

INSTITUT DE FRANCE.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*,
t. 155, p. 678 (séance du 14 octobre 1912.)

GÉOLOGIE. — *Résultats scientifiques de l'Excursion alpine de la « Geologische Vereinigung » : les nappes lépontines dans les Tauern.* Note de
M. PIERRE TERMIER.

Dans la grande *fenêtre* des Tauern, la nappe des Schistes lustrés est largement déchirée, et l'on voit, sous ces schistes, apparaître des terrains tout autres, savoir : l'étage inférieur de la *Schieferhülle du Zentralgneis*, et le *Zentralgneis* lui-même. L'étage inférieur de la *Schieferhülle* est formé de marbres (Hochstegenkalk), de dolomies, de quartzites, de micaschistes et de gneiss : tout cela reposant en parfaite concordance sur le *Zentralgneis*, lequel, bien souvent, est un véritable granite à peine orienté. Fréquemment, le système marbres-dolomies-quartzites est doublé, ou même plusieurs fois répété, avec intercalation de lames de gneiss ou de micaschistes : mais cette répétition est due à des repliements, comme M. Sander nous l'a montré, de la façon la plus nette, au Krierkar, près de Hintertux. En réalité, la succession normale est la suivante, de haut en bas : Hochstegenkalk, dolomies, quartzites, micaschistes, gneiss schisteux, enfin *Zentralgneis*. Bien entendu, comme dans toute nappe, l'allure est lenticulaire. Parfois, les Schistes lustrés reposent directement sur le *Zentralgneis*.

De l'âge des divers termes de cette série profonde, base de la nappe des Schistes lustrés, ou nappé spéciale, on ne sait rien. Les dolomies et les quartzites paraissent bien être du Trias. Mais le Hochstegenkalk ? Faut-il

y voir, comme l'a proposé M. Steinmann, du Jurassique, quelque chose comme l'équivalent stratigraphique du calcaire de la Sulzfluh? On bien du Trias, comme je l'ai admis autrefois? La question restera insoluble jusqu'à la découverte d'organismes, découverte malheureusement peu probable en des sédiments aussi cristallins. Dans le premier cas, il y aurait deux nappes distinctes : celle des Schistes lustrés, et celle du Hochstegenkalk et du Zentralgneis. Dans le second cas, il pourrait n'y avoir qu'une seule nappe, où le Hochstegenkalk serait le témoin du Trias moyen. Quant aux micaschistes, aux gneiss schisteux, et au Zentralgneis lui-même, qui sont inséparables, ils représentent à mes yeux un faciès cristallophyllien, ou même un faciès granitique, du Permo-Carbonifère; ils me paraissent les équivalents des gneiss et micaschistes permo-carbonifères des Alpes occidentales (Vanoise, Levanna, Val-Grisanche, Grand-Paradis, etc.). En somme, la nappe profonde, ou le système des deux nappes profondes des Tauern correspond, quant aux terrains, à la zone des *séries compréhensives métamorphiques*, à ce que j'ai appelé en 1903 la *zone axiale des Alpes*.

En venant des Grisons, on s'attendrait à trouver sur la nappe des Schistes lustrés, entre cette nappe et la nappé des phyllades paléozoïques du Pinzgau, toute une série de nappes lépontines, correspondant aux nappes multiples du Schams ou de la Basse-Engadine. Le plus souvent, dans les Tauern, on n'en voit qu'une. Mais cette nappe unique a des caractères changeants; et, comme elle est très ployée et *digitée*, souvent même broyée et déchiquetée, on peut se demander si elle est vraiment *unique*. Il est probable qu'il y a réellement plusieurs nappes, lenticulaires et discontinues, se remplaçant mutuellement, ou même se mélangeant et devenant indistinctes.

Au Brenner, la nappe intermédiaire (entre Schistes lustrés et phyllades paléozoïques) est la nappe des Tribulaun, formée surtout de Trias, s'enrichissant cependant à sa base, vers Gossensass, d'un étage de micaschistes, et contenant aussi du Lias (à faciès *Adnetenkalk*) dans sa partie haute. Près de Mayrhofen, à la Gschösswand, la nappe intermédiaire est faite d'un Trias peu différent de celui des Tribulaun (quartzites, marbres phylliteux, calcaires et dolomies albitifères); mais, un peu à l'Ouest de la Gschösswand, il s'y ajoute des brèches sédimentaires, très puissantes, fort semblables d'aspect à nos brèches liasiques du Briançonnais, faites surtout de galets triasiques, avec quelques rares galets de calcaire rhétien. Cela paraît être un faciès bréchoïde du Lias, bien différent du faciès Tribulaun. Ces brèches, que nous avons vues au Torjoch, se prolongent, au Nord vers la Hippoldspitze, à l'Ouest dans les Tarntaler Köpfe. La nappe qui les

ontient est, dans la région du Torjoch, très écrasée et très plissée; elle montre de curieux *mélanges mécaniques* de quartzites triasiques, de dolomies triasiques, de brèches liasiques. D'immenses lambeaux de ces mélanges traînent, *en recouvrement*, sur les phyllades paléozoïques, alors que le vrai gisement de la nappe est *sous* ces phyllades. On les croirait donc, première vue, austro-alpins, et c'est ce que j'avais admis, en 1903 et en 1904, pour plusieurs d'entre eux, en particulier pour les Tarntaler Köpfe. Il paraît bien résulter maintenant des travaux de M. Sander que tous ces lambeaux épars de terrains mésozoïques sont lépontins.

En tout cas, il est absolument démontré qu'un régime de repliements multipliés et d'écrasement intense affecte, entre le Brenner et Mayrhofen, les nappes lépontines et la plus basse des nappes austro-alpines. Mon impression est qu'il y a en réalité, dans cette région nord-ouest des Tauern, trois nappes intermédiaires entre Schistes lustrés et phyllades du Pinzgau, mais discontinues, éparpillées, et parfois mélangées entre elles au point de n'être plus séparables : la plus haute serait une nappe à roches vertes, équivalent probable de la nappe rhétique des Grisons; au milieu, serait la nappe à Lias bréchoïde; à la base, tout contre les Schistes lustrés, s'étendrait la nappe des Tribulaun.

Plus à l'Est, dans la vallée de Gastein, les Schistes lustrés sont surmontés par une nappe d'un caractère très spécial, la nappe de Klamm. Bien que de peu métamorphiques, ses terrains ne ressemblent, ni au Trias des Tribulaun, ni au Trias de la Gschösswand, ni au Mésozoïque des Tauern de Radstadt. Leur âge est inconnu. Ce sont surtout des calcaires (Klammkalk), habituellement gris sombre, plus rarement clairs et rubanés; il y a aussi des schistes, gris ou noirâtres, un peu sériciteux. Cette nappe de Klamm s'enfonce au Nord sous les phyllades paléozoïques, sans interposition d'aucune autre nappe.

Plus à l'Est encore, nous arrivons aux Tauern de Radstadt, dont la structure, longtemps énigmatique, paraît maintenant assez simple, grâce aux travaux d'Uhlig et de son élève M. Kober. Là, comme dans le Zillertal, des contournements et repliements de grande amplitude introduisent dans le détail beaucoup de complications : et l'on peut se demander si l'on a affaire à une nappe unique, à digitations multipliées, ou si l'on se trouve en présence de plusieurs nappes distinctes. Pour M. Kober, aujourd'hui, il n'y a, dans cette région, qu'une nappe lépontine au-dessus de la nappe des Schistes lustrés. A cette nappe unique il donne le nom de nappe de Radstadt. Elle comprend du Trias (quartzites, dolomies et cargneules), des

schistes noirs pyriteux probablement rhétiens, enfin les calcaires jurassiques, souvent marmoréens, où M. Diener a trouvé jadis des *Bélemnites*. Cette nappe de Radstadt, très plissée, parfois reployée sur elle-même, s'enfonce au Nord et à l'Est sous la plus basse des nappes austro-alpines, que M. Kober appelle nappe de Mandling. A l'Est, la nappe de Mandling est faite de gneiss, d'amphibolites, de micaschistes plus ou moins grenatifères; au Nord, elle comprend, de bas en haut, des phyllades, des quartzites très épais (Radstätterquartzite de M. Frech), des calcaires, grauwackes et schistes d'apparence paléozoïque, enfin le Trias bien connu du *Mandlingzug*. De belles fenêtres s'ouvrent çà et là, montrant la nappe de Radstadt sous la nappe de Mandling. Les mylonites sont fréquentes, allant jusqu'au mélange de terrains d'âges différents. En raison de leur nature friable, les cargneules se sont prêtées, plus que toute autre roche, à la mylonitisation; et l'on trouve souvent des cargneules broyées, empâtant des débris de marbre jurassique. Il ne faudrait pas en conclure que les cargneules soient *toujours* des mylonites : la cargneule est une entité stratigraphique certaine, dans les Tauern comme dans toute la chaîne des Alpes.

Le seul point qui m'ait paru un peu douteux, dans cette façon d'expliquer les Tauern de Radstadt, c'est l'attribution au Paléozoïque des Radstätterquartzite. Ces quartzites, pétrographiquement, sont identiques aux quartzites triasiques de la nappe de Radstadt : je me demande s'ils n'appartiennent pas, eux aussi, au Trias. S'il en était ainsi, on aurait une nappe lépontine de plus, intercalée entre la nappe de Radstadt et celle de Mandling.

En marchant vers le Sud, vers le Lungau et le Katschberg, on voit peu à peu la nappe de Radstadt diminuer d'épaisseur. Dès Sanct-Michael, elle n'existe plus qu'à l'état de lentilles éparses, noyées dans les micaschistes et les gneiss de la nappe austro-alpine. Les lentilles, souvent très petites, sont faites de dolomie, de calcaire, de marbre, ou de quartzite : et il y a fréquemment des mélanges de ces roches entre elles. La plupart des lentilles ne montrent que du Trias : peut-être certains marbres sont-ils jurassiques. En somme, la nappe de Radstadt, dans le Lungau, est remplacée par une *Quetschzone* (von Seidlitz), une *Mischungzone* (Zyndel), où les débris de cette nappe sont enveloppés par les roches cristallines de la nappe supérieure. Ces roches cristallines, qui enveloppent ainsi les débris du Mésozoïque de la nappe de Radstadt, sont transformées elles-mêmes en des schistes luisants, les *diaphtorites* de M. Becke; elles ont perdu tout leur feldspath, converti en séricite. Sur elles, et sans démarcation précise, on trouve, avec leurs caractères habituels, les micaschistes grenatifères et les gneiss. La *diaphtori-*

tisation est liée à la zone d'écrasement et de broyage, à la *Mischungzone* : c'est une modification chimique consécutive à l'écrasement.

Le col du Katschberg, profonde dépression qui marque l'extrémité orientale des Hohe Tauern, est ouvert dans cette *Mischungzone*. Aux alentours du col, et jusqu'à la cime du Tschaneck qui le domine à l'Ouest, plusieurs lentilles de Trias affleurent, au milieu des schistes diaphoritisés. A l'Est, la *Mischungzone* s'enfonce, avec une inclinaison moyenne d'une trentaine de degrés, sous les vieux gneiss et les vieux micaschistes de la nappe austro-alpine; à l'Ouest, elle repose, avec la même inclinaison, sur les Schistes lustrés. Du haut du Tschaneck, nous avons eu sous les yeux le plus beau tableau qu'un tectonicien puisse rêver. La chaîne des Hohe Tauern, gneissique et granitique, hardiment découpée, descendait vers nous, comme drapée jusqu'à mi-hauteur dans sa couverture schisteuse, et venait s'abîmer sous la *Mischungzone* où nous étions placés. En nous retournant, nous voyions la *Mischungzone* elle-même descendre, d'un mouvement pareil, sous un immense pays déprimé et ondulé, d'aspect morne, pays formé, cependant, lui aussi, de terrains cristallins, mais de terrains cristallins ployés en *carapace*. Et je ne pouvais mieux comparer cette descente majestueuse des Hohe Tauern sous la carapace des vieux gneiss et des vieux micaschistes, cette disparition d'une magnifique chaîne dans le sein d'un pays monotone, qu'à l'engloutissement d'un grand navire sous la houle indifférente.

A peu de distance au sud du Katschberg, la *Mischungzone* s'écrase et finit. Les derniers affleurements du Trias de la nappe de Radstadt sont à la Torscharte, au-dessus de Maltein. Dans le Maltatal, les vieux gneiss et les vieux micaschistes viennent au contact des Schistes lustrés, réduits eux-mêmes, localement, à 200^m d'épaisseur — alors que les mêmes Schistes lustrés ont fréquemment, dans les Tauern, plusieurs milliers de mètres de puissance apparente.

Partout, en cette région orientale des Hohe Tauern, les nappes léon-tines profondes sont affectées de violents plissements. Dans le massif du Hochalm, admirablement étudié par M. Becke, une déchirure du Zentralgneis, longue de 20^{km} et large, au maximum, de 4^{km}, la *Lieserfenster*, montre, sous ce gneiss, le Hochstegenkalk plongeant fortement au Nord. On voit d'ailleurs, dans le Murtal, l'épaisseur du marbre : elle diminue du haut en bas de la plongée. Sous le marbre, il y a du Zentralgneis. On a affaire ici, évidemment, à un synclinal de la nappe, courbé comme la nappe elle-même, c'est-à-dire à une *digitation* (Maurice Lugeon). Si l'on suit la digi-

tation vers son origine, ou vers le Sud, on la voit se cacher sous le gneiss : mais, un peu plus loin, au Melnikkar, le gneiss est percé par une série d'anticlinaux ramenant au jour des marbres, des quartzites et des schistes. Ce sont des replis de la digitation, dont la véritable origine est, par conséquent, plus au Sud encore.

Telles sont les nappes lépontines, depuis le Rhin à l'Ouest, jusqu'au Katschberg à l'Est. Nous les avons vu s'engloutir au Katschberg. Réparaissent-elles, plus loin vers l'Orient, par exemple au Semmring ? C'est probable ; mais il faut attendre, pour se prononcer sur ce point, l'achèvement de quelques travaux en cours. Si elles réparaissent, je doute que ce retour à la lumière s'étende jusqu'aux Schistes lustrés : ceux-ci, et *a fortiori* les nappes plus profondes, sont, je crois bien, définitivement cachés.

De cette vision d'ensemble des nappes lépontines on peut tirer deux conclusions d'ordre général :

D'abord, le *dynamo-métamorphisme* n'existe pas : ce nom doit disparaître de la Science. Les actions dynamiques *déforment* les roches, mais ne les *transforment* pas. J'ai dit cela il y a neuf ans déjà ; mais, à cette époque, on pouvait douter encore. Aujourd'hui le doute n'est plus permis. Dans les nappes les plus écrasées, les plus laminées, les terrains qui, avant leur *mise en nappe*, n'étaient pas métamorphiques, ne le sont pas devenus ; toutes leurs roches sont demeurées reconnaissables. Les nappes à terrains métamorphiques sont issues d'un pays où, avant le plissement, le *métamorphisme régional* avait fait son œuvre. Certains phénomènes chimiques (développement de la séricite, cristallisation du quartz) sont, sans doute, facilités par l'écrasement : mais ils sont loin d'aller jusqu'au vrai métamorphisme, qui est une transformation complète de la roche en une autre roche définie.

La deuxième conclusion, c'est que, dans les pays de nappes, le rôle géologique des mylonites est encore beaucoup plus important que nous ne supposions. Il n'y a guère que cinq ou six ans qu'on a signalé des mylonites dans les Alpes. C'est M. von Seidlitz qui, le premier, a appelé l'attention sur leur fréquence, et même leur constance à la base de certaines nappes. Maintenant, on les trouve partout : et l'on n'en est plus seulement aux mylonites de roches, on en arrive aux *mylonites de nappes*, c'est-à-dire au mélange, sur des centaines de mètres d'épaisseur, des débris de plusieurs nappes.

L'Excursion ne nous a conduits, ni jusqu'au *bord alpine-dinarique*, ni

même jusqu'à la zone des racines des nappes. Dans cette zone et sur ce bord, il reste encore beaucoup à faire. De toutes les questions de la tectonique alpine, celle des rapports des Alpes avec les Dinarides, celle de savoir si les Dinarides sont bien passées sur les Alpes, en *traineau écraseur*, comme je le prétends depuis neuf ans, est la plus urgente et la plus passionnante. Je demande avec confiance à mes jeunes confrères d'Autriche de consacrer à ce grand problème le meilleur de leurs efforts.