt. Sur les feuilles voisines (Albertville, Bonneval, Tignes) on n'a employé que la notation *rh*.

Depuis, le problème a été exposé avec une entière clarté par P. TERMIER [24]. En effet le principal de ses anciens arguments, celui de la *fenêtre de Laisonnay*, n'a plus aujourd'hui de valeur, puisque au contraire il ajoute une énigme de plus. Reste donc seulement l'argument des *passages latéraux* : on sait combien, en pays de tectonique compliquée, cet argument est difficile à manier : ainsi le passage latéral des schistes lustrés au Trias ou au Lias non métamorphique du Briançonnais, le passage latéral des marbres en plaquettes au Malm ou au Flysch, ont été longtemps considérés comme des dogmes. Plus près de nous, dans le complexe du Houiller briançonnais, qui comprend, comme nous le savons maintenant, du Westphalien et du Stéphanien fossilifères, mais enchevêtrés dans des conditions qui restent encore indéchiffrables, ne pourrait-on croire, si l'on n'avait pas trouvé de fossiles, à des passages latéraux de l'une de ces formations à l'autre ?

La question méritait donc d'être reprise, et c'est ce qu'a fait P. TERMIER. D'après de nouvelles explorations effectuées sur la bordure occidentale de la Vanoise et du Mont-Pourri, par lui ou par MM. RAGUIN et NELTNER, il semble bien qu'en effet il soit impossible de mettre une limite précise entre les formations métamorphiques et le Permo-Houiller normal.

P. TERMIER est ainsi conduit à distinguer, dans le massif Mont-Pourri - Vanoisé, deux zones passant insensiblement l'une à l'autre : 1° une *zone très métamorphique*, la seule dans la-

quelle se rencontrent de véritables gneiss : elle comprend la Vanoise proprement dite, c'est-à-dire la région Chasseforêt-Entre-deux-Eaux, et elle se prolonge par Roche-Chevrière, le cirque de Sétéraz et le Râteau; de là, momentanément interrompue par la couverture mésozoïque Modane-col de Chavières, elle se retrouve au fort du Replaton, immédiatement au-dessus de la gare de Modane; 2° une *zone semi-métamorphique*, à laquelle se rattache le massif Mont-Pourri - Bellecôte - Grand-Bec tout entier; dans le massif de la Vanoise, cette zone borde la précédente vers l'W. par le Roc du Pommier-Blanc, le col d'Aussois et les crêtes dominant le col de Chavières. Plus à l'W. encore viendrait le Permo-Houiller non métamorphique, qui se développe surtout dans le massif de Pécelet-Polset.

Cette conception est fort séduisante, et surtout on sait comment P. TERMIER, dans son étude sur les différentes séries cristallophylliennes des Alpes, a montré avec quelle clarté elle venait éclairer l'architecture d'ensemble de l'édifice alpin.

Quelles remarques peut-on faire à ce sujet ?

La première, c'est qu'il existe, même dans les parties *orientales* des massifs cristallophylliens, des zones où le métamorphisme est à peine sensible. Rappelons ainsi que, dans le petit lambeau de Primaire qui pointe, près du Plan-du-Lac (sentier d'Entre-deux-Eaux à Termignon), au milieu du Mésozoïque, il y a des schistes noirs qui rappellent de près le Houiller normal et sont identiques à ceux de la « fenêtre de Laisonnay ». Signalons aussi, sur cette même bordure orientale, l'existence de Houiller très peu métamorphique près des Brévières (E. du village et sentier des Granges-Martin), où il est accompagné de Permien également très peu métamorphique (coupe du torrent de la Sachette).

Cette possibilité d'*individualiser, par rapport aux « gneiss », une série houillère* encore peu métamorphique, persiste encore dans des zones plus internes, comme l'expriment les cartes géologiques italiennes : c'est ainsi que la *zone graphitique* de Pignerol et celle, analogue, des plis en retour du Grand-Nomé-

non (virgation de Valsavaranche d'E. ARGAND) (1), ont des affinités indéniables avec le Houiller : à tel point que E. ARGAND interprète la première de ces zones comme une réapparition du Houiller briançonnais (2). D'ailleurs nos confrères italiens font, des gneiss du Rutor, du Mont-Fallère, du col du Grand-Saint-Bernard, une entité bien différente du Houiller, par-dessus lequel ces gneiss seraient poussés; de fait, lors de la réunion de la Société géologique italienne dans le pays d'Aoste, nous avons bien eu, mes collègues grenoblois et moi, l'impression d'une démarcation très nette entre gneiss et Houiller.

En Suisse il n'en est point de même; la série métamorphique des schistes de Casanna est généralement considérée comme passant latéralement et progressivement au Houiller normal de la zone houillère pennine et même aux quartzites du Trias.

Dans le complexe métamorphique de la nappe de la Dent-Blanche, R. STAUB considère la série inférieure ou de Valpelline comme en partie dévonienne, car il assimile les intercalations calcaires caractéristiques de cette série aux marbres de Fédor de l'Engadine et, par là, aux calcaires dévoniens des Alpes carniques.

Il y a d'ailleurs quelques *difficultés* à admettre que tous les massifs gneissiques internes des Alpes franco-italiennes sont formés *uniquement de Permo-Houiller*. Les sédiments permohouillers alpins sont d'origine continentale : ils ont dû s'accumuler, comme nous le montrent tous les autres bassins houillers européens, dans des zones allongées, où un affaissement progressif appelait la sédimentation : la « zone houillère briançonnaise », avec ses épaisseurs formidables de schistes et de

(1) Voir la belle monographie de Giambattista DAL PIAZ, *Geologia della catena Herbetet-Grivola-Grand Nomenon (Mem. dell' Istit. geol. della R. Univ. di Padova, vol. VII, 1928)*.

(2) Ce serait comme une réplique, à plus grande échelle, de la « fenêtre de Laisonnay ». On sait, par contre, que R. STAUB rattache toutes ces unités à des digitations de la nappe du Mont-Rose.

grès, représente à n'en pas douter une de ces zones de sédimentation. Mais rien ne nous force à admettre que cette zone s'étendait sur toute la largeur comprise entre Saint-Michel-de-Maurienne et l'emplacement des futures racines de la nappe de la Dent-Blanche; au contraire, on pourrait peut-être considérer les conglomérats qui, dans la région du Ruitor, bordent à l'E. la zone houillère, au contact des gneiss, comme représentant le bord oriental de cette première zone de sédimentation, à laquelle pouvaient faire suite, vers l'E., d'autres zones analogues.

On peut donc, comme solution moyenne (adoptée à peu de chose près par P. TERMIER), imaginer pour les massifs gneissiques internes une interprétation qui serait voisine de celle exprimée par les cartes géologiques italiennes : la plupart de ces massifs comporteraient des noyaux gneissiques anté-houillers, surmontés d'une couverture permo-houillère, dont le développement pouvait n'être que local, et dont on ne retrouve des représentants probables que dans certaines régions : dans le front de la nappe du Saint-Bernard, dans les bordures E. et W. des deux massifs du Mont-Pourri et de la Vanoise, dans la virgation de Valsavaranche, dans la zone graphitique de Pignerol.

La *tectonique de détail de ces massifs anciens* est encore à peu près indéchiffrable. E. ARGAND, grâce à la distinction des deux séries de Valpelline et d'Arolla, a pu tenter de préciser celle du massif de la Dent-Blanche, et, grâce à la zone graphitique, celle du massif Dora-Maira (inclus Monte-Bracco - Monte-Freidour). En France, la fenêtre de Laisonnay, les zones peu métamorphiques qui bordent le Mont-Pourri, etc., nous montrent que l'anatomie de nos massifs est à coup sûr très compliquée, puisque nous y voyons parfois des séries très métamorphiques être amenées à recouvrir des séries qui le sont moins (1).

---

(1) D'ailleurs, il est peut-être imprudent d'attribuer à priori au Houiller tous les faciès de schistes charbonneux. Dans les massifs hercyniens de la première zone alpine (Belledonne par exemple) existent de larges bandes de

#### IV. — La bordure mésozoïque des massifs cristallophylliens.

1° **La nappe des schistes lustrés.** — L'individualité de la *zone des schistes lustrés* (= zone du Piémont) par rapport à la « zone du Briançonnais » est absolument évidente. Mais le contact entre ces deux zones a longtemps passé pour un contact stratigraphique normal : le Mésozoïque du pays briançonnais, dans cette manière de voir, devenait rapidement métamorphique et *passait latéralement* aux schistes lustrés; d'ailleurs, dans cette zone de passage, et en particulier en Maurienne et en Briançonnais, les plis de cette couverture apparaissaient comme des plis isoclinaux, déversés vers l'E. : c'est la bordure interne de l' « éventail briançonnais ».

Néanmoins, *le lambeau de schistes lustrés* avec roches vertes du *Mont-Jovet*, interprété d'abord par M. BERTRAND comme une « amande synclinale à déversement périphérique », posait un problème curieux; aussi, dans les conversations entre géologues alpins, on était déjà depuis longtemps disposé à l'interpréter comme un lambeau de recouvrement, et M. BERTRAND se ralliait à cette conception (*in* P. TERMIER et W. KILIAN [14]).

Dans les comptes rendus de notre campagne de 1919, nous avons eu l'occasion, M. CHAPUT et moi [11], de toucher à ces problèmes et nous concluons ainsi : « On ne peut manquer d'être frappé par l'allure, sur la carte, de la limite occidentale des schistes lustrés : cela suggérerait bien plutôt l'idée d'un front de nappe (d'ailleurs avec encapuchonnements), que celle de plis isoclinaux. »

Cette « nappe des schistes lustrés », depuis les notes mémo-

---

schistes noirs charbonneux, à propos desquels P. LORY a pu évoquer les « schistes carburés » du Silurien méditerranéen. On pourrait faire la même hypothèse pour certains schistes charbonneux des massifs cristallophylliens internes.

rables de P. TERMIER et W. KILIAN [12, 13, 14, 15] (1), a maintenant conquis droit de cité dans les synthèses alpines.

**2° La zone des gypses.** — Le plus souvent, comme je l'ai indiqué en 1923, les schistes lustrés reposent sur une lame de gypses et cargneules triasiques, se traduisant dans la topographie par ce que j'ai appelé la *zone des cols* (2); c'est ce que M. RAGUIN a distingué et étudié minutieusement sous le nom de « nappé des gypses ».

Le fait de voir, sur de très grandes distances, une lame de terrains salifères jalonner une surface de discontinuité n'est point surprenant : on peut penser qu'aux temps primitifs des plissements alpins, le Trias salifère, montant par « diapirisme », a très tôt constitué de longues lignes de décollement; les *lignes salifères*, ou « nappes embryonnaires » (MRAZEC) des Précarpatés roumaines (Baicoi, Moreni) et du Hanovre, correspondent à l'heure actuelle à ce stade que les nappes alpines ont depuis longtemps dépassé. Les linéaments de la tectonique salifère y sont maintenant effacés par la vraie tectonique des nappes, mais, de ce rôle primitif, le Trias salifère a gardé le privilège de jalonner ainsi toutes les grandes surfaces de discontinuité de la tectonique alpine. Et l'énorme épaisseur de ces masses gypseuses, telles qu'on peut les voir autour du lac de Tignes, à la Dent-de-Villars, au Petit-Mont-Blanc de Pralognan, à l'E. de Bramans, ne doit pas nous faire illusion sur la puissance primitive des dépôts salins, pas plus que les milliers de mètres de sels que traversent les sondages dans les dômes salifères de l'Allemagne du Nord ne nous forcent à admettre une

(1) L'expression de « nappe des schistes lustrés » avait été employée par P. TERMIER dans son article de 1907 [6]; mais, à ce moment, P. TERMIER ne la séparait pas de la couverture mésozoïque de la Vanoise et insistait même sur l'absence de toute surface de discontinuité importante à sa base (*loc. cit.*, p. 182).

(2) Par analogie avec la « zone des cols », également en grande partie gypseuse, qui sert de base à la nappe des Préalpes médianes en Suisse.

pareille épaisseur pour les couches primitives des sels du Zechstein; dans un cas comme dans l'autre, il y a eu rassemblement, par « montée » du sel ou « injection » (1), de matériaux émigrés provenant d'immenses surfaces de l'assise primitive (2).

De ce point de vue, on voit donc que les gypses ne constituent pas à proprement parler une nappe : ils se sont *injectés entre les nappes* : aussi parlerai-je plutôt d'une « zone des gypses » que d'une « nappe des gypses ».

Le tracé sur la carte en a été étudié en détail par E. RAGUIN : il débute par les grandes masses de gypses et de cargneules, roches habituelles des complexes salifères, de la région du lac de Tignes, et dont une digitation s'en va jusqu'au col du Palet; de là, la formation salifère encadre à l'E. et à l'W. la longue bande de schistes lustrés Pointe des Frasses - Pointe Jean Bous-sac (3) - Pointe de la Sana, à laquelle elle sert de substratum ; par le col de la Leysse (où il y a des cargneules gréseuses, véritables grès à galets de quartz atteignant la grosseur d'un pois, roches singulières dont je n'ai vu nulle part les équivalentes), notre Trias gypsifère pénètre dans le vallon de la Leysse, dont il longe le versant S.E. en formant à mi-hauteur un replat accidenté d'entonnoirs d'effondrement et de nombreux petits lacs; il passe au col de la Pierre-Blanche, dessine dans le vallon de la Rocheure un angle rentrant fréquemment masqué par les éboulis et remonte au petit col situé au S. de la Pointe de Lanserlia, où les gypses grenus et pulvérulents simulent des sables d'un blanc de neige. De là à Termignon, notre bande gypseuse

(1) « Salzauftrieb » de LACHMANN, « Injektionstektonik » de STILLE.

(2) Cette migration des dépôts salins dans le sens horizontal, sur de grandes distances, vient d'être évoquée par FULDA (*Zeitsch. d. deutschen geol. Ges.*, 1927) pour le Hanovre : ce géologue oppose l'épaisseur de certains niveaux salifères sur le bord du synclinal de Mansfeld à la réduction de ces mêmes niveaux au milieu de ce synclinal.

(3) Cf. P. LORX, La pointe Jean-Boussac (*La Montagne*, n° de juillet-août 1921).

est fréquemment cachée sous les éboulis et les moraines, mais c'est elle qui nous donne les pittoresques pyramides de cargneules au pied desquelles se déroulent les lacets du sentier de la Vanoise auprès de la Chapelle Saint-Antoine; traversant le Doron un peu en amont de Termignon, les gypses et cargneules vont se plaquer contre la base de la Dent-Parrachée, où, près des chalets de Corbassier, ils supportent [16] un minuscule *lambeau de schistes lustrés* avec roches vertes (1).

Retraversant l'Arc en aval de Termignon, on arrive ainsi aux formidables masses gypseuses qui s'élèvent à l'E. de Bramans, supportant le petit lambeau de recouvrement de schistes lustrés découvert par M. BERTRAND aux chalets du Jeu. Puis les gypses longent la vallée de l'Arc jusqu'à Modane : là, E. RAGUIN [20] y a signalé des faits assez énigmatiques : ce sont des *lambeaux de schistes métamorphiques* qu'il attribue au *Permo-Houiller* et dont l'un, tout au moins (au N.W. de Bramans), est posé sur les gypses; les partisans de la nappe du Mont-Pourri ne manqueraient pas d'y voir une preuve montrant que la masse permohouillère de la Vanoise est bien venue, par-dessus les gypses, de la zone des schistes lustrés. On peut d'ailleurs, sans recourir à l'hypothèse de la nappe du Mont-Pourri, expliquer ces lambeaux comme des copeaux arrachés par la zone des gypses à un substratum permohouiller, dans une région, maintenant cachée sous les sédiments de couverture, où, comme à La Savine, au N. des Brévières, la nappe des schistes lustrés est venue au contact de ce substratum. On pourrait y voir aussi des lambeaux de schistes cristallins venant de la zone des schistes lustrés et comparables aux lambeaux de la Becca de Toss et analogues marqués sur les cartes géologiques italiennes et que HERMANN interprète comme des débris des noyaux paléozoïques de la nappe de la Dent-Blanche.

---

(1) La vallée de l'Arc entre Termignon et Modane correspond donc à un formidable abaissement d'axe de la nappe des schistes lustrés : cela peut expliquer sa localisation (voir pl. II, fig. 1).

Dans toute la région que j'ai parcourue, le *soubassement gypseux* de la nappe des schistes lustrés *ne manque* qu'en un seul point : c'est sur la bordure W. du massif de la Grande-Sassière, entre le Chenal (en face de La Gurraz) et Nasondaz (au N. des Brévières); là les schistes lustrés de La Savine arrivent au contact des schistes paléozoïques du Mont-Pourri, dans lesquels ils s'encapuchonnent.

### 3° La couverture mésozoïque des massifs permo-houillers. —

A) STRATIGRAPHIE. — Les cartes géologiques existantes confèrent à la région Vanoise - Mont-Pourri un *singulier privilège* : les terrains jurassiques, crétacés et tertiaires, si bien développés au S. dans le Briançonnais, y disparaissent brusquement. En revanche, le Trias y est indiqué avec un développement énorme, qui correspondrait à un *Trias à type Vanoise*. Voici à quoi tient cette particularité :

D'après les travaux de W. KILIAN, la série du *Trias normal briançonnais* se compose des termes suivants, de bas en haut : 1° quartzites ( $t_{III}$ ) ; 2° schistes et calcschistes, avec minces bancs calcaires, parfois phylliteux, parfois cargneulisés, parfois accompagnés de gypses ( $t_{II}$ ) ; 3° calcaires massifs ou « francs » ( $t_I$ ) ; 4° gypses et cargneules (dits supérieurs), schistes bariolés ( $t^{3-1}$ ).

Dans le Briançonnais, partout où les coupes semblent normales, le terme  $t_{II}$  est le plus souvent assez peu épais : il manque souvent totalement et atteint au plus quelques dizaines de mètres (Thabor). W. KILIAN rattachait à cet étage une bonne partie des grandes masses gypseuses du Briançonnais méridional, mais l'examen de ses contours géologiques montre que presque partout ces masses gypseuses apparaissent dans des conditions tectoniques compliquées, qui ne semblent pas permettre de préciser leur niveau stratigraphique. Dans les montagnes entre Briançon et Vallouise, P. TERMIER constate fréquemment l'absence totale de l'étage  $t_{II}$ , et, quand il existe nettement, il lui attribue une épaisseur de 20 mètres au maximum.

Les caractères *pétrographiques de cet étage*  $t_{II}$  sont d'ailleurs très variables : il apparaît souvent comme une simple « zone de passage » entre les quartzites de la base et les calcaires massifs  $t_I$  du sommet. Bref, on peut dire que cet étage  $t_{II}$  est défini, non par des types lithologiques bien reconnaissables, mais uniquement par sa situation entre les étages  $l_{III}$  et  $t_I$ , qui, eux, ont des caractères propres bien nets.

Or, dans la Vanoise, on rencontre de *très grandes épaisseurs de sédiments*, schistes noirs ou gris-bleu, calcschistes, calcaires en plaquettes plus ou moins phylliteux, calcaires à zones siliceuses, etc..., qui sont certainement différents des formations  $t_{III}$ ,  $t_I$ ,  $t^{3-1}$  et qui, d'autre part, leur sont intimement liés dans des complexes très plissés. D'où l'hypothèse que ces sédiments devaient appartenir à l'étage  $t_{II}$  ; ce dernier, en arrivant à la Vanoise, deviendrait brusquement fort complexe et très épais : P. TERMIER, dans sa classique monographie du massif, lui attribue, sous le nom de « Muschelkalk inférieur », une épaisseur « probablement comprise entre 200 et 500 m. ». Comme on le voit, cela revient pratiquement, dans la Vanoise, à *attribuer à cet étage*  $t_{II}$ , *indistinctement, tous les sédiments mésozoïques qu'on ne peut attribuer ni à*  $t_{III}$ , *ni à*  $t_I$ , *ni à*  $t^{3-1}$ .

Du développement subit de ce Muschelkalk inférieur, comme aussi de l'augmentation du métamorphisme, étudié en détail par P. TERMIER (albite, tourmaline, phyllites, etc.), résulte l'individualité du « Trias à type Vanoise » par rapport au Trias briançonnais normal.

Mais on peut faire aussi une autre hypothèse : c'est que le « Muschelkalk inférieur » ( $t_{II}$ ) de la Vanoise correspond à des sédiments mésozoïques en partie *post-triasiques*. L'étude stratigraphique du terrain ne s'y oppose pas : les étirements d'assises sont, en Vanoise surtout, tellement fréquents que l'on n'est jamais sûr de se trouver en présence d'une coupe normale et complète. En bien des points, les cartes et coupes de P. TERMIER montrent les quartzites  $t_{III}$  surmontées directement ou presque directement par les calcaires  $t_I$ , comme en Briançonnais. Et

d'autre part, les multiples bandes de  $t_{II}$  dans les calcaires  $t_I$  peuvent s'interpréter aussi bien comme des synclinaux que comme des anticlinaux.

Des preuves, en nombre croissant, sont venues progressivement à l'appui de cette *deuxième hypothèse*.

Il faut citer en premier lieu la découverte, par W. KILIAN et P. TERMIER [3, 4], de *Bélemnites* dans les calcaires phylliteux  $t_{II}$  du Plan de Nette (sous le col de la Leysse) (1); dans les éboulis de la Grande-Motte, en aval du Plan de Nette, j'ai observé des calcaires spathiques à *Pentacrinus*, donc presque certainement liasiques. L. MORET et moi avons découvert des *Bélemnites* dans les calcaires phylliteux du valion de Pâquier, au N. du col de la Leysse, et E. RAGUIN en a trouvé dans le massif de l'Aiguille des Aimes, au N.W. du col du Palet. J'ai observé des *brèches du Télégraphe* typiques (Lias) dans le rocher isolé qui domine la rive gauche de l'Arc, en aval de l'Envers de Sollières : j'en ai vu dans les éboulis du versant S. de la Dent-Parrachée, sous le glacier de Bonnenuit; dans la haute vallée de Champagny, j'en ai rencontré des fragments dans les éboulis de la Plagne, entre Champagny et le col du Palet, et E. RAGUIN signale aussi des brèches du Télégraphe dans le massif de l'Aiguille des Aimes. L'existence du *Jurassique* (1) en de nombreux points de la Vaquoise est donc définitivement prouvée.

L'aspect lithologique des complexes calcaréo-schisteux, phylliteux, avec des teintes roses ou vertes, qui forment des lapiaz au N. du col de la Leysse, sous le glacier de la Grande-Motte, m'avait fait supposer que ce pouvaient être des couches d'âge

(1) Dans ce gisement, j'ai aussi trouvé des Bivalves et des sections de Brachiopodes ou de Gryphées (?).

(1) Je dis simplement « Jurassique », car l'étude du Briançonnais nous apprend que l'entité lithologique « brèches du Télégraphe » ne peut être considérée comme caractéristique du Lias; il y a même dans le Jurassique supérieur ou dans la base des marbres en plaquettes crétacés (batterie de Gafouille, près Briançon, vallée d'Escreins, W. KILIAN, F. BLANCHET) des assises que l'on ne peut absolument pas distinguer des brèches du Télégraphe les plus typiques.

*crétacé supérieur*, assimilables aux « couches rouges » des géologues suisses, ou aux « marbres en plaquettes » du Briançonnais. C'est ce qu'est venu confirmer la brillante découverte, due à E. RAGUIN [19], d'une faune de Foraminifères à cachet crétacé (Rosalines = Pulvinulines) dans ces couches déjà très métamorphiques. Au Jurassique s'ajoute donc ici le Crétacé supérieur.

Enfin récemment E. RAGUIN [21] a proposé de rattacher au *Flysch tertiaire* certaines assises schisteuses avec Fucoïdes, qu'il a observées dans le vallon de Pâquier, au N. du col de la Leysse.

En résumé, dans le complexe des couches rapportées jusqu'à présent au Muschelkalk inférieur (étage  $t_{II}$ ), et ne contenant d'ailleurs nulle part de fossiles triasiques (1), nous pouvons dire avec certitude qu'il existe sûrement du Jurassique et du Crétacé.

Guidés par ces preuves, nous sommes donc conduits à reprendre partout la question de l'âge réel des couches rapportées jusqu'à présent à l'étage  $t_{II}$  et à nous poser le problème de la séparation, dans la Vanoise, du Trias, du Jurassique, du Crétacé et même du Tertiaire.

**Quartzites.** — L'âge triasique inférieur de ces roches éminemment caractéristiques est hors de doute.

**Gypses et cargneules.** — On peut se demander si certaines des formations de gypses et cargneules rapportées jusqu'à présent au *Muschelkalk inférieur* ( $t_{II}$ ), en Briançonnais comme en Vanoise, n'appartiennent pas en réalité au *Trias supérieur* ( $t^3$  1); peut-être certaines des coupes que l'on croyait normales, et où

---

(1) Je ne puis tenir compte ici des « Polypiers » signalés dans ces couches à Lanserlia, au-dessus d'Entre-deux-Eaux; on a là des calcschistes qui n'ont point du tout un aspect triasique; d'ailleurs nulle part dans le Trias du Briançonnais on n'a signalé de Polypiers, tandis qu'on en connaît beaucoup dans le Jurassique.

l'on voyait deux horizons de gypses et cargneules ( $t_{II}$  et  $t^{3-1}$ ) séparés par des intercalations de calcaires et de schistes ( $t_I$ ,  $t_{I-II}$ ) doivent-elles être interprétées comme des synclinaux, avec noyaux de calcaires et de schistes jurassiques enveloppés des deux côtés par le Trias supérieur. Et quant aux cas où l'on décrivait autrefois une réunion de ces deux niveaux gypseux, crus différents, par « gypsification » (1) complète des calcaires intercalés, ils peuvent s'expliquer plus facilement si on considère ces deux niveaux comme appartenant en réalité à un seul et même horizon stratigraphique.

C'est ainsi que pour les gypses et cargneules en bordure de la Vanoise, répartis sur la feuille Saint-Jean-de-Maurienne dans deux étages différents ( $t_{II}$  et  $t^{3-1}$ ), E. RAGUIN [20] vient de montrer par des observations minutieuses l'impossibilité d'y distinguer ces deux étages : tous ces gypses appartiennent bien à une seule entité stratigraphique, conclusion qui ressortait implicitement de ma note de 1923.

Mais malheureusement ces gypses et cargneules apparaissent toujours, en Vanoise, dans des conditions tectoniques très compliquées; après avoir été tenté longtemps d'en faire du Trias supérieur, je me demande maintenant, à la suite de faits observés en Briançonnais, et aussi par comparaison avec le Trias préalpin suisse, si ces gypses n'appartiendraient pas plutôt au Trias moyen. Pour ne rien préjuger, nous nous contenterons d'affirmer leur âge triasique (2).

(1) L'ancienne hypothèse de la « gypsification » des calcaires paraît aujourd'hui universellement abandonnée : les phénomènes habituels de la « tectonique salifère » suffisent amplement à expliquer toutes les singularités des contacts entre les gypses et les masses calcaires qui leur sont contiguës (apparences de passages latéraux, blocs de calcaires emballés dans les gypses, etc.).

(2) Nos confrères suisses se heurtent à des difficultés analogues. Ainsi les gypses d'Exergillod ont été considérés par A. JEANNET (Tours d'Ai) comme appartenant à la nappe des Préalpes médianes et résultant de la « gypsification » de calcaires du Muschelkalk supérieur. En réalité, M. LUGEON (communication orale) m'a confirmé que ces gypses doivent appartenir à la nappe ultra-helvétique : rien ne permet de préciser leur âge et il n'y a pas eu « gypsification » des calcaires, lesquels appartiennent aux « Médianes ».

**Calcaires francs.** — Beaucoup des calcaires de la Vanoise présentent les plus grandes analogies lithologiques avec des roches où, *dans d'autres régions*, Briançonnais, Ubaye ou Piémont, on a trouvé des fossiles *triasiques* (Diploporidés, *Encrinus*) : ce sont des calcaires très cristallins, mais à grain fin et régulier, d'aspect dolomitique, mais, en réalité, comme nous l'a appris P. TERMIER, plutôt siliceux que magnésiens; noirs, gris-bleu ou gris clair sur les cassures fraîches, ils acquièrent par altération superficielle une patine spéciale, d'aspect « savonneux », plus claire, blanche ou tirant sur le jaune. C'est dans les calcaires de ce type que se développent par métamorphisme les beaux cristaux macroscopiques d'albite qui ont rendu classique la localité du Roc Tourné(1). Nulle part en Vanoise on n'y a trouvé de fossiles vraiment caractéristiques(2) : j'ai observé pourtant, dans la haute vallée de Champagny, un calcaire de ce type montrant des sections de petits Gastropodes et d'*Encrinus* indubitables.

Une bonne partie des « calcaires francs » de la Vanoise appartiennent à ce type et peuvent donc raisonnablement être rapportés à l'étage  $t_1$ .

Quant aux calcaires très cristallins, d'aspect marmoréen et parfois translucide, franchement blancs ou teintés de rose, ils peuvent évoquer le Jurassique supérieur (ou le Crétacé supérieur, quand ils sont phylliteux et entremêlés de bancs schisteux).

**Calcschistes et schistes.** — Comme toujours quand s'introduit

(1) Ce rocher, appelé aussi dans le pays « Roc des Amoureux », se trouve sur la route de Modane au Bourget; dans ses publications, M. RAGUIN le désigne sous le nom de « point 1226 » (Carte d'E.-M.).

(2) Je ne puis tenir compte des « Gyroporelles douteuses » signalées par W. KILIAN dans les calcaires du col de Grosse-Tête (partie N. du massif de Pécelet); j'ai revu les échantillons en question : ils n'ont point l'aspect de calcaires triasiques bien typiques, et, ni à l'œil nu, ni au microscope, je n'y ai vu de traces vraiment nettes de Diploporidés.

l'élément schisteux, on a des types de roches très variables et difficiles à caractériser.

Les *calcaires phylliteux* ont fait l'objet de descriptions classiques de P. TERMIER : le type est celui qu'on rencontre à Pralognan (hameau de Barioz); il ne ressemble évidemment en rien aux vrais calcaires triasiques francs que nous venons de décrire. Mais il y a bien d'autres variétés de calcaires phylliteux : telles sont les *roches à Bélemnites* du vallon de Pâquier, qui sont d'une teinte uniformément grise et rappellent vivement les intercalations calcaires que contiennent généralement, près de leur base, les schistes lustrés du Piémont, au-dessus des calcaires triasiques.

Les *calcaires à zones siliceuses* correspondent à un type lithologique évoquant plutôt le Lias : ils manquent dans l'étage  $t_{II}$  des montagnes entre Briançon et Vallouise (P. TERMIER).

Les assises de *calcaires spathiques noirs*, largement cristallisés, correspondent certainement à d'anciens calcaires à entroques : leur similitude avec les roches dans lesquelles, dans la vallée de la Leysse, j'ai trouvé des *Pentacrinus*, porte à en faire du *Lias*.

Les *schistes charbonneux* dans lesquels, aux Prioux (sentier de Pralognan au col de Chavières), P. TERMIER a signalé de l'anthracite, ne paraissent guère pouvoir être triasiques : ils n'ont certainement rien de commun avec les formations charbonneuses du Trias supérieur de la zone alpine externe (1); j'y ai fait allusion en 1923, et en 1924 j'ai eu l'occasion de revoir rapidement ce point : les gens du pays m'y ont confirmé l'existence de combustible; personnellement je n'y ai trouvé que des schistes noirs charbonneux, d'aspect gréseux, associés à des calcaires spathiques noirs ou violacés : rien n'empêche de les rapprocher du *Dogger*, comme je le suggérais en 1923 [16], mais je n'en ai aucune preuve. J'ai observé des couches ana-

---

(1) Cf. M. GIGNOUX, *C. R. Ac. Sc.*, 3 janvier 1928.

logues le long du sentier de la Losa (sur Termignon) au col de la Faculta, et il doit y en avoir aussi dans le versant S.W. des Rochers de Pramecou.

Enfin les *schistes et calcschistes noirs* qui forment la plus grande partie de la Grande-Casse et de la Grande-Motte ont un aspect jurassique indéniable; la paroi des Grands-Couloirs, par laquelle ces montagnes dominant le vallon de la Leysse, donne une impression très nette de Jurassique : on aurait là une immense lame synclinale, comprenant les affleurements jurassiques et crétacés fossilifères du col de la Leysse, entre les calcaires triasiques du fond de la vallée, dans le verrou aval du Plan de Nette, et ceux qui semblent exister sur l'arête terminale de la Grande-Motte (renseignement de M. P. LORY).

Ne le connaissant pas, je n'ai rien à dire du Flysch découvert par E. RAGUIN.

**Conclusions.** — En résumé, il paraît probable qu'une partie de la formation des *schistes et calcaires phylliteux de la Vanoise* ( $t_{II}$  et  $t_{I-II}$  de la Carte géologique) appartient réellement au *Trias moyen* : c'est le cas pour les minces bandes de schistes et cargneules intercalées parfois, comme dans le Briançonnais, entre les quartzites et les calcaires francs (ex.? la « zone des cols » qui sépare du massif primaire de la Vanoise la chaîne calcaire Roc du Dard - Grand-Marchet - Petit-Marchet). Mais la plus grande partie de l'étage  $t_{II}$  me paraît devoir se répartir, d'une manière encore impossible à préciser partout, entre *Lias*, *Jurassique*, *Crétacé* et même *Tertiaire* d'après E. RAGUIN.

Quant aux *massifs calcaires*  $t_I$ , une bonne partie d'entre eux appartient certainement au *Trias*; mais il est possible que le *Jurassique* y intervienne parfois, comme W. KILIAN l'admettait depuis longtemps pour la région comprise entre le col de la Leysse, le col du Palet et Val-d'Isère.

B) **TECTONIQUE.** — Même en admettant que nous ne sachions rien sur la stratigraphie des formations rapportées jusqu'à pré-

sent aux étages  $t_1$  et  $t_{II}$ , nous pouvons néanmoins essayer de nous faire une idée de la tectonique des complexes mésozoïques de la Vanoise, en nous bornant à distinguer les *unités stratigraphiques* suivantes : Paléozoïque, quartzites  $t_{III}$  (Trias inférieur), gypses (Trias moyen ou supérieur), calcaires et schistes  $t_1$  et  $t_{II}$  (Trias, Jurassique, Crétacé, Tertiaire).

*La question des gypses.* — Nous avons déjà décrit plus haut l'immense *zone des gypses* qui, entre le lac de Tignes et Modane, sert partout de soubassement à la nappe des schistes lustrés. E. RAGUIN a lumineusement montré que partout cette zone était en contact anormal avec les formations variées constituant son substratum; aussi l'appelle-t-il la *nappe des gypses*.

Si l'on admet ainsi la notion d'une « nappe des gypses » conçue comme unité tectonique indépendante, on est immédiatement conduit à se demander (et j'y avais songé depuis longtemps) si les *grandes masses de gypses de la Dent-de-Villars et du Petit-Mont-Blanc de Pralognan* ne représentent pas des lambeaux de cette nappe : de fait, par Champagny-le-Bas, les gypses de la Dent-de-Villars se relieut à ceux qui servent de soubassement à la klippe de schistes lustrés du Mont-Jovet. Mais le problème ne se pose plus de la même manière si l'on admet, comme nous l'avons fait plus haut, que les gypses ne définissent pas une nappe unique, mais jalonnent les lignes de contacts anormaux. Ils peuvent être alors de *provenances diverses, locales ou peu éloignées*. De fait, il est bien remarquable de constater l'absence de masses gypseuses dans la couverture mésozoïque proprement dite du massif de la Vanoise, c'est-à-dire dans la zone Grande-Motte - Grande-Casse - col de la Vanoise; et pourtant, puisqu'il y a du Trias inférieur (quartzites) et du Jurassique dans cette couverture, il a dû y avoir aussi du Trias gypseux : plutôt qu'une disparition du gypse par changement de faciès, il semble préférable de penser que toutes les formations salifères de cette zone en ont été expulsées par les plissements et sont venues « nourrir » les énormes masses gyp-

seuses des bordures : seules les cargneules sont restées, comme témoins du cortège primitif des gypses.

Les formations salifères nous apparaîtraient ainsi comme étant *en avance tectonique* par rapport aux terrains qui les encadrent; dans les lignes salifères de la Roumanie, du Hanovre, de l'Afrique du Nord, cette « avance tectonique » se traduit par le « diapirisme »; ici elle se manifeste en ce que le gypse a quitté les unités tectoniques dont il faisait partie primitivement pour s'insinuer entre des unités tectoniques supérieures.

Les gypses de la Dent-de-Villars, ceux du Petit-Mont-Blanc, comme aussi ceux du soubassement du Mont-Jovet, peuvent donc avoir une origine locale : c'est à cette conception que semble se rallier E. RAGUIN à la suite d'une étude très serrée de la question [23].

*Le problème des lambeaux de recouvrement du Pelvoz.* — La découverte de ces lambeaux, due à P. TERMIER, est d'une *importance capitale* : tout essai de synthèse tectonique de la Vanoise devra prendre son point de départ dans les problèmes qu'elle pose.

Nous savons, par P. TERMIER, que la grande *paroi de quartzites* par laquelle le Mont-Pelvoz (Sud du col de la Vanoise) domine le glacier du Pelvoz ne repose pas directement sur le substratum paléozoïque; à sa base apparaît une zone de schistes et calcaires  $t_1$   $t_{11}$  : des lambeaux isolés de cette zone, véritables *klippes*, se trouvent posés sur le massif cristallin, sans quartzites à leur base, en dessous du glacier du Pelvoz.

La *surface d'étirement* qui sépare ainsi les quartzites du Paléozoïque, avec ou sans interposition de calcaires et schistes, se poursuit vers l'W., fort bien dessinée sur la carte de P. TERMIER, dans la zone de cols qui passe entre le massif primaire et la chaîne calcaire Roc du Dard, Petit-Marchet, Grand-Marchet, Roc de la Valette (voir sur cette région le travail de P. LEMOINE [5]). Il faut aller, dans cette direction, jusqu'au S. du Roc de la Valette pour voir l'anticlinal de quartzites, redressé, pren-

dre une figure normale (coupe 11 du Mémoire de P. TERMIER [1]).

D'où la façon dont P. TERMIER expliquait en 1891 cette grande surface d'étirement : un pli *anticlinal*, enraciné sur le bord W. du grand massif primaire, s'est *couché vers l'E.* sur ce massif et est venu recouvrir toute son extrémité N., débordant jusque sur son bord E. et y apportant les lambeaux du Pelvoz.

Ainsi, depuis l'entrée des gorges du Doron au N. de Termignon jusqu'au glacier du Pelvoz, c'est le complexe  $t_1 t_{11}$  qui repose directement sur le Permo-Houiller. Au N. du glacier du Pelvoz apparaît, sur une mince lame de ces schistes et calcaires  $t_1 t_{11}$ , le noyau quartzitique de l'anticlinal couché; plus au N. encore, sous la Grande-Casse dans le vallon de la Leysse, les quartzites ont disparu.

Mais dans le vallon de la Leysse, cette *surface de contact anormal de la rive droite* est évidemment *la même* que celle qui, *sur la rive gauche*, sous le Rocher du Col, sépare aussi du Paléozoïque le complexe  $t_1 t_{11}$ , sans intercalation de quartzites : au S. du Rocher du Col, cette ligne d'étirement dessine un angle rentrant dans le vallon de la Rocheure, et c'est elle qui borde à l'E. le massif gneissique des gorges du Doron jusqu'à Termignon : là en effet il n'y a nulle part de quartzites : le contact du complexe  $t_1 t_{11}$  avec le Permo-Houiller est de nature tectonique ; j'y ai observé, au N.W. des chalets de Bellecombe, des cargneules « mylonitiques » enchâssant des blocs de Permo-Houiller, et, à l'entrée même des gorges du Doron, sur la rive droite, le complexe  $t_1 t_{11}$  débute par des calcschistes en dalles d'aspect liasique, très laminés. On remarquera que les deux surfaces de contact anormal de la rive droite et de la rive gauche s'approchent tout près l'une de l'autre (en particulier en face des lambeaux du Pelvoz) : on ne peut douter qu'il ne s'agisse en réalité d'une seule et même surface d'étirement.

Or, sur la rive gauche du Doron, la bande de  $t_1 t_{11}$  qui recouvre le Permo-Houiller n'est qu'une *écaille* qui s'enfonce régulièrement à l'E. *sous la nappe des schistes lustrés*, par l'inter-

médiaire de la « zone des gypses »; très puissante à la Grande-Motte et à la Grande-Casse, encore large dans le Rocher du Col et à Lanserlia, cette écaille complexe se réduit presque à rien à l'entrée des gorges du Doron, immédiatement au N. de Termignon : si l'on croit à la nappe des schistes lustrés, il faut nécessairement admettre que là, tout le complexe mésozoïque de la Vanoise, si important dans la région du col de la Vanoise et des Grands-Couloirs, n'affleure plus ici que sur quelques centaines de mètres de large.

On voit donc quelles difficultés il y a à admettre, comme P. TERMIER le faisait en 1891, que les klipptes du Pelvoz, et toute la surface d'étirement qu'elles jalonnent, soient le résultat du mouvement *vers l'E.* du pli couché du Pelvoz; car, sur la rive gauche du Doron, tout témoigne d'une intense poussée *vers l'W.*, commandée par l'avancée de la nappe des schistes lustrés : il faudrait alors que la mise en place de la nappe des schistes lustrés fût de beaucoup postérieure à l'avancée des écailles mésozoïques du Pelvoz, et qu'une tectonique avec poussée vers l'E. ait été suivie d'une autre tectonique avec poussée vers l'W.

Aussi P. TERMIER lui-même a-t-il depuis longtemps [6] esquissé la seule solution admissible. Les recouvrements du Pelvoz et du vallon de la Leysse, manifestés par la suppression des quartzites à la base de la couverture mésozoïque, ne peuvent venir de l'W.; le « noyau quartzitique du pli couché du Pelvoz » n'est pas une charnière : c'est une lame quartzitique, venant de l'E. *Toute la couverture du massif primaire a été décollée et poussée vers l'E.*, s'agençant en un enchevêtrement inextricable d'écailles; et nous ne connaissons le détail de cette tectonique que lorsque nous aurons appris à déchiffrer la stratigraphie du Mésozoïque de la Vanoise.

Ajoutons que les *lambeaux de recouvrement de la Becca-Motta*, au S. de Champagny, également découverts par P. TERMIER, nous montrent aussi des klipptes de schistes et calcaires  $t_1$   $t_{II}$  reposant directement sur le Primaire, sans interposition

de quartzites; ce qui nous prouve la généralité de ce phénomène de décollement à la surface de la carapace paléozoïque.

Néanmoins une difficulté subsiste : car il reste en certains points du massif primaire des témoins de la *couverture autochtone* : ainsi la bande triasique du col de Chavières est décrite par E. RAGUIN comme un synclinal solidaire de son substratum permo-houiller, au moins sur sa bordure orientale. Et de fait, la coupe de cette bordure au N.E. de Modane montre bien, comme je l'ai rappelé plus haut, un passage vertical progressif du Permo-Houiller du Râteau aux quartzites du synclinal. Or ces quartzites se continuent au N. par celles du col de Chavières, puis par celles qui longent le versant E. du vallon de Chavières, passent par la zone de cols entre le massif primaire et la chaîne calcaire du Grand-Marchet, et finalement rejoignent les quartzites de la Pointe du Dard et du Pelvoz. Donc, à moins que les recherches futures n'arrivent à montrer l'existence d'une discontinuité dans cette bande de quartzites, il faut bien admettre que le décollement, si net entre le Roc de la Valette et le Pelvoz, s'est atténué progressivement en allant de là au col de Chavières. En réalité, ce décollement résulterait alors d'un simple *froncement* (1), comparable à celui qui se produirait dans une étoffe prise entre un fer à repasser (la nappe des schistes lustrés) et une planche à repasser (le massif primaire). Cette manière de voir n'a rien d'inadmissible : on pourrait même admettre que la perte de matériel nécessitée par ce froncement s'est traduite surtout par l'expulsion des masses gypseuses, les plus mobiles, qui, comme nous l'avons déjà dit, sont venues nourrir les grands amas de gypses sur les bords de la région froncée. L'adhérence de la planche à l'étoffe, détruite dans la région orientale sous l'influence de la poussée énergétique exercée par la nappe des schistes lustrés, se rétablirait progressivement dans la partie occidentale.

---

(1) Ce même terme a déjà été employé par P. TERMIER dans son article de 1907 ([6], p. 182).

De fait, dans une zone plus externe, ce froncement finit par *intéresser le massif primaire lui-même* : c'est ce que nous montrent les plis en retour du col de Chavières et du col de la Chiaupe, où l'on voit le Mésozoïque pincé isoclinalement dans le Permo-Houiller.

Ce décollement de la couverture mésozoïque par rapport à la carapace paléozoïque, si net dans la bordure orientale de la Vanoise, se répète d'ailleurs *autour du massif du Grand-Paradis* : sur le bord interne (Cogne), comme sur le bord externe (Bonneval) de ce dernier massif (1), le Trias laminé est réduit à quelques dizaines de mètres ou même manque totalement : alors que partout dans la zone du Piémont nous connaissons ce même Trias fossilifère (S. FRANCHI) représenté par des masses calcaires de plusieurs centaines de mètres. Il me paraît vraiment impossible d'expliquer cette subite réduction d'épaisseur par un changement de faciès, et d'admettre que ces masses formidables de calcaires triasiques, formant en Piémont des montagnes entières, sont venues brusquement se fondre latéralement dans les schistes lustrés.

*Le rôle de la nappe des schistes lustrés par rapport aux massifs paléozoïques* s'avère ainsi comme un peu différent du rôle que jouent ces mêmes éléments dans les synthèses classiques d'E. ARGAND. Chercher à laquelle des nappes pennines se rattache la « nappe des schistes lustrés » devient un problème mal posé : car le chevauchement frontal de notre nappe se manifeste par un contact anormal entre deux séries mésozoïques ; tandis que dans les synthèses de M. LUGEON et E. ARGAND les diverses nappes pennines ne sont individualisées que par leurs noyaux anticlinaux paléozoïques, les terrains mésozoïques ne jouant qu'un rôle passif de remplissage entre ces noyaux ; c'est ce qu'avait entrevu E. HAUG en opposant ces nappes pennines sous le nom de « grands plis couchés » aux « véritables

---

(1) Pour ne citer que deux régions que j'ai moi-même visitées.

nappes sans flanc inverse ». Il faudrait bien plutôt, à la lumière de la donnée nouvelle introduite par P. TERMIER et W. KILIAN, réviser notre nomenclature structurale des Alpes franco-italiennes. C'est à des faits de cet ordre que semblent aussi faire allusion les travaux récents de F. HERMANN et de Giambattista DAL PIAZ (1).

## V. — Conclusions.

1° Comme l'a récemment montré P. TERMIER, les schistes cristallophylliens de la Vanoise et du Mont-Pourri, quel que soit d'ailleurs leur âge (permien, houiller, ou plus ancien), ne peuvent être considérés comme constituant une nappe unique charriée sur le Briançonnais.

2° Le Mésozoïque qui recouvre ces massifs anciens est du Mésozoïque briançonnais, avec ses termes habituels (Trias, Jurassique, Crétacé, peut-être Tertiaire), mais un peu plus métamorphique. Les grandes épaisseurs de schistes et calcschistes probablement jurassiques de la Grande-Motte, de la Grande-Casse, de la Dent-Parrachée, et la rareté des faciès bréchoïdes nous indiquent que nous avons déjà dépassé l'axe de la « cordillère briançonnaise ». Tectoniquement et stratigraphiquement, ce Mésozoïque de la Vanoise serait donc le prolongement, non du Briançonnais proprement dit, mais de la zone plus interne du Chaberton (au N. du Mont-Genèvre), où le Jurassique semble plus profond et plus complet. Nous approcherions ainsi de la grande fosse alpine.

3° Le Mésozoïque de la couverture de la Vanoise et du Mont-

---

(1) En voir l'énumération dans le plus récent d'entre eux, c'est-à-dire dans le Mémoire de G. DAL PIAZ cité plus haut.

Pourri se compose d'un empilement d'écaillés (ou, si l'on veut, de nappes du 2<sup>e</sup> genre), froncées sous la nappe des schistes lustrés (1). Par suite, l'âge des divers termes de cette couverture ne peut se déduire de leur ordre de superposition, mais seulement de l'étude des caractères intrinsèques de chacun de ces termes.

---

(1) Ce même style se retrouve, probablement plus au S., dans le Mésozoïque du massif du Thabor, dont la tranquillité n'est sans doute qu'apparente.

---

## LISTE CHRONOLOGIQUE DES OUVRAGES CITÉS

## ABRÉVIATIONS :

*C. R. Ac. Sc.* = Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris.  
*B. S. G. F.* = Bulletin de la Société géologique de France.  
*B. S. C. G. F.* = Bulletin du Service de la Carte géologique de France.

1. — P. TERMIER. — Etudes sur la constitution géologique du massif de la Vanoise (*B. S. C. G. F.*, n° 2, 1890-1891).
2. — M. BERTRAND. — Etudes dans les Alpes françaises (*B. S. G. F.*, 3<sup>e</sup> série, t. 22, 1894).
3. — W. KILIAN et P. TERMIER. — Nouvelles observations sur les Alpes occidentales (*B. S. G. F.*, 4<sup>e</sup> série, t. 5, 1905).
4. — W. KILIAN. — Sur la fenêtre du Plan-de-Nette et sur la Géologie de la Haute-Tarentaise (*C. R. Ac. Sc.*, 1<sup>er</sup> octobre 1906).
5. — P. LEMOINE. — Quelques observations sur le bord Nord du massif de la Vanoise (*B. S. G. F.*, 4<sup>e</sup> série, t. 6, 1906).
6. — F. TERMIER. — Sur la nécessité d'une nouvelle interprétation de la tectonique des Alpes franco-italiennes (*B. S. G. F.*, 4<sup>e</sup> série, t. 7, 1907).
7. — C. PUSSENOT. — Le Stéphaniens inférieur (zone des Cévennes) dans la zone axiale alpine. Essai de coordination des divers niveaux du terrain houiller des Alpes françaises (*C. R. Ac. Sc.*, 6 janvier 1913).
8. — J. BOUSSAC. — Sur la constitution géologique de la Haute-Tarentaise (*C. R. Ac. Sc.*, t. 157, 1913, p. 658).
9. — J. BOUSSAC. — Feuille de Tignes au 1/50.000<sup>e</sup> (*B. S. C. G. F.*, n° 23, 1913-1914).
10. — J. BOUSSAC. — Sur l'existence, entre Modane et le col de Chavières, d'une fenêtre faisant apparaître le Trias sous le Permien de la Maurienne (*C. R. Ac. Sc.*, t. 163, 1916, p. 708).
11. — M. GIGNOUX et E. CHAPUT. — Révision de la feuille Saint-Jean-de-Maurienne au 1/80.000<sup>e</sup> (*B. S. G. F.*, n° 140, 1920).
12. — P. TERMIER et W. KILIAN. — Sur la signification tectonique des lambeaux de micaschistes, de roches cristallines diverses et de roches vertes qui affleurent çà et là, près de Briançon, au sein ou à la surface des terrains à faciès briançonnais (*C. R. Ac. Sc.*, 26 octobre 1920).

13. — P. TERMIER et W. KILIAN. — Le bord occidental du pays des schistes lustrés dans les Alpes franco-italiennes, entre la Haute-Maurienne et le Haut-Queyras (*C. R. Ac. Sc.*, 8 novembre 1920).
  14. — P. TERMIER et W. KILIAN. — Le lambeau de recouvrement du Mont-Jovet, en Tarentaise; les schistes lustrés au Nord de Bourg-Saint-Maurice (*C. R. Ac. Sc.*, 6 décembre 1920).
  15. — P. TERMIER et W. KILIAN. — Sur l'âge des schistes lustrés dans les Alpes occidentales (*C. R. Ac. Sc.*, 27 décembre 1920).
  16. — M. GIGNOUX. — Révision de la feuille Saint-Jean-de-Maurienne au 1/80.000<sup>e</sup> (massif de la Vanoise) (*B. S. C. G. F.*, n° 155, 1923-1924).
  17. — E. HAUG. — Contribution à une synthèse stratigraphique des Alpes occidentales (*B. S. G. F.*, 4<sup>e</sup> série, t. 25, 1925).
  18. — P. TERMIER. — Compte rendu d'une excursion géologique dans les hautes vallées de la Dora Riparia, de la Maira et de la Stura, en compagnie de MM. Secondo Franchi, Wilfrid Kilian et Eugène Raguin (*B. S. G. F.*, 4<sup>e</sup> série, t. 25, 1925).
  19. — E. RAGUIN. — Découverte d'une faune de Foraminifères très probablement crétacés dans les calcaires hautement métamorphiques du vallon de Pâquier, près de la Grande-Motte (Savoie) (*C. R. Ac. Sc.*, 13 novembre 1925).
  20. — E. RAGUIN. — Nouvelles observations sur la région des Alpes françaises comprise entre Modane et Tignes; bord de la Vanoise et des schistes lustrés (*B. S. G. F.*, 4<sup>e</sup> série, t. 25, 1925).
  21. — E. RAGUIN. — Sur la présence, au Nord-Est de la Vanoise, de schistes assimilables à ceux du Flysch tertiaire (*C. R. Ac. Sc.*, 15 novembre 1926).
  22. — E. RAGUIN. — Sur la situation tectonique des marbres en plaquettes près du col de la Lysse (Savoie) (*C. R. Ac. Sc.*, 29 novembre 1926).
  23. — E. RAGUIN. — Au sujet des grandes masses de gypses situées au Nord-Ouest du massif de la Vanoise (Savoie) (*B. S. G. F.*, 4<sup>e</sup> série, t. 26, 1926).
  24. — P. TERMIER. — Que la série cristallophyllienne de la Vanoise et du Mont-Pourri (Alpes de Savoie) est bien d'âge permien ou carbonifère (*C. R. Ac. Sc.*, 14 mars 1927).
  25. — P. TERMIER. — Sur le problème tectonique de la Vanoise et du Mont-Pourri (Alpes de Savoie) (*C. R. Ac. Sc.*, 21 mars 1927).
  26. — P. TERMIER. — Que l'ensemble tectonique Vanoise-Mont-Pourri dans les Alpes de Savoie n'est pas séparable de la nappe du Briançonnais (*C. R. Ac. Sc.*, 27 décembre 1927).
  27. — E. RAGUIN. — A propos du Mont-Pourri (Alpes de Savoie) (*B. S. G. F.*, 4<sup>e</sup> série, t. 27, 1927).
  28. — P. TERMIER. — Le pays de nappes des Alpes françaises (*C. R. Ac. Sc.*, 16 janvier 1928).
-