

*Hommage de l'Auteur*

LES NAPPES DE CHARRIAGE

DES

# Alpes Calcaires Septentrionales

PAR

Émile HAUG

Professeur à l'Université de Paris

---

3<sup>me</sup> PARTIE

---

PARIS

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

28, Rue Serpente, VI

---

1912

LES NAPPES DE CHARRIAGE  
DES ALPES CALCAIRES SEPTENTRIONALES

PAR **Émile Haug**<sup>1</sup>.

3<sup>me</sup> PARTIE. — *Le Salzkammergut.*

PLANCHE I.

SOMMAIRE. — Introduction. — La dépression de St. Wolfgang-Ischl. — La dépression d'Abtenau. — La dépression de Gosau et la fenêtre de Hallstatt. — La dépression de Goisern et d'Aussée. — La dépression de Mitterndorf et de Liezen. — Conclusions.

INTRODUCTION. — Six années se sont écoulées depuis la publication, dans ce *Bulletin*, de la première et de la deuxième partie du présent mémoire sur *les nappes de charriage des Alpes calcaires septentrionales*. D'autres occupations m'ont contraint à retarder jusqu'à ce jour la rédaction et la publication de la troisième partie, consacrée plus spécialement à l'étude du Salzkammergut. J'ai pu cependant, à trois reprises, en 1906, en 1908 et en 1911, consacrer plusieurs semaines à explorer ce coin incomparable des Alpes autrichiennes<sup>2</sup>.

Le Salzkammergut n'est ni une région naturelle, ni une division administrative. C'est un district minier, où le sel est exploité depuis la plus haute antiquité. Il chevauche sur la principauté de Salzbourg, sur l'archiduché d'Autriche ob der Enns ou Haute-Autriche et sur le duché de Styrie. C'est un segment des Alpes calcaires septentrionales qui empiète, à l'Ouest, sur les Alpes de Salzbourg, à l'Est sur les Alpes de la Haute-Autriche. La limite conventionnelle entre ces deux groupes de montagnes est constituée par la coupure transversale de la Traun, et le bassin hydrographique de cette rivière est entièrement situé dans le Salzkammergut. J'ai déjà parlé dans la deuxième partie de ce mémoire du massif de l'Osterhorn et des montagnes de Golling. Leur bord

1. Note présentée à la séance du 17 juin 1912.

2. Au cours de mes voyages successifs j'ai eu l'agrément d'être accompagné dans une partie de mes excursions par plusieurs amis ou élèves : MM. Maurice Lugeon et Fr. Jaccard (1903), Arnold Heim et J. Boussac (1908), J. Wehrin (1911). Je leur dois mainte observation intéressante et tiens à leur en exprimer toute ma reconnaissance.

oriental me servira aujourd'hui de limite occidentale. Je ne m'occuperai qu'accessoirement, dans cette troisième partie, des montagnes situées à l'Est de la coupure de la Steyr. Je laisserai également de côté, pour le moment, le versant méridional du Tennen Gebirge et du massif du Dachstein. La région dont je vais aborder l'étude tectonique est presque en totalité comprise dans la feuille d'Ischl-Hallstatt de la Carte géologique à 1/75 000 de l'Autriche. Il est à peu près indispensable que le lecteur du présent travail ait ce document sous les yeux.

Le Salzkammergut a fait l'objet d'innombrables travaux géologiques. Pour toute la période antérieure à 1903, je renverrai à la liste bibliographique publiée par E. Kittl<sup>1</sup> en cette même année et qui comprend 184 numéros. Je ne citerai donc, dans la liste bibliographique qui va suivre, que les ouvrages qui ont été omis dans cette liste ou qui sont postérieurs au mémoire de Kittl. D'ailleurs, les travaux antérieurs à 1903 ne renferment que tout à fait exceptionnellement des renseignements utilisables pour une étude tectonique de la région.

Le premier mémoire donnant un aperçu général sur la Stratigraphie et la Tectonique de tout le Salzkammergut est le Livret-guide publié par E. Kittl (2) à l'occasion du Congrès géologique international à Vienne, en 1903. Il renferme une carte géologique à 1/200 000, basée sur les levés, alors inédits, de la k. k. geologische Reichsanstalt et sur les observations de l'auteur. Jusqu'en 1905 c'était la seule carte géologique que nous possédions du Salzkammergut. Elle m'a rendu les plus grands services lors de mes premiers voyages. J'ai eu, de plus, la bonne fortune d'accompagner M. Kittl pendant les derniers jours de l'excursion qu'il a dirigée avant le Congrès. C'est à la suite de cette excursion que j'ai entrevu la possibilité d'expliquer la Tectonique d'une partie des Alpes calcaires septentrionales par l'hypothèse de plusieurs nappes superposées, originaires du Sud.

Quelques semaines après la publication du Livret-guide paraissait, dans l'ouvrage intitulé *Bau und Bild OÖsterreichs*, un aperçu de la géologie du Salzkammergut, dû à la plume autorisée d'Edm. von Mojsisovics (3). A défaut d'une monographie tant de fois annoncée et qui n'a jamais vu le jour, cette note résume les vues d'un géologue qui a consacré la plus grande partie de son existence à l'étude détaillée du Salzkammergut et, à ce titre, elle était particulièrement précieuse surtout pour le stratigraphe. Son auteur cherche à expliquer les conditions dans lesquelles se

1. Comme dans la seconde partie, je renverrai aux ouvrages cités au moyen d'un chiffre placé entre parenthèses.

présente le faciès si particulier des calcaires de Hallstatt par une hypothèse singulière, d'après laquelle ces calcaires seraient localisés dans deux « canaux » distincts, celui de Berchtesgaden-Hallstatt et celui d'Ischl-Aussee, isolés au milieu de régions où règnent sans partage les faciès du calcaire de Dachstein et du Hauptdolomit. J'ai supposé, par contre, que les calcaires de Hallstatt appartiennent à une nappe spéciale (H), généralement superposée à une nappe voisine par ses faciès, la nappe du Sel (S), elle-même superposée à une nappe beaucoup plus étendue, la nappe de Bavière (B), ces trois nappes inférieures apparaissant dans des fenêtres d'une nappe supérieure, la nappe du Dachstein (D). Un premier aperçu de cette interprétation fut publié en collaboration avec mon ami Maurice Lugeon, en 1904.

Ce n'est qu'en 1905 que parut la feuille d'Ischl-Hallstatt de la Carte géologique d'Autriche à 1/75 000 (4), dont toute la partie relative au Salzkammergut a été levée par E. von Mojsisovics. J'ai eu la satisfaction, en étudiant cette carte, de constater que les faits qui s'y trouvent consignés ne sont nulle part en désaccord avec mon interprétation. En examinant de près certains contours, on pourrait même se demander si le géologue qui les a tracés n'était pas un partisan convaincu de l'hypothèse des nappes, ce qui n'était certainement pas le cas.

Depuis 1905 la carte de Mojsisovics a été pour moi un guide précieux ; je puis affirmer que, sans son aide, je n'aurais pu, dans le temps dont je disposais, mener à bonne fin mon travail.

Au cours de mes excursions, j'ai trouvé sans cesse de nouvelles preuves de l'existence de plusieurs nappes superposées, je n'ai rencontré aucun fait qui fût contraire à mon hypothèse. J'ai cependant été amené à modifier sur certains points mon interprétation première.

J'ai constaté que l'apparition des nappes inférieures ne se produisait pas toujours dans les fenêtres des nappes supérieures ; souvent les nappes se succèdent comme des imbrications et leurs contours respectifs ne sont pas nécessairement fermés.

J'ai été conduit en 1908 (7) à introduire, dans la série des nappes du Salzkammergut, une cinquième nappe, comprise entre la nappe de Bavière et la nappe du Sel. Je l'ai provisoirement appelée la *nappe du Todte Gebirge*.

Enfin, de nouvelles observations dans le Nierenthal, près Reichenhall, m'ont montré, également dès 1908, que les couches de Gosau, loin d'être recouvertes par la nappe du Dachstein, s'étendent au contraire transgressivement sur les flancs de l'Untersberg. Cette constatation, jointe à des observations très impor-

tantes, publiées par Geyer et par Cl. Lebling (9), montre avec évidence que la mise en place des nappes est, comme dans les Carpathes, antérieure au Crétacé supérieur. J'exposerai plus loin quelques faits qui militent également en faveur de cette conclusion, que je compte développer à une prochaine occasion.

J'ajouterai encore que le Salzkammergut commence déjà à être l'objet d'études de détail de la part des jeunes géologues autrichiens. M. Erich Spengler (10) a publié un mémoire très remarquable sur le massif du Schafberg, auquel je ferai ici de nombreux emprunts. J'appelle de tous mes vœux des publications analogues sur d'autres parties du Salzkammergut. Elles combleront maintes lacunes de mon travail et je suis convaincu qu'elles contribueront à préciser, ou peut-être à infirmer telles conclusions que j'ai été amené à tirer un peu prématurément de prémisses encore insuffisantes.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. HERBERT KYNASTON. On the stratigraphical, lithological, and palaeontological features of the Gosaubeds of the Gosau district in the Austrian Salzkammergut. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, L, p. 120-151, 1 fig., 1894.
2. E. KITTL. Salzkammergut. Geologische Exkursionen unter Führung von — *IX. Internationaler Geologen-Kongress. Führer für die Exkursionen in Oesterreich*, IVc, 118 p., fig., 1 carte 1/200 000, 1903.
3. E. v. MOJSISOVICS. Uebersicht der geologischen Verhältnisse des Salzkammergutes. In : C. DIENER, R. HÖRNES, FR. E. SUESS u. V. UHLIG, Bau und Bild Oesterreichs, p. 383-391, fig. 2. Gr. in-8°, Wien u. Leipzig, 1903.
4. ID. Erläuterungen zur geologischen Karte der im Reichsrath vertretenen Königreiche und Länder der Oesterr.-Ungar. Monarchie. SW-Gruppe Nr. 19, Ischl und Hallstatt. 1 br. in-18, 60 p., 1 carte 1/75 000. Wien, 1905.
5. G. GEYER. Die Aufschliessungen des Bosrucktunnels und deren Bedeutung für den Bau des Gebirges. *Denkschr. d. math.-naturw. Kl. d. Kais. Akad. d. Wiss.*, LXXXII, p. 1-40, fig., pl. 1-III, 1907.
6. JOHANNES FELIX. Studien über die Schichten der oberen Kreideformation in den Alpen und den Mediterrangebieten. II. Teil : Die Kreideschichten bei Gosau. *Paläontographica*, LIV, p. 251-338, 3 fig., pl. xxv, xxvi, 1908.
7. ÉMILE HAUG. Sur les nappes de charriage du Salzkammergut (environs d'Ischl et d'Aussee). *C. R. Ac. Sc.*, CXLVII, p. 1428-1430, 1908.
8. JAN NOVAK. Ueber den Bau der Kalkalpen in Salzburg und im Salzkammergut. *Bull. de l'Ac. des Sc. de Cracovie, cl. des Sc. Math. et Natur.*, Sér. A. Sc. Mathém., 1911, p. 57-112, fig. 1-11, pl. 1-III.
9. CLEMENS LEBLING. Beobachtungen an der Querstörung « Abtenau-Strobl » im Salzkammergut. *N. Jahrb. f. Miner.*, Beil.-Bd. XXXI, p. 533-574, 9 fig., 1911.

10. ERICH SPENGLER. Die Schafberggruppe. *Mitt. d. Geol. Ges. Wien*, 1911, p. 181-273, pl. VII-XI.
11. Id. Zur Tektonik von Sparberhorn und Katergebirge im Salzkammergut. *Centralbl. f. Miner.*, 1911, p. 701-704.

LA DÉPRESSION DE ST. WOLFGANG-ISCHL. — Un des traits géographiques les plus frappants dans le Nord du Salzkammergut est la présence d'une longue dépression, qui s'étend de St. Gilgen à Ischl, sur une longueur d'environ 22 km., avec une largeur variable. Dans sa partie occidentale elle est occupée par le riant lac de St. Wolfgang, allongé du N.W. au S. E. ; dans sa partie orientale, elle est parcourue par l'émissaire de ce lac, qui se jette à Ischl dans la Traun et qui coule de l'Ouest à l'Est. Elle confine au Nord au massif du Schafberg et au Höllen Gebirge, au Sud, au massif de l'Osterhorn et au Kater Gebirge. Elle a généralement été envisagée comme un synclinal ordinaire, dont la partie axiale est constituée par les couches de Gosau et dont les flancs se confondent avec les retombées des massifs anticlinaux environnants, triasiques et jurassiques.

En réalité, la structure de la dépression est beaucoup plus compliquée. Et d'abord les terrains triasiques et jurassiques du bord sud-ouest du lac de St. Wolfgang n'appartiennent pas au massif de l'Osterhorn, que j'ai décrit dans la seconde partie de ce mémoire. Ils sont séparés du flanc nord de cette gigantesque coupole par une ligne de contact anormal, que l'on peut suivre depuis Elsenwang, à l'Ouest du Fuschl See (feuille de Salzburg), par la Tiefbrunnau, jusqu'à la halte de Lueg de la ligne à voie étroite; elle longe alors le bord du lac de St. Wolfgang sur environ 3 km. et s'en éloigne ensuite, pour passer au pied sud-ouest de la Blechwand, entre les ravins du Zinkenbach et du Weissenbach. Cette dislocation met en contact, au S. E. d'Elsenwang, le Néocomien de la retombée nord-est du Schmied Horn avec le Hauptdolomit du Felbling, puis les couches d'Oberalm jurassiques avec le Hauptdolomit du Sonnberg, prolongement de celui du Felbling. Dans les deux cas, les couches du massif de l'Osterhorn s'enfoncent manifestement le long de la ligne de contact anormal sous les couches plus anciennes situées au N.E. de l'accident, qui plongent dans le même sens. Il m'a semblé de même que, sur la rive sud-ouest du lac, les calcaires jurassiques de la retombée de l'Osterhorn s'enfoncent sous une lame étroite de Hauptdolomit, que l'on peut suivre jusque vers le débouché du Zinkenbach. Enfin, sur le versant sud-ouest de la Blechwand, les calcaires jurassiques viennent successivement en

contact, d'après la Carte géologique (feuille d'Ischl-Hallstatt), avec le Néocomien, avec le Hauptdolomit, avec le Rhétien et avec le Lias du massif de l'Osterhorn.

Ces faits peuvent s'expliquer soit par un plissement en retour (« Rückfaltung »), soit par l'existence d'une nappe plongeant vers le N.E. et primitivement superposée à la coupole de l'Osterhorn (nappe de Bavière). Je discuterai tout à l'heure les arguments que l'on peut invoquer en faveur de cette deuxième hypothèse.

Le massif du Schafberg, situé au Nord du lac de St. Wolfgang, a fait récemment l'objet, de la part de Erich Spengler, d'un excellent travail (10), auquel je suis d'autant plus heureux de pouvoir renvoyer le lecteur que je n'ai fait dans ce massif qu'un nombre de courses très restreint.

Spengler met fort bien en évidence les différences profondes qui existent entre la série stratigraphique du massif du Schafberg et celle du massif de l'Osterhorn, et qui portent principalement sur le Lias : calcaires siliceux à Spongiaires, calcaires du Hierlatz, calcaires rouges à Crinoïdes, Brachiopodes et Céphalopodes, dans le massif du Schafberg ; marnes tachetées (Fleckenmergel) et calcaires à Céphalopodes d'Adnet, dans le massif de l'Osterhorn. Le contraste n'est pas moins grand entre le style tectonique des deux massifs : celui de l'Osterhorn est, comme on sait, une gigantesque coupole ; celui du Schafberg est constitué, d'après les recherches de Spengler, par une série de plis très serrés, déjetés ou plus fréquemment déversés vers le N.E., souvent avec flanc inverse étiré (pl. I, fig. 1).

Si l'on attribue le Schafberg et l'Osterhorn à deux nappes distinctes, le double contraste qui existe entre les deux massifs s'explique aisément.

Les terrains triasiques qui constituent le soubassement du Schafberg sont en continuité à l'Ouest avec ceux qui encadrent le Fuschl See et qui reposent au Sud sur la retombée de l'Osterhorn, le long de la ligne de contact anormal mentionnée plus haut. L'étroite bande de Hauptdolomit qui forme la rive sud-ouest du lac de St. Wolfgang appartient par conséquent à la même nappe que les plis du Schafberg, et la dislocation qui la sépare du massif de l'Osterhorn coïncide avec une importante limite hétérope.

Une ligne de contact anormal met également au Nord la nappe du Schafberg en contact avec son soubassement. Elle a été décrite par Spengler sous le nom de « Grünseescherfläche » et correspondrait, d'après ce géologue, à une simple surface de glissement

accompagnée de suppressions de couches par étirement, qui met en contact les terrains jurassiques plissés du Schafberg avec les terrains triasiques sous-jacents. L'affleurement de cette surface peut être suivi vers l'Est jusqu'à la Leonsberger Alp, car, jusqu'à ce point, le Rhétien supporte directement le Lias à faciès de Hierlatz, et les calcaires à Spongiaires, qui normalement séparent ces deux termes, sont ici étirés. Il est légitime dès lors d'attribuer à la ligne de discontinuité qui sépare le Schafberg de son soubassement une plus grande importance que ne le fait Spengler.

Je suis porté également à envisager comme le prolongement de cette ligne et non comme une faille transversale la limite occidentale du Hauptdolomit du Leonsberg et du Gartenzinken, qui appartient à la nappe de Bavière, comme je le montrerai plus loin. Dans cette interprétation, le massif du Schafberg serait donc entouré, sur tout son pourtour, par une ligne de contact anormal, qui l'isole de son soubassement. Il appartiendrait à une nappe indépendante, caractérisée par des faciès spéciaux et reposerait, sur toute sa périphérie, sur un soubassement dont les terrains affectent les faciès propres à la nappe de Bavière.

A l'Est du Leonsberg le bord nord de la dépression longitudinale de St. Wolfgang et d'Ischl est constitué par la retombée méridionale du Höllen Gebirge, massif encore mal connu, sur lequel je reviendrai plus loin.

En face de cette retombée et au delà de la dépression longitudinale se dresse la haute muraille de calcaire du Dachstein du Kater Gebirge. Elle présente une magnifique charnière frontale. C'est le bord septentrional d'une nappe supérieure, la nappe du Dachstein. Nous aurons l'occasion d'y revenir.

La région axiale de la dépression de St. Wolfgang et d'Ischl est en grande partie occupée par les couches de Gosau, souvent cachées, il est vrai, sous une couverture d'alluvions quaternaires ou sous les eaux du lac de St. Wolfgang. Il ne me paraît pas utile de donner ici un aperçu des caractères stratigraphiques de ces couches, qui mériteraient cependant une étude détaillée. Spengler (10) a énuméré les lambeaux situés sur les bords du lac de St. Wolfgang et a précisé les conditions dans lesquelles ils se présentent. Ils appartiennent tous à la nappe du Schafberg et sont caractérisés par le faible développement des conglomérats. A l'Est du Sparber et jusqu'à Ischl, les affleurements des couches de Gosau sont beaucoup plus continus et l'on observe partout une grande épaisseur de conglomérats à la base de la série. A Cl. Lebling (9) revient le mérite d'avoir démontré que

ces conglomérats s'appuient en repos normal sur les calcaires triasiques du bord frontal de la nappe du Dachstein. C'est ainsi qu'ils s'élèvent jusqu'à une grande hauteur sur le flanc septentrional du Rettenkogel. Ils sont en outre conservés à l'état de petits témoins sur le bord occidental du Kater Gebirge, où ils reposent également sur le calcaire du Dachstein.

Cette constatation capitale démontre d'une manière péremptoire que la nappe du Dachstein à laquelle appartient, comme je le prouverai plus loin, le Kater Gebirge occupait déjà sa position actuelle lorsque se sont déposées les couches de Gosau.

Mais il y a plus. Jusqu'ici j'ai entièrement passé sous silence les nombreux affleurements des couches triasiques et jurassiques, généralement en contact avec les couches de Gosau, qui apparaissent soit dans la région axiale, soit sur les bords de la dépression de St. Wolfgang-Ischl, mais qui sont sans relation aucune avec les flancs des massifs anticlinaux limitrophes. Ces affleurements peuvent se grouper en trois catégories, que nous attribuerons à autant de nappes superposées. Nous étudierons successivement ces trois groupes.

Un premier groupe comprend des lambeaux de Plassenkalk, autrement dit de Tithonique coralligène, qui constituent de véritables pointements au milieu de la dépression de St. Wolfgang-Ischl. Je les attribuais dès 1908 (7) à une nappe indépendante, supérieure à la nappe de Bavière. Les observations récentes de Spengler ont confirmé dans une certaine mesure cette interprétation et ont permis de préciser les relations de cette « Plassenkalkschubmasse ».

Aux lambeaux décrits par Spengler (Drei Brüder près St. Gilgen, Falkensteiner Wand, Hochwand, Lugberg, Pürglstein), viennent s'ajouter, au Sud et à l'Est du lac de St. Wolfgang, le Sparber, le Calvarien Berg d'Ischl, le Jainzen et les collines calcaires situées au nord du point de vue appelé Sophiens Doppelblick. Tous ces lambeaux se présentent sous la forme de pointements rocheux, entourés de toutes parts de couches de Gosau ou de dépôts quaternaires, ou de lames, séparées des terrains de la nappe du Schafberg par une surface de contact anormal. Ils ne constituent cependant pas une nappe entièrement indépendante de la nappe du Schafberg à laquelle ils sont superposés. Je les assimilerais plutôt à une digitation de cette nappe, car E. Spengler a montré l'existence, dans le synclinal du Vormauer Stein, de calcaires identiques au Plassenkalk, qui font suite normalement aux terrains jurassiques moyens du Schafberg. Cependant, aux environs d'Ischl, les lambeaux de Plassenkalk représentent seuls la nappe du Schafberg.

Une question plus délicate se pose, c'est celle des relations des lambeaux de Plassenkalk avec les couches de Gosau environnantes. Doit-on les envisager comme des pointements qui auraient surgi comme des écueils dans la mer crétacée, ou bien faut-il les interpréter comme des lambeaux de recouvrement posés sur les couches de Gosau ? J'avoue que cette deuxième alternative m'avait tout d'abord séduit. Les Drei Brüder, le Pürglstein, le Sparber, le Jainzen donnent absolument l'impression de lambeaux de recouvrement. Au débouché de la gorge du Schwarzenbach, les couches de Gosau m'ont paru s'enfoncer sous le Plassenkalk du Lugberg. E. Spengler a cependant fait valoir contre cette hypothèse quelques arguments qui m'ont ébranlé dans mon opinion primitive, et il semble bien que, dans le val-lon du Weissenbach, les couches de Gosau s'appuient sur le flanc méridional du Sparber. Je me rallie donc provisoirement à la première hypothèse.

Le second groupe d'affleurements anormaux dans la dépression de St. Wolfgang-Ischl comprend une série de lambeaux de Haselgebirge, c'est-à-dire de gypse et de sel werfenien. Ils sont cantonnés dans la partie de la dépression située à l'Est de Strobl. Ils sont assez exactement figurés sur la feuille d'Ischl-Hallstatt de la Carte géologique. Ils se trouvent aux points suivants : rive droite du Weissenbach, Aigen, Helenen Sitz, Nussen See, Rabennest, Waldeck, pied du Sirius Kogl, Nord et Sud du Jainzen. Généralement les couches werfeniennes pointent au milieu des couches de Gosau, qui les recouvrent quelquefois assez nettement. Au Sud du Calvarienberg, elles s'appuient sur un lambeau de Plassenkalk de la nappe du Schafberg (pl. I, fig. 1). Il semble bien qu'il en soit de même au Nord et au Sud du Jainzen.

Le troisième groupe d'affleurements anormaux est constitué par quelques lambeaux isolés de calcaires de Hallstatt et par une lame continue de ce même calcaire, que l'on suit depuis le Helenen Sitz jusqu'en face Brunnleiten, sur la Traun. Le lambeau de calcaire de Hallstatt fossilifère (2) du Sirius Kogl repose nettement sur le Haselgebirge, sans aucune intercalation de dolomies, qui pourraient représenter le Ladinien. Il en est de même pour la lame continue, qui s'appuie, à l'Helenen Sitz et au Nussen See, sur le Werfenien et qui s'enfonce sous les calcaires du Dachstein du Kater Gebirge. On observe donc, sur le bord septentrional de ce massif, la superposition des trois nappes que j'ai distinguées précédemment : la nappe du Sel, la nappe de Hallstatt et la nappe du Dachstein (7).

La mise en place de ces trois nappes est certainement antérieure à la transgression des couches de Gosau, car celles-ci débutent, dans l'Est de la dépression de St. Wolfgang-Ischl, par un conglomérat de base qui renferme, d'après Spengler (11), de nombreux galets de calcaire de Hallstatt.

*En résumé*, la dépression de St. Wolfgang-Ischl doit être envisagée comme un synclinal de la nappe du Schafberg, dont le flanc sud s'appuie sur la retombée méridionale de la coupole de l'Osterhorn (nappe de Bavière), suivant un plan de charriage qui correspond à la ligne de contact anormal Elsenwang-Blechwand. Dans ce synclinal sont conservés des témoins de nappes plus élevées : nappe du Plassenkalk (simple digitation de la nappe du Schafberg), nappe du Sel, nappe de Hallstatt. A l'est du Weissenbach, le bord méridional du synclinal est caché sous la partie frontale de la nappe du Dachstein, qui recouvre toutes les autres nappes. Enfin, les couches de Gosau se sont étendues transgressivement par-dessus tous ces éléments tectoniques.

LA DÉPRESSION D'ABTENAU. — Nous nous transportons maintenant sur le versant méridional de la coupole de l'Osterhorn. Nous rencontrons, avant d'atteindre la dépression d'Abtenau, deux grandes barres rocheuses, séparées par le cours profondément encaissé de l'Aubach. Nous sommes en présence d'une zone de Hauptdolomit et de calcaires rhétiens, de largeur variable, qui s'intercale entre les couches d'Oberalm jurassiques, constituant la retombée méridionale de l'Osterhorn et les terrains de la dépression d'Abtenau. Nous la désignerons sous la dénomination de zone du Rigausberg.

Il est facile d'acquérir la certitude que les calcaires rhétiens, avec le Hauptdolomit sous-jacent, sont refoulés sur les couches d'Oberalm, comme on pouvait le supposer au simple examen de la Carte géologique (feuilles de Hallein-Berchtesgaden et d'Ischl-Hallstatt). Une coupe du March Graben publiée par Eb. Fugger (II, 24) est assez démonstrative à cet égard, mais celle du Zinkenbach, affluent de droite de l'Aubach, ne peut laisser aucun doute sur la véritable nature de l'accident qui met en contact les calcaires rhétiens et les couches d'Oberalm. Les calcaires rhétiens presque horizontaux que traverse la route de l'Aubach s'infléchissent brusquement et dessinent une magnifique charnière anticlinale, sous laquelle s'enfoncent, avec un plongement régulier vers le Sud, les couches d'Oberalm (pl. I, fig. 1). Plus à l'Est, le Lienbach, qui n'est autre que le cours supérieur de l'Aubach, a mis à nu le soubassement jurassique, et l'érosion a

détruit la région frontale du pli sur une largeur de plus de 1 km. La lame des calcaires triasiques et rhétiens est de plus en plus étroite à mesure que l'on se dirige vers l'Est ; elle disparaît finalement sous les couches de Gosau de la Moosberg Alp.

A l'Ouest du Marchgraben (feuille de Hallein-Berchtesgaden), il est de toute évidence que les calcaires rhétiens de la zone qui nous occupe et qui constituent ici le Klingel Berg, reposent par charriage sur le Néocomien de la Weitenau. Il est non moins évident, pour toute personne familiarisée avec la tectonique des pays de nappes, que la lame de calcaires rhétiens de la Fagerwand, qui continue vers l'Ouest, jusqu'à St. Wilhelm, le bord frontal de la zone du Rigausberg, repose sur la ligne même de contact des couches d'Oberalm et du Néocomien, et qu'elle ne s'intercale pas entre ces deux formations, comme tendrait à le faire croire la manière dont est figurée sur la Carte géologique sa terminaison occidentale.

Le bord méridional de la zone du Rigausberg, qui est constitué par un abrupt de Hauptdolomit, m'avait donné l'impression que les couches de Werfen et les couches de Gosau de la dépression d'Abtenau s'enfoncent sous ce Hauptdolomit. Une course faite l'an dernier dans la vallée de l'Aubach m'a montré, par contre, que les plongements vers le S.W. marqués sur la Carte géologique près du coude décrit par la rivière et la route sont conformes à la réalité. Il semble, dans ces conditions, que le Hauptdolomit s'enfonce sous les couches de Werfen de Strub. De même, si les observations de Cl. Lebling (9, fig. 3) sont exactes, les calcaires rhétiens de la terminaison orientale de la zone du Rigausberg plongent, dans le haut de la vallée du Rigausbach, sous des argiles gypseuses werfeniennes, recouvertes elles-mêmes par les couches de Gosau.

Il est possible, dès lors, que la zone du Rigausberg, si manifestement charriée sur presque toute sa largeur, s'enracine au Sud, en s'enfonçant sous la nappe du sel. Son charriage serait antérieur à la transgression néocrétacée.

On remarquera l'analogie de position que présentent la lame du Rigausberg et la nappe du Schafberg. L'une et l'autre s'appuient sur les flancs de la coupole de l'Osterhorn, l'une et l'autre supportent des lambeaux de la nappe du Sel et de la nappe de Hallstatt, l'une et l'autre sont recouvertes par des couches de Gosau transgressives. On pourrait être tenté de les envisager comme une seule et même nappe, si la zone du Rigausberg ne présentait, sur son bord septentrional, une charnière frontale, qui interdit d'en chercher la continuation plus au Nord.

L'identification de la nappe du Rigausberg et de la lame de Plassenkalk conservée dans le synclinal de St. Wolfgang rencontrerait les mêmes difficultés, auxquelles vient encore s'ajouter l'absence de termes semblables dans les deux séries stratigraphiques. Et cependant la terminaison orientale de la zone du Rigausberg et le Sparber occupent une position tout à fait symétrique aux deux extrémités de la bande de couches de Gosau qui relie les deux dépressions d'Abtenau et de St. Wolfgang-Ischl, le long des ravins du Rigausbach et du Weissenbach. Ici la retombée orientale de la coupole de l'Osterhorn s'enfonce sous les calcaires triasiques du Kater Gebirge, c'est-à-dire sous la nappe du Dachstein, qui se termine ici aussi, par une belle charnière frontale, visible sur le versant ouest du Rinnkogel et des Braunedlköpfe. C'est d'ailleurs la continuation déviée de la charnière frontale du versant nord. Cette ligne de contact anormal envisagée autrefois à tort comme une faille ordinaire, a fait l'objet, de la part de Cl. Lebling (9), d'une étude détaillée, d'où il ressort que les couches de Gosau s'étendent transgressivement par-dessus les deux nappes qui entrent en contact. On chercherait en vain, entre la Moosberg Alp et le Sparber, la moindre trace d'une ou de plusieurs nappes intermédiaires entre la nappe de Bavière et la nappe du Dachstein. Si elles ne sont pas ici entièrement étirées, il est à supposer que leurs affleurements sont cachés sous les couches de Gosau.

Le bord oriental de la dépression d'Abtenau est constitué par le massif du Tabor et par l'éperon du Buchberg Riedl, qui la séparent de la dépression de Gosau.

Le massif du Tabor est entièrement composé de dolomies ladinienes, soubassement normal des couches à *Cardita* carniennes et des calcaires du Dachstein de la nappe D. Sur le bord méridional du massif, ces dolomies plongent vers le Sud et s'enfoncent sous l'étroite bande de couches de Gosau qui relie les deux dépressions d'Abtenau et de Gosau.

L'éperon du Buchberg Riedl est le prolongement de la crête des Donner Kogeln et appartient, comme celle-ci, à la nappe du Dachstein. Il est constitué par des dolomies ladinienes, qui portent, à la Zwieselalp, un témoin de couches à *Cardita* carniennes et des lambeaux de calcaires du Dachstein. Au Nord et sur le bord occidental, les dolomies reposent directement sur les couches de Werfen de la dépression d'Abtenau, sans intercalation de Virglorien. Vers le S. E., elles en sont séparées par une lame de calcaire de Gutenstein, représentant cet étage. La base des dolomies est une surface de charriage; l'examen du bord nord-

ouest de l'éperon nous en fournira la preuve, lorsque nous étudierons le pourtour de la dépression de Gosau.

La dépression d'Abtenau est largement ouverte au Sud, dans la direction d'Annaberg et de St. Martin. Au Sud du Russbach, elle est entièrement occupée par des couches de Werfen et par des lambeaux de calcaires de Gutenstein, identiques à ceux des gorges de la Lammer et appartenant comme eux à la nappe du Sel. Les couches de Gosau sont cantonnées dans le Nord de la dépression.

Dans sa partie occidentale la dépression d'Abtenau est délimitée par la retombée septentrionale du Tennen Gebirge, que j'ai attribuée précédemment à la nappe de Bavière. Les calcaires du Dachstein, qui supportent des lambeaux de calcaires rouges liasiques à Ammonites plongent fortement vers le N.E. et s'enfoncent sous les couches werfeniennes et virgloriennes de la nappe du Sel. Il n'y a, entre les deux nappes, aucune nappe de Hauptdolomit que l'on puisse attribuer à la nappe du Schaffberg ou à la nappe du Rigausberg.

On sait que le Tennen Gebirge se termine à l'Est par un éperon assez aigu. J'ai eu l'occasion, l'année dernière, d'examiner à la lorgnette, depuis la Zwiesel Alpe et depuis Quechenberg, par un très bel éclairage, cet éperon et j'ai pu constater ici la terminaison périclinale des calcaires du Dachstein. Ceux-ci sont redressés presque jusqu'à la verticale et leur direction décrit une conversion de près de 180°. Ils sont entourés sur trois côtés par des calcaires de Gutenstein et par des couches de Werfen de la nappe du Sel, ainsi que le montre fort bien la Carte géologique. Je puis difficilement concilier ces faits avec l'assertion de Bittner (II, 11) que plus à l'Ouest, sur le bord méridional du Tennen Gebirge, les calcaires du Dachstein et les couches de Werfen plongent régulièrement vers le Nord. Il y a là une difficulté d'interprétation que pourra seule élucider une étude spéciale du bord sud de ce segment des Alpes calcaires septentrionales.

La nappe du Sel supporte, dans la dépression d'Abtenau, des lambeaux des nappes supérieures. Les lambeaux de calcaire de Hallstatt sont toutefois moins nombreux que ne l'indiquent la Carte géologique et une note de Bittner (II, 11). Le Schellkogel, au N.E. d'Abtenau, est constitué par des calcaires de Gutenstein et non par des calcaires de Hallstatt. J'ai, de plus, cherché en vain, dans la Pailwand, les calcaires rouges assimilés par Bittner au calcaire de Hallstatt. Cette montagne, ainsi que le Schoberstein et le Traunstein, sont d'immenses lames de calcaire du Dachstein, pendant au Nord et pincées dans les plis de

leur soubassement werfenien et virglorien. Ils font manifestement partie d'une nappe charriée sur ce soubassement. Il me paraît rationnel de les attribuer à la nappe du Dachstein.

LA DÉPRESSION DE GOSAU ET LA FENÊTRE DE HALLSTATT. — Que l'on arrive d'Abtenau par l'étroit défilé de Russbach ou que l'on remonte, en partant de la Gosaumühle, sur le lac de Hallstatt, la gorge profonde que le torrent de Gosau a creusée dans les calcaires du Dachstein, on est agréablement impressionné en débouchant brusquement dans une vaste dépression<sup>1</sup>, où les reliefs sont atténués, où les vallées, Russbach et Gosau, offrent à l'œil la note reposante de belles prairies et où les croupes arrondies sont couvertes de sombres forêts de sapins, tandis que tout autour se dressent d'abruptes montagnes calcaires, aux crêtes dentelées (fig. 1). Le géologue qui n'ignore pas que la dépression correspond aux surfaces occupées par le Crétacé supérieur, que l'encadrement de cimes calcaires est constitué par le Trias supérieur, songe immédiatement, pour peu qu'il ait l'habitude des pays de nappes, à une *fenêtre* et l'examen des contours de la Carte géologique ne peut que confirmer chez lui cette première impression. Et pourtant la lecture des travaux de Kynaston (1), d'Edm. von Mojsisovics (4), de Felix<sup>2</sup> (6) lui apprend que, tout au moins sur le bord septentrional de la dépression, les conglomérats de base des couches de Gosau reposent normalement sur les calcaires triasiques. Pour élucider ce désaccord il est nécessaire de soumettre à une étude détaillée le pourtour de la dépression. Nous commencerons par le bord septentrional.

Sur la rive gauche du torrent de Gosau, les calcaires du Dachstein font place brusquement, au débouché du Bärenbach, aux couches crétacées. Le cours de ce petit torrent correspond à une faille de tassement, qui met en contact les deux formations. Le long de la lèvre orientale se trouve un petit lambeau de calcaires rouges à *Macrocephalites macrocephalus*, signalé par E. von Mojsisovics (4), qui repose directement sur le calcaire du Dachstein.

Une faille analogue met en contact, le long du Rumbach, près Russbachsaag, les dolomies ladiniennes du massif du Tabor (v. plus haut) avec les couches de Gosau.

1. Voir ÉMILE HAUG. Traité de Géologie, pl. cxix, 2.

2. La Carte géologique à 1/50000 qui accompagne le mémoire stratigraphique et paléontologique de J. Felix n'offre d'autre intérêt que de préciser l'emplacement et la toponymie des localités fossilifères. Les contours géologiques, abstraction faite d'une correction sans grande importance, reproduisent ceux de la carte de Mojsisovics, avec les erreurs qui figurent sur ce document.

Entre ces deux failles, le contact des calcaires triasiques est généralement un contact stratigraphique, sauf à la Horneck Alp et à la Neu Alp, où les couches de Gosau butent par faille contre

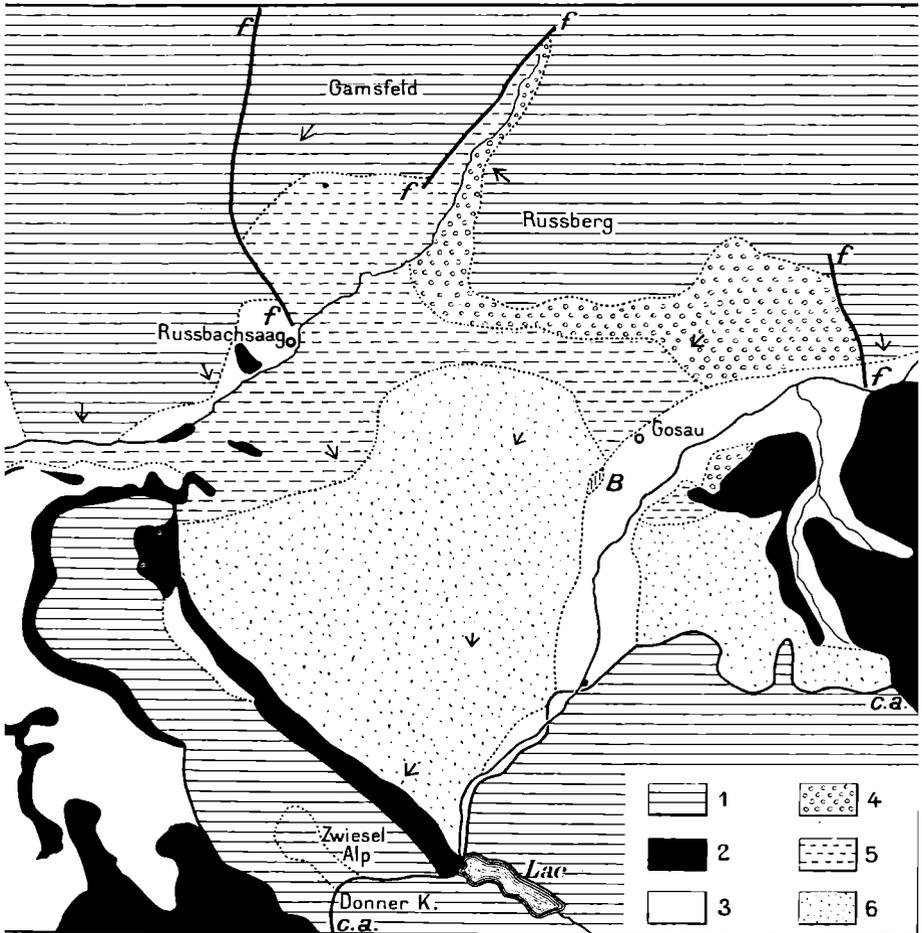


FIG. 1. — ESQUISSE GÉOLOGIQUE DE LA FENÊTRE DE GOSAU

(d'après KYNASTON, E. VON MOJSISOVICS, JOH. FELIX). Échelle : 1/100 000.

- 1, Nappe du Dachstein ; 2, Nappe du Sel et nappe de Hallstatt ; 3, Dépôts quaternaires ; 4, Conglomérat de Gosau ; 5, Couches à Rudistes et couches saumâtres ; 6, Marnes et grès du Sénonien supérieur ; B, Nappe de Bavière (?). ff, Failles ; c. a. Contact anormal.

les dolomies ladinienes du Gamsfeld (fig. 1). A la Wiesthal Alp, J. Felix (6) a constaté que les conglomérats de base des

couches de Gosau se sont déposés contre la falaise de calcaire du Dachstein. J'ai observé les mêmes relations entre les deux formations au Nord du Pass Gschütt. Plus au Nord, dans la forêt de Randaa, actuellement très déboisée, les calcaires du Dachstein — qui s'étendent plus bas vers le thalweg de la vallée que ne le figure la Carte géologique — plongent vers l'Ouest et s'enfoncent sous les conglomérats de Gosau (fig. 2). Il est donc incontestable que les calcaires triasiques du Russberg, loin d'être charriés sur les couches de Gosau, comme pourrait le faire croire l'examen de la Carte géologique, ont servi de falaise à la mer crétacée. Les calcaires du Dachstein du Gamsfeld plongent vers le S.E. et supportent de même, à la Traunwand Alp, les conglomérats.

Les conglomérats de base du Crétacé supérieur sont exclusivement localisés dans le Nord de la dépression de Gosau, comme l'a fort bien reconnu Kynaston (1). Plus au Sud viennent des

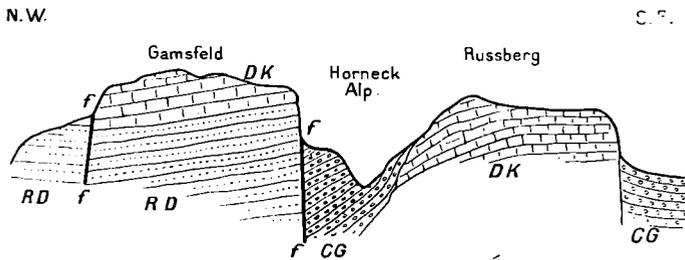


FIG. 2. — COUPE DU GAMSFELD AU RUSSBERG, PASSANT PAR LA HORNECK ALP, DANS LE VALLON DE RANDAA.  
RD, Dolomie de Ramsau ladinienne; DK, Calcaire du Dachstein; CG, Conglomérat de Gosau. ff, Failles verticales.

couches à Hippurites et à Zoanthaires, qui forment, depuis le Nef Graben et la Traunwand, près Russbachsaag, jusqu'à l'Edl Graben, au N.E. du village de Gosau, une large bande superposée normalement aux conglomérats<sup>1</sup>.

La partie méridionale de la dépression de Gosau est entièrement constituée par les couches supérieures, beaucoup moins fossilifères, du Sénonien. Ce sont principalement des marnes à Inocérames, des grès, des calcaires marneux à Échinides et des marnes rouges et blanches. Ces couches affleurent dans l'Elend Graben, sur la croupe du Hornspitz, du Brunnkaar et du Höhkögerl, ainsi que sur les deux rives de la vallée de Gosau, au Sud

1. Pour les détails de la succession, je renvoie au mémoire de J. Felix (6).

du Finster Graben et du Hofer Graben. Elles plongent d'une manière générale vers le S.W. et entrent en contact, sur tout le bord méridional de la dépression, avec les calcaires triasiques. Le fait que ce contact a lieu avec les termes les plus élevés de la série crétacée et que les conglomérats de base font ici entièrement défaut montre avec évidence que l'on est en présence d'un contact anormal.

La dépression de Gosau est limitée au S.W. par l'éperon triasique du Buchberg Riedl et de la Zwiesel Alp. On a vu précédemment que les dolomies ladinienes, dont cet éperon est en majeure partie constitué, reposent directement sur leur bord sud-ouest, sur des couches de Werfen et des calcaires virgloriens de la nappe du Sel. Sur le bord nord-est de l'éperon, les dolomies ladinienes sont séparées des couches de Gosau supérieures par des lames étroites, figurées sur la Carte géologique et attribuées par E. von Mojsisovics aux termes suivants (de bas en haut) :

1° Virglorien, présentant soit le faciès des couches de la Schreyer Alm, soit celui des calcaires de Reiflingen ou de Gutenstein ;

2° Marnes du Zlambach, avec Zoanthaires ;

3° Calcaires de Hallstatt.

Je n'ai malheureusement pas pu étudier ces lames de charriage, mais je constate que la succession indiquée par Mojsisovics est conforme à l'ordre normal de superposition des nappes. Les calcaires de la Schreyer Alm et les marnes du Zlambach comptent parmi les éléments les plus caractéristiques de la nappe du Sel. Les calcaires de Hallstatt, représentant la nappe H, supportent les dolomies ladinienes de la nappe D. Ici le charriage est incontestablement postérieur au dépôt des couches de Gosau.

Entre l'extrémité aval du lac antérieur de Gosau et Gosau Schmied, les couches du Sénonien supérieur sont en contact direct avec les calcaires du Dachstein coralligènes<sup>1</sup>, fortement redressés. On pourrait songer à une faille verticale, si la ligne de contact ne se trouvait pas dans le prolongement direct d'un accident passant entre la Zwiesel Alp et les Donner Kogl, qui doit être manifestement envisagé comme la trace d'une surface de chevauchement. Cette ligne de contact anormal se poursuit sur le bord méridional de la dépression de Gosau jusque près de

1. Contrairement aux indications de la Carte géologique, reproduites par Felix, le monticule situé à l'Ouest de Gosau Schmied est constitué, non par des couches de Gosau, mais par des calcaires du Dachstein. Il y a là un cas remarquable d'épigénie glaciaire.

allons y trouver des lambeaux des nappes moyennes, qui, sur la périphérie, s'enfoncent sous la nappe du Dachstein.

La nappe du Sel prend un grand développement. Les galeries de la Mine ont pénétré dans la brèche salifère jusque sous le Plassen. Un premier affleurement de Werfenien s'étend de la Mine vers le Nord jusqu'au pied du Schneider Kogl; vers l'Ouest, il s'insinue entre le Plassen et le Sommerau Kogl. Au S.W. de ce sommet se trouve un second affleurement, que l'on suit jusqu'à la cabane de Klaus. Un troisième est situé à l'Ouest du Plassen et occupe tout le fond du vallon de la Ross Alp. Il est infiniment probable que ces affleurements sont continus en profondeur, sous le Plassen (pl. I, fig. 2).

Le Haselgebirge de la Ross Alp sépare deux grands lambeaux de Virglorien, sous lesquels il s'enfonce. La partie inférieure de cet étage est constituée, d'après E. von Mojsisovics (3), par des calcaires blancs marbrés de rouge et par des dolomies; la partie supérieure comprend des calcaires rouges, qui ont fourni, à la Schreyer Alm et à la Schiechling Höhe, une faune très riche en Céphalopodes. Ces calcaires sont recouverts normalement, à la Schiechling Höhe, par les marnes grises du Zlambach, dont les parties fossilifères appartiennent à l'étage norien. Elles affleurent également au Sud du Sommerau Kogl, où elles supportent des marnes liasiques, avec intercalations de calcaires à Spongiaires et de calcaires rouges à faune domérienne (2).

Les calcaires de Hallstatt, au lieu d'être intercalés dans cette série, comme on pourrait le croire, forment plusieurs lambeaux isolés, dont le plus important est le Sommerau Kogl et qui reposent soit sur le Werfenien, soit sur les marnes du Zlambach, soit sur le Lias. C'est pour cette raison qu'il convient de les attribuer à une nappe spéciale (H), superposée à la nappe du Sel (S).

Les calcaires du Dachstein (D) qui encadrent la dépression s'appuient tantôt sur le Werfenien, tantôt sur le Virglorien, tantôt sur les calcaires de Hallstatt, tantôt sur le Lias. La falaise septentrionale est couronnée, au Schneider Kogl, par un témoin de Jurassique, comprenant les termes suivants: calcaires rouges avec nodules siliceux et fossiles calloviens; calcaires bréchoïdes, renfermant, au sommet, des fossiles du niveau à *Aspidoceras acanthicum*; Plassenkalk (Tithonique coralligène). La falaise méridionale supporte, aux environs de la cabane de Klaus, des lambeaux peu étendus de calcaires du Hierlatz et de calcaires à Crinoides et à Posidonomyes bathoniens (couches de Klaus). Dans la paroi au Sud du Wildbach, la série est renversée: des

calcaires rouges à Crinoïdes, probablement liasiques, s'enfoncent sous les calcaires du Dachstein qui constituent le Hierlatz Berg. Cet accident est probablement la continuation du chevauchement que j'ai signalé sur le bord méridional de la dépression de Gosau. J'ai eu l'impression qu'il se poursuit vers l'Est, au pied du Hohe Krippenstein, mais j'ai dû me contenter d'examiner à la lorgnette, depuis Hallstatt, ces contreforts du massif du Dachstein.

J'en ai pas parlé jusqu'ici de l'importante masse de calcaires tithoniques du Plassen (pl. I, fig. 2). Les faits que je viens de décrire vont nous fournir l'explication de sa position anormale. Elle présente, en effet, tous les caractères d'un lambeau de recouvrement. Elle repose soit sur le Werfenien, soit sur le Virglorien, soit sur les marnes du Zlambach, soit sur le Lias, soit encore sur les calcaires de Hallstatt. On pourrait supposer qu'elle fait partie de la nappe H, mais il me paraît plus vraisemblable de l'attribuer à la nappe D. Dans cette hypothèse, elle appartiendrait au flanc renversé de cette nappe, comme les calcaires rouges liasiques qui font face au Wildbach Strub. En aucun cas on ne saurait l'assimiler à la lame de Plassenkalk de la nappe du Schafberg et à la nappe du Todte Gebirge, qui sont manifestement inférieures à la nappe du Sel.

*En résumé*, on observe dans la fenêtre de Hallstatt et dans la dépression de Gosau, qui constitue son prolongement vers l'Ouest, quatre nappes superposées, les nappes B (Hauptdolomit au S.W. de Gosau), S, H et D. Les quatre nappes étaient déjà empilées et les nappes inférieures avaient déjà été mises à nu par l'érosion dans une déchirure de la nappe D, lorsque la mer néocrétacée a envahi la région, pénétrant dans la fenêtre et y déposant les couches de Gosau en discordance sur les affleurements des quatre nappes. Sur ce point je partage entièrement la manière de voir de M. Cl. Lebling (9). J'ajouterai cependant que, postérieurement au dépôt des couches de Gosau, le bord sud de la fenêtre a été poussé vers le Nord et charrié sur le Crétacé, en se renversant partiellement, sur les terrains de la fenêtre, si bien que le Jurassique du flanc inverse est venu reposer directement sur divers termes de la série triasique.

LA DÉPRESSION DE GOISERN ET D'AUSSEE. — A l'Est du Kater Gebirge s'étend une vaste dépression en forme de quadrilatère, que l'on peut appeler dépression de Goisern et d'Aussee, du nom des deux principales localités situées sur sa périphérie. Quoique très accidentée, cette région mérite le qualificatif de dépression, car de toutes les montagnes qui la constituent, seul

torrent des couches jurassiques plus récentes, on constate que le Brunn Kogl est formé de calcaires du Dachstein, qui passent même sur la rive droite — contrairement aux indications de la Carte géologique — et s'appuient sur les schistes oolithiques. Si, par contre, on prend la nouvelle route des Salines, qui suit d'abord les gorges du Rettenbach et passe ensuite à l'Est du Brunn Kogl, on rencontre d'abord des marbres rouges liasiques, entrecoupés de veines spathiques, puis l'on traverse des calcaires du Dachstein, qui constituent le Schwarzenberg et appartiennent à la même masse que le Brunn Kogl. Arrivé au col, un peu au-dessus de Blaa, on observe dans ces calcaires la charnière anticlinale d'un magnifique pli couché, déversé vers le N.W., mais dont l'axe s'abaisse fortement vers le S.W. Cet abaissement d'axe est surtout manifeste dans le long synclinal jurassique de la Schwarzenberg Alp, qui fait suite au N.W. à l'anticlinal. E. von Mojsisovics (4) indique ici un double pli (« Doppelfalte »), je m'attendais à y trouver une fenêtre étroite. J'ai pu m'assurer sur place qu'il n'y avait à la Schwarzenberg Alp rien de pareil et que la bande jurassique n'est autre chose qu'un synclinal dissymétrique, pincé dans les calcaires du Dachstein. Ceux-ci s'étendent à perte de vue vers l'Est et constituent toute la partie septentrionale du Todte Gebirge (feuille de Liezen). Vers le N.W. ils se terminent par une falaise abrupte et sont refoulés sur les marnes liasiques (pl. I, fig. 4). La Carte géologique figure ce contact anormal depuis le Rettenbach jusqu'au pied nord du Schüttling Kogl. Tout le long de cette ligne, le Lias de la nappe de Bavière s'enfonce sous le calcaire du Dachstein du Todte Gebirge. Il y a là non seulement une limite tectonique, mais encore une limite hétéropique, car le Trias supérieur et le Lias présentent des faciès bien différents de part et d'autre de l'accident.

La lecture de la Carte géologique m'avait fait supposer tout d'abord que les terrains de la dépression d'Aussee (nappe du Sel et nappe de Hallstatt) s'enfoncent également sous le calcaire du Dachstein du Todte Gebirge et j'avais attribué ce massif à la nappe du Dachstein. J'ai constaté dès 1908 (7) que cette interprétation n'est pas conforme aux observations que l'on peut faire aux environs d'Aussee.

Au Sud de Blaa, les éboulis et les dépôts glaciaires masquent les relations tectoniques des deux versants de la vallée de l'Augstbach. Mais déjà à Scheiben on voit nettement les calcaires du Dachstein, qui forment le soubassement du Loser, plonger au S.W. et supporter en concordance des calcaires liasiques, qui, à leur tour, s'enfoncent sous les argiles salifères et les calcaires de

Hallstatt de la rive droite du torrent. On voit de même, au Nord de Fischerndorf, les calcaires du Dachstein plonger au S.E., vers le lac d'Altaussee<sup>1</sup>, tandis que, sur la rive opposée de ce lac, les calcaires jurassiques du Tressenstein, probablement kimeridiens, plongent au Nord. Il semble donc que les calcaires noriens à *Halorella pedata*, qui affleurent sur la rive méridionale du lac, sont situés dans un synclinal de la nappe dont fait partie le Todte Gebirge et auquel le lac d'Altaussee doit vraisemblablement son existence (pl. I, fig. 4). Nulle part on n'a l'impression que les terrains triasiques de la dépression d'Aussee s'enfoncent sous les terrains de cette nappe, c'est manifestement l'inverse qui se produit. Il y a lieu, dès lors, de considérer la *nappe du Todte Gebirge* comme une nappe indépendante, inférieure à la nappe du Sel et non supérieure, comme l'est la nappe du Dachstein. On peut l'envisager comme l'homologue de la nappe du Schafberg, où le Tithonique est également représenté par des calcaires coralligènes, le Plassenkalk, qui manque dans la nappe de Bavière. Par contre, une différence essentielle entre les deux nappes réside dans la présence du Hauptdolomit dans la nappe du Schafberg, du calcaire du Dachstein dans celle du Todte Gebirge. Néanmoins la situation des deux nappes par rapport à la nappe de Bavière, d'une part, par rapport aux nappes du Sel et de Hallstatt, de l'autre, est absolument la même. D'ailleurs la dépression de Goisern et d'Aussee n'est autre chose que le prolongement de la dépression de St. Wolfgang-Ischl, brusquement élargie au Sud, par suite de l'ablation, sur une largeur d'environ 8 km., de la partie de la nappe du Dachstein qui primitivement la recouvrait à peu près en totalité.

Il nous reste maintenant à examiner les relations que présentent entre elles, dans l'intérieur de la dépression, les nappes B, S et H.

Déjà à Reiterndorf, au S.E. d'Ischl, on rencontre un lambeau de la nappe S, composé de Haselgebirge et de dolomies ladinienes, qui repose sur le Jurassique et sur le Néocomien de la nappe B. Après un premier affleurement de gypses werfeniens, la route de la Saline d'Ischl traverse des calcaires jurassiques et des schistes néocomiens fortement disloqués, puis elle pénètre dans la petite dépression de Perneck, où une bande de Werfenien s'intercale de nouveau entre le principal lambeau néocomien et les dolomies ladinienes du Brunner Berg. Le Werfenien s'étend bien plus loin vers le Sud que ne le figure la Carte géologique,

1. Voir ÉMILE HAUG. Traité de géologie, pl. CIX, 2.

une carrière de gypse se trouve presque en face des premiers bâtiments de la Mine, de sorte que l'on est en droit d'admettre qu'une bande de Werfenien, peut-être étirée par places, relie l'affleurement de Perneck à celui du Steinberg. A l'Est de cette bande le Néocomien plonge vers l'Ouest et semble, à première vue, s'enfoncer régulièrement sous le Werfenien et sous les dolomies ladinienes du Brunner Berg. Mais, en réalité, les choses ne se passent pas d'une manière aussi simple.

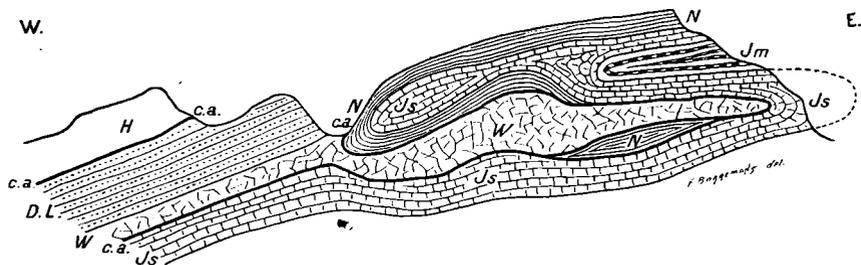


FIG. 4. — Coupe hypothétique montrant l'enveloppement de la brèche salifère de la nappe S par le Jurassique et le Néocomien de la nappe B.

W, Schistes werfeniens et brèche salifère; DL, Dolomies ladinienes; H, Calcaire de Hallstatt; Jm, Jurassique moyen (couches d'Oberalm); Js, Jurassique supérieur (calcaire du Tressenstein); N, Néocomien; c. a., Contact anormal.

Les renseignements que j'ai pu obtenir dans la Mine m'ont appris que la Brèche salifère exploitée forme une sorte de dôme sous le Néocomien et qu'aucun sondage n'en a atteint le fond. Je n'ai malheureusement pu me procurer ni plans ni coupes de l'ex-

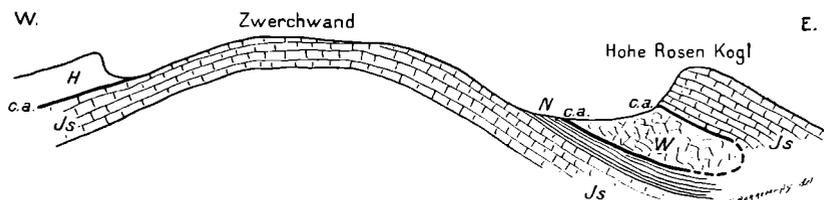


FIG. 5. — Coupe parallèle à la précédente, passant par le col qui conduit de la Reinfalz Alp à la Hüttenack Alp.

W, Schistes werfeniens et brèche salifère; Js, Jurassique supérieur.; N, Néocomien; H, Calcaire de Hallstatt.

ploitation, mais les contours de la Carte géologique, basés certainement sur des levés détaillés et mes observations personnelles, m'ont conduit à admettre l'existence d'un renversement du Jurassique et du Néocomien sur la Brèche salifère. J'ai essayé

de traduire par une coupe (fig. 4) l'interprétation à laquelle je me suis arrêté provisoirement. Il est difficile d'expliquer autrement que dans l'hypothèse d'un grand pli couché la réapparition du Néocomien à la Reinfalz Alp et l'existence d'une bande étroite de Werfenien au Sud du Steinberg et dans le couloir qui monte de la Reinfalz Alp à la Hütteneck Alp. Ici (fig. 5) les marnes salifères sont manifestement pincées dans un synclinal de calcaires jurassiques et le Néocomien est partiellement conservé sur le flanc nord-est de la Zwerchwand, tandis qu'il est étiré sur le flanc inverse, sur le versant sud-ouest du Hohe Rosen Kogl.

La Zwerchwand n'est autre chose que le prolongement vers l'Est d'une paroi de Jurassique supérieur qui, plus à l'Ouest, porte le nom de Ewige Wand et dont le point culminant est le Predigstuhl (1276 m.). C'est le front d'une énorme dalle calcaire inclinée au N.W., qui n'est séparée de la Jochwand que par la coupure de la Traun. A Anzenau ce calcaire zoogène est exploité dans une carrière. Au lieu de supporter du Néocomien, il s'enfonce au Nord sous les dolomies ladiniennes de la nappe S, continues avec celles du Brunner Kogl, et sous une masse de calcaire de Hallstatt, superposée sur son bord est à ces mêmes dolomies et primitivement continue à l'Ouest avec le lambeau de calcaire de Hallstatt qui apparaît sous la nappe D, sur la rive gauche de la Traun.

Le substratum normal des calcaires jurassiques supérieurs est constitué, à la Ewige Wand, comme à la Jochwand, par des couches d'Oberalm et par les marnes du Lias. Celles-ci s'étendent au Sud jusqu'au Stambach, près Goisern, où elles sont fossilifères.

Cette série jurassique appartient incontestablement, par ses faciès et par sa situation au-dessous des lames des nappes S et H, à la nappe B, qui affleure ici grâce à un bombement périelinal, dont le centre se trouve à Goisern. Dans la retombée nord, la série est complète. Il en est de même dans la retombée ouest. Par contre, dans la retombée sud, les termes supérieurs manquent, de sorte que les marnes salifères de la nappe S s'appuient directement sur les marnes liasiques. A l'Est, la nappe B disparaît entièrement sous une couverture de marnes du Zlambach (nappe S) et sous une lame de calcaire de Hallstatt (nappe H).

Nous abordons ici une région très boisée, traversée de ravins profonds, tels que le Stambach, les deux Zlambach, le Lupitschbach. Deux sommets calcaires bien individualisés, le Raschberg (1485 m.) et le Sandling (1716 m.) dominant un chaos de croupes

arrondies et de pointements rocheux, qui s'étend jusqu'à la limite méridionale et occidentale de la dépression (pl. I, fig. 3).

Les couches les plus anciennes qui viennent à l'affleurement sont les marnes salifères et les schistes rouges du Werfenien. La Carte géologique ne figure aucun lambeau de Virglorien ou de dolomies ladinienes. Les marnes du Zlambach, qui renferment une faune norienne, couvrent de grandes surfaces. Elles présentent des intercalations de calcaires à *Halorella pedata* et sont couronnées de calcaires noduleux à Céphalopodes, connues sous le nom de Pötschenkalk, qui forment une paroi abrupte, la Pötschenwand, au Nord de la route de Goisern à Aussee. On rencontre également, dans la région, des marnes à fossiles rhétiens ou liasiques, qui semblent quelquefois succéder en concordance aux marnes du Zlambach, tandis qu'en certains points, on est en droit de se demander si l'on n'est pas en présence d'affleurements de la nappe B, apparaissant dans de petites fenêtres. Sous cette réserve, on peut admettre que tous les termes que je viens d'énumérer appartiennent à une seule et même nappe, la nappe du Sel. En effet, les marnes salifères et les marnes du Zlambach s'appuient, au Nord, sur les marnes liasiques de la Hütteneck Alp, qui font partie de la nappe B, tandis qu'au Sud les divers termes de la série s'enfoncent, au pied du Sarstein, sous les dolomies ladinienes de la nappe D.

Les calcaires de Hallstatt, carniens et noriens, apparaissent, au milieu des terrains occupés par des couches marneuses werfeniennes, noriennes ou liasiques, sous la forme de buttes isolées ou de crêtes allongées. D'après E. von Mojsisovics (3, 4) ils formeraient des intercalations dans les marnes du Zlambach, auxquelles ils passeraient latéralement par indentations répétées. Sans vouloir nier que ces passages latéraux existent réellement en certains points, je tiens à faire remarquer que je n'en ai pas rencontré et que, par contre, j'ai maintes fois constaté la superposition au soubassement de marnes du Zlambach, de lambeaux de calcaires de Hallstatt formant des buttes isolées (pl. I, fig. 3). D'autres fois, ces lambeaux reposent directement sur les marnes liasiques. Il ne peut guère y avoir de doute qu'ils constituent des fragments d'une nappe distincte, superposée à la nappe du Sel (S). C'est précisément celle que j'ai appelée, dès 1904, la nappe de Hallstatt (H).

L'indépendance des deux nappes est particulièrement nette au Raschberg. Cette montagne est le lambeau de calcaire de Hallstatt le plus étendu de tout le Salzkammergut, puisqu'il mesure environ 6 kmq. Son contour est échancré et présente des

angles rentrants à chaque ravin, comme le ferait celui d'un témoin formé de couches peu inclinées qui seraient superposées normalement à un substratum plus ancien. Mais en réalité ce substratum est hétérogène et comprend surtout des terrains plus anciens que le calcaire de Hallstatt. 'Au Nord ce calcaire repose sur des marnes liasiques ; à l'Ouest et au Sud, sur des marnes du Zlambach<sup>1</sup> ; à l'Est, soit sur des marnes liasiques, soit sur des couches de Werfen. Les couches du Zlambach sont noriennes et même partiellement rhétiennes, les calcaires de Hallstatt du Raschberg, qui leur sont superposés, sont carniens, au moins dans leur partie inférieure. Il est évident, dès lors, que le Raschberg est un grand lambeau de recouvrement appartenant à la nappe H et charrié sur la nappe S. J'ai signalé plus haut la même superposition au Sud de la mine de Hallstatt, mais, au Raschberg, on ne peut songer à voir, dans le plan de contact entre les deux formations, une simple surface de glissement entre des couches appartenant à une même nappe ; il y a charriage de couches carniennes à faciès calcaire sur des couches noriennes à faciès marneux (pl. I, fig. 3).

Il me reste à parler du Sandling, montagne jurassique complètement isolée, qui surgit au milieu d'une région plus basse, entièrement triasique.

Trois hypothèses pourraient être invoquées pour rendre compte des relations entre le Jurassique du Sandling (schistes siliceux du Dogger, Tressensteinkalk et Plassenkalk) et son soubassement triasique et liasique.

Dans une première hypothèse, le Jurassique serait transgressif sur le soubassement et l'on s'expliquerait ainsi pourquoi il repose tantôt sur le Lias, tantôt sur les calcaires de Hallstatt, tantôt sur le Werfenien. Mais, outre qu'il serait assez insolite de voir commencer une série transgressive par des schistes appartenant au groupe Oolithique inférieur, il faudrait admettre, dans cette interprétation, des mouvements tangentiels immédiatement consécutifs de l'époque Liasique, car, tout à côté, les calcaires de Hallstatt reposent sur le Lias.

Une seconde hypothèse qui s'offre à l'esprit est celle que le Sandling correspond à une fenêtre des nappes S et H, dans laquelle le Jurassique de la nappe du Todte Gebirge apparaîtrait, en faisant hernie au dehors, grâce à un bombement local affectant à la fois les trois nappes. Le plongement des calcaires jurassiques du Sandling vers le S.E. et le redressement vertical qu'ont

1. Voir ÉMILE HAUG, Traité de géologie, pl. xcviII, 2.

subi au voisinage les calcaires de Hallstatt, notamment au Sud, militent à première vue en faveur de cette interprétation, que j'avais moi-même admise un moment (7). Mais alors on ne comprend pas pourquoi, au Nord, les divers termes du Jurassique se succèdent si régulièrement et pourquoi leurs couches ne présentent aucune trace de bombement.

Dans une troisième hypothèse, les couches jurassiques du Sandling seraient charriées et feraient partie d'une nappe superposée aux nappes S et H. Une coupe de la mine de sel d'Aussee, reproduite dans la « Geologie » de Franz von Hauer (p. 391, fig. 23) et une coupe plus détaillée dont j'ai vu la minute dans les bureaux de la Mine, mettent toutes deux en évidence des faits qui m'ont conduit à m'arrêter à cette interprétation (fig. 6). J'ai

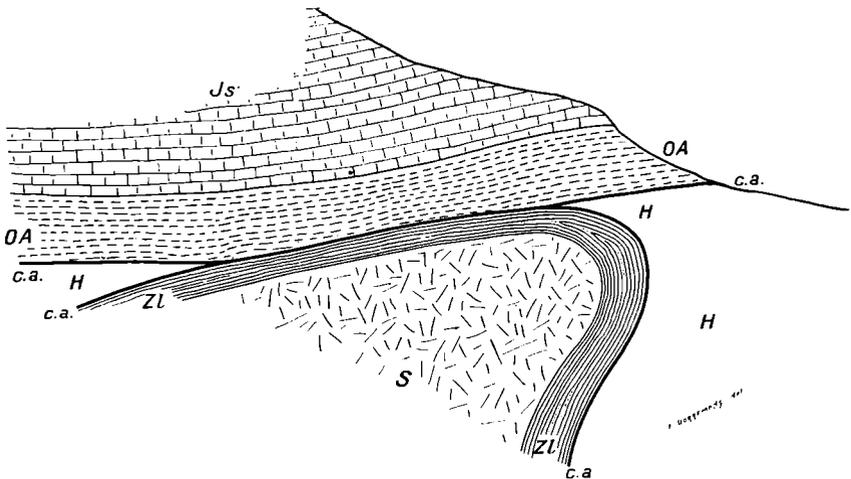


FIG. 6. — COUPE SCHÉMATIQUE DE LA MINE D'AUSSEE  
(D'APRÈS FR. VON HAUER ET LES DOCUMENTS EXPOSÉS DANS LA MINE).

S, Brèche salifère; Zl, Marnes du Zlambach; H, Calcaires de Hallstatt; OA, couches d'Oberalm; Js, Plassenkalk; c. a., Contact anormal.

eu du reste la bonne fortune de visiter la mine d'Aussee sous la conduite de M. E. Kittl et j'ai pu, à cette occasion, vérifier moi-même certains points.

En pénétrant dans la mine non loin du gîte fossilifère du Breslwies Kogl, on traverse d'abord des calcaires de Hallstatt noriens. On coupe ensuite, avant d'atteindre la brèche salifère, une bande de marnes noires, attribuée sur les coupes aux couches du Zlambach. On n'y a pas trouvé de fossiles, mais il ne me paraît pas douteux que l'on se trouve en présence de marnes

liasiques, identiques à celles qui affleurent au-dessus de la mine. La brèche salifère forme un bombement, qui est entièrement recouvert par les couches de marnes noires. On traverse ensuite de nouveau des calcaires de Hallstatt noriens, qui s'intercalent en coin entre les marnes noires et les couches d'Oberalm de la base du Sandling, et qui, à la surface, forment des lambeaux de recouvrement sur les marnes liasiques. Toutes les coupes sont d'accord pour faire passer les calcaires de Hallstatt *sous* le Jurassique supérieur du Sandling, conformément à l'interprétation que j'adopte maintenant. Il résulte donc des observations faites dans la mine d'Aussee que trois nappes se trouvent ici en superposition : la nappe du Sel, à laquelle j'attribue aussi les marnes noires ; la nappe de Hallstatt, constituée ici par des calcaires noriens, partiellement étirés, et une nappe de calcaires jurassiques, dont le Sandling est le seul témoin. Par analogie avec le Plassen, dans la fenêtre de Hallstatt, on est peut-être en droit d'assimiler ce témoin à la nappe du Dachstein, avec la réserve, toutefois, qu'il ne peut être question ici de lambeau du flanc inverse.

*En résumé*, on observe, dans la dépression de Goisern et d'Aussee, la superposition de cinq nappes, qui sont, de bas en haut : 1° la nappe de Bavière ; 2° la nappe du Todte Gebirge ; 3° la nappe du Sel ; 4° la nappe de Hallstatt ; 5° la nappe du Dachstein. Contrairement à ce que je pensais primitivement, la dépression n'est pas une fenêtre, les cinq nappes se succèdent même assez régulièrement du Nord au Sud, comme feraient des lames imbriquées, ultérieurement repliées, puis entaillées par l'érosion torrentielle. Cependant la nappe du Todte Gebirge manque dans la partie occidentale de la dépression, et la nappe de Hallstatt n'est plus représentée que par des lambeaux discontinus.

LA DÉPRESSION DE MITTERNDORF ET DE LIEZEN. — Il me reste à parler maintenant d'une région encore assez mal connue des Alpes autrichiennes, la dépression de Mitterndorf et de Liezen, qui confine au Nord et au Sud à des massifs très élevés et qui établit la communication entre la dépression de Goisern et d'Aussee et la moyenne vallée de l'Enns. Elle est entièrement située sur la feuille de Liezen de la Carte topographique de l'Autriche. Géographiquement elle appartient encore, au moins partiellement, au Salzkammergut et l'on y retrouve les terrains les plus caractéristiques de ce pays, notamment les calcaires de Hallstatt. C'est pour ces raisons que j'ai cru devoir l'englober dans la présente étude, quoique je n'y aie fait que des courses

très rapides. L'aperçu que je vais en donner est essentiellement provisoire, car nous ne possédons de cartes géologiques, autres que celles de Stur et de Fr. von Hauer à petite échelle, que pour les extrémités occidentales et orientales de la dépression. La carte du Salzkammergut à 1/200 000 de Kittl (2) s'étend, en effet, vers l'Est jusque un peu au delà de Mitterndorf. Pour ce qui est de l'extrémité opposée, l'excellent mémoire sur les environs du tunnel du Bosruck, publié par G. Geyer (5), fournit une base tout à fait précieuse à un essai d'interprétation tectonique d'un petit massif, qui, à proprement parler, ne fait plus partie de la région naturelle que j'étudie ici.

La dépression de Mitterndorf et de Liezen ne présente pas de limites orographiques très nettes. Elle confine au Nord au Todte Gebirge et au massif de Warscheneck, dont il importe tout d'abord d'examiner les relations mutuelles, en prenant pour base les rares documents relatifs à ces montagnes qui se trouvent soit dans un travail de G. Geyer sur les terrains jurassiques du Todte Gebirge<sup>1</sup>, soit dans deux rapports annuels du directeur de la k. k. geologische Reichsanstalt (levés de E. von Mojsisovics)<sup>2</sup>.

Il a déjà été question plus haut du bord occidental du Todte Gebirge. On doit à Geyer une étude approfondie des synclinaux de cet immense plateau de calcaires du Dachstein, dans lesquels sont conservées de larges bandes de terrains jurassiques. Nous sommes moins bien renseignés sur le bord méridional du massif, qui correspond à une zone de petits lacs (Gross See, Steyrer See, Schwarzen See), par où passe le Salzsteig, chemin qui mène des sources de la Salza aux sources de la Steyr. Au Sud de cette ligne, le calcaire du Dachstein fait place, comme l'a montré E. von Mojsisovics, au Hauptdolomit. Il semble donc qu'ici, comme sur le bord occidental du massif, la nappe du Todte Gebirge repose sur la nappe de Bavière, le long d'une ligne de contact anormal.

Le massif du Warscheneck, situé à l'Est de la haute vallée de la Steyr, est également constitué, d'après E. von Mojsisovics, par une série de couches triasiques caractéristique de la nappe de Bavière : dolomies ladiniennes, couches à *Cardita* carniennes, Hauptdolomit. Le plongement général de ces couches vers le N.W., notamment au Hutterer Höss, permet de penser que la haute vallée de la Steyr correspond à une dislocation, le long de

1. GEORG GEYER. Ueber jurassische Ablagerungen auf dem Hochplateau des Todten Gebirges in Steiermark. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XXXIV, p. 335-366, fig., 1884.

2. *Verh. d. k. k. geol. Reichsanst.*, 1886, p. 18-20; 1887, p. 2-4.

laquelle la nappe de Bavière s'enfonce sous la nappe du Todte Gebirge. Les couches de Gosau, si développées aux environs de Windischgarsten, accompagnent cette ligne de contact anormal jusque près des sources de la Steyr. Il me semble que l'on est en droit de conclure, de l'existence d'un accident qui fait tout le tour du Todte Gebirge et qui correspond partout à une limite hétéro-pique, que tout le massif du Todte Gebirge est sans racines et qu'il repose entièrement sur la nappe de Bavière.

La dépression de Mitterndorf et de Liezen est limitée au Sud par le massif du Dachstein et par son prolongement vers l'Est, le Grimming, qui n'est séparé du massif principal que par la gorge étroite, dite Durch den Stein, entaillée par l'érosion de la Salza. Les calcaires du Dachstein, horizontaux sur le bord septentrional du massif, jusque vers la coupure de la Salza, sont presque verticaux sur le versant nord du Grimming, qui semble correspondre à une belle charnière frontale.

La partie de la dépression située à l'Ouest de la Salza est un groupe de montagnes, dont l'altitude n'atteint pas 1706 m. et qui est séparé des hauts massifs du Todte Gebirge et du Dachstein respectivement par le Grundl See et par le seuil de Mitterndorf.

Le pittoresque Grundl See occupe l'emplacement d'un synclinal de la nappe du Todte Gebirge. Les calcaires du Dachstein et les couches jurassiques qui l'encadrent plongent régulièrement, de part et d'autre, vers son grand axe, dirigé presque W.-E. Toutefois E. Kittl (2) indique la présence de calcaire de Hallstatt à l'extrémité aval du lac et de Werfenien au pied ouest du Reschenhorn, sur la rive sud.

Le même géologue a rencontré non loin de là, dans l'Arzberg Wald, des roches éruptives basiques. Plus à l'Est, au petit col Am Bergl, Geyer signale, d'après Mojsisovics, des couches du Zlambach et, plus à l'Est encore, à l'Odernalp, près de la source de la Salza, des calcaires de Hallstatt. Sans avoir visité ces affleurements, je crois pouvoir expliquer leur présence au milieu du synclinal du Grundl See en les assimilant à des témoins de la nappe du Sel et de la nappe de Hallstatt conservés dans un synclinal de la nappe sous-jacente.

Le Hohe Zlain Kogl et le Türken Kogl constituent un anticlinal, qui sépare le synclinal du Grundl See d'une bande de couches de Gosau, décrite depuis longtemps par Peters, dans laquelle le Weissenbach a creusé son lit. Dans le bas du vallon, une faille locale met, au Nord, les couches de Gosau en contact avec les calcaires du Dachstein. Dans le haut, les couches de Gosau

reposent normalement sur des calcaires jurassiques et plongent comme eux vers le Sud. Elles s'enfoncent elles-mêmes sous une série qui comprend, de bas en haut, des dolomies, probablement virgloriennes, des calcaires de Hallstatt et (?) des calcaires du Dachstein (fig. 7). C'est le Schöttneritz Kogl.

Les dolomies reparaissent à la Teltschen Alp, située dans un vallon tributaire de la Salza. Au Sud, elles supportent un grand piton de calcaire de Hallstatt, le Feuer Kogl, où se trouvent les plus beaux gisements connus de Céphalopodes carnien (400 espèces environ). A l'Ouest de la Teltschen Alp se dresse le Röthenstein ou Rötstein, où des calcaires de Hallstatt noriens, reposant sur des couches de Werfen, supportent des calcaires que l'on ne peut distinguer des calcaires du Dachstein. Le Feuer Kogl confine au Sud au Kamp (1681 m.), également constitué par des calcaires de Hallstatt carnien, sous lesquels E. Kittl (2) a observé, à l'Est et au Sud, des calcaires virgloriens, avec *Pty-*

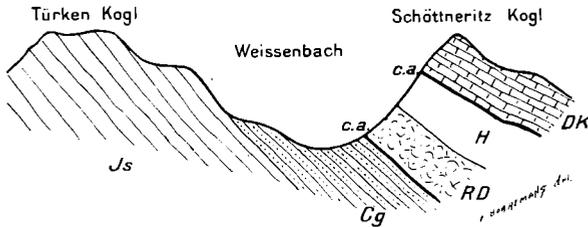


FIG. 7. — COUPE A TRAVERS LE SYNCLINAL DE COUCHES DE GOSAU DE WEISSENBACH, PRÈS AUSSEE.

RD, Dolomie ladinienne; H, Calcaire de Hallstatt; DK, Calcaire du Dachstein (?); Js, Jurassique supérieur; Cg, Couches de Gosau; c. a, Contact anormal.

*chites* et Brachiopodes, rappelant les couches de la Schreyer Alm, puis des dolomies et une bande de Werfenien, qui semble s'appuyer sur les terrains de la nappe de Bavière. E. Kittl insiste sur l'absence du Ladinien. C'est là un fait très fréquent dans le Salzkammergut, qui s'explique fort bien si l'on attribue les calcaires virgloriens et les calcaires de Hallstatt à deux nappes différentes S et H. Ici nous aurions donc un nouvel exemple de la succession si souvent constatée des nappes B, S et H.

A Pichl, Kittl signale, en outre, des couches de Gosau, qui semblent s'appuyer sur les dolomies du soubassement du Kamp.

Les environs immédiats de Mitterndorf permettent de faire également un grand nombre de constatations intéressantes. Malheureusement les dépôts glaciaires encombrant le seuil qui sépare les eaux de la Traun de celles de la Salza et rendent sou-

vent impossible l'étude des relations stratigraphiques et tectoniques des terrains secondaires.

Les collines situées au Nord d'Obersdorf et de Mitterndorf sont en grande partie constituées par des marnes liasiques (Fleckenmergel), qui appartiennent certainement à la nappe de Bavière, car elles reposent au Nord sur le Hauptdolomit. Elles supportent quelques lambeaux de calcaire de Hallstatt, sans intercalation de couches salifères. Mais celles-ci affleurent non loin de là, sur les deux bords du seuil glaciaire, notamment à Obersdorf, à Thörl, au Langmoos, etc.

A l'Ouest de Mitterndorf, une masse isolée de calcaire du Dachstein surgit au milieu des affleurements werfeniens. Mojsisovics l'envisage comme un lambeau affaissé, mais il est bien plus vraisemblable que l'on est en présence d'un témoin de la nappe D superposé à la nappe S. Le Wandl Kogl est d'ailleurs formé de calcaires de Hallstatt (H), qui semblent s'intercaler entre le Haselgebirge du Langmoos (S) et les calcaires du Dachstein qui constituent l'encadrement méridional de la dépression.

Entre la Salza, à l'Ouest, et le Grimming Bach, à l'Est, se trouve un groupe de montagnes, limité au Sud par le seuil glaciaire que suit le chemin de fer, au Nord par la ligne de contact anormal du Salzsteig, dont il a été question plus haut. Les terrains caractéristiques de la nappe de Bavière sont ici prédominants, les marnes liasiques descendent en pente douce jusque vers Klachau, mais le Krahstein semble être un lambeau de recouvrement, témoin d'une nappe supérieure, H ou D.

A Pürg apparaissent de nouveau les couches de Gosau. On les suit sur la rive gauche de l'Enns jusqu'à Liezen. Leurs affleurements entourent d'immenses blocs de calcaire du Dachstein, qui m'ont paru devoir être envisagés plutôt comme des lambeaux reposant sur le Crétacé que comme des pointements enracinés. Il n'y a pas de doute que l'on se trouve en présence du prolongement vers l'Est du Grimming et, par conséquent, de la nappe du Dachstein.

En descendant le cours de l'Enns et en suivant le bord méridional du massif du Warscheneck, nous ne tardons pas à rencontrer une région qui, grâce à un récent mémoire de M. Georg Geyer, est maintenant une des mieux connues des Alpes calcaires septentrionales.

Au Nord de Liezen, les couches de Gosau reposent sur les calcaires virgloriens ou sur les schistes werfeniens. Ceux-ci forment une bande qui commence en coin à l'Ouest de Liezen et qui va en s'élargissant vers l'Est jusqu'à Admont, où elle se bifurque.

Elle comprend le Saal Berg, le Harting Berg et le Plesch Berg. Elle appartient incontestablement à la nappe du Sel, car les couches qui la constituent s'appuient au Sud sur les schistes et grauwackes sous lesquels s'enfoncent les nappes des Alpes centrales.

Bien que Geyer n'indique aucun plongement autorisant cette interprétation, il me semble probable que la nappe du Sel s'appuie au Nord sur la retombée méridionale du massif du Warscheneck. Au Nord du col de Pyhrn, Mojsisovics signale des marnes liasiques, surmontées de calcaires à silex jurassiques, qui sont en contact direct avec des gypses et des schistes werfeniens.

Les couches de Gosau peuvent être suivies vers le Nord, au delà du col de Pyhrn, jusqu'à Spital (feuille d'Admont-Hieflau). Elles reposent, ici encore, sur le Werfenien et le Virglorien et ne paraissent pas déborder sur le Trias et le Jurassique du massif de Warscheneck. G. Geyer figure, dans la zone de couches de Gosau située au Nord de Liezen et au S.W. du col du Pyhrn, des lambeaux de calcaire du Dachstein coralligène (« Hochgebirgs-Korallenkalk »), mais il ne se prononce pas sur leurs conditions de gisement. Ce sont ou des pointements entourés de toutes parts de couches de Gosau, ou des lambeaux de recouvrement superposés à ces couches. Dans les deux cas, on doit les envisager comme des fragments de la nappe du Dachstein, superposés soit directement soit indirectement à la nappe du Sel.

Le plus important lambeau de calcaire du Dachstein coralligène de la région est le Bosruck, montagne isolée de 2008 m. d'altitude. Un tunnel le traverse, à l'étude duquel est en grande partie consacré le beau mémoire de Geyer. Il résulte de la coupe qui constitue la pl. 1 de cet ouvrage que la grande masse de calcaire du Dachstein est un lambeau chaviré, pincé entre deux bandes de Werfenien, qui laisse voir, sur le versant sud-est, son substratum normal de dolomies et de Werfenien. Toutefois des couches de Gosau s'intercalent ici entre le lambeau charrié et la grande bande méridionale de Werfenien. Ces couches ont été observées en surface et le tunnel les a traversées à 2200 m. de l'orifice sud. Le fait que le contact de la masse du Bosruck avec les roches encaissantes a lieu partout par faille, me porte à admettre que l'on est, ici aussi, en présence d'un lambeau de recouvrement de la nappe du Dachstein, enfoncé dans son substratum primitif, la nappe du Sel.

On remarquera l'absence des calcaires de Hallstatt dans toute la région étudiée par Geyer.

En résumé, la dépression de Mitterndorf et de Liezen con-

stitue le prolongement de celle de Goisern et d'Aussee. On y observe la même succession de nappes : nappe de Bavière, nappe du Todte Gebirge, nappe du Sel, nappe de Hallstatt, nappe du Dachstein, cette dernière confinée sur le bord méridional.

CONCLUSIONS. — Les résultats tectoniques exposés dans les pages précédentes sont en parfait accord avec les conclusions de la seconde partie de ce mémoire. J'ai pu établir que, dans le Salzkammergut, comme dans les Alpes de Salzbourg, plusieurs nappes peuvent être observées en superposition.

Dans les deux régions, la nappe de Bavière (B) est la plus profonde, la nappe du Dachstein (D) est la plus élevée, l'une et l'autre affleurent sur de grandes étendues et forment de grandes masses continues.

Il ne peut plus y avoir de doute, d'après les observations que j'ai relatées ci-dessus, que la nappe du Sel (S) et la nappe de Hallstatt (H) s'intercalent entre les nappes B et D. L'une et l'autre sont fréquemment étirées et ne sont souvent plus représentées que par des lambeaux discontinus. On pourrait être tenté de rapporter ces lambeaux à une nappe unique et je suis très disposé à croire que leur gisement primitif se trouve dans une même zone tectonique, mais j'ai montré au cours de ce travail qu'en plusieurs points, des calcaires de Hallstatt carniens reposent sur des couches noriennes ou liasiques qui appartiennent à la même série stratigraphique que les brèches salifères. On est donc certainement en présence de deux séries superposées, séparées par une surface de charriage.

L'étude tectonique du Salzkammergut m'a révélé en outre l'existence d'une cinquième nappe ou d'un groupe de nappes indépendantes des quatre autres, qui vient s'intercaler entre la nappe B et la nappe S. Il est possible qu'on en retrouve des lambeaux dans les Alpes de Salzbourg. Dans le Salzkammergut, j'ai constaté que la nappe du Schafberg, la nappe du Todte Gebirge et la nappe du Rigausberg occupent toutes trois la même situation par rapport aux nappes B et S. Des considérations tectoniques et stratigraphiques s'opposent cependant à ce qu'on les identifie. Peut-être constituent-elles des digitations d'une nappe unique. Dans tous les cas, elles forment, avec la nappe de Bavière, un groupe inférieur de nappes, que l'on peut opposer à un groupe supérieur, comprenant les nappes S, H et D.

Je conclus donc dans le même sens que M. Leopold Kober, l'un des meilleurs élèves de mon regretté ami le professeur Uhlig, qui a rencontré, dans la partie orientale des Alpes calcaires sep-

tentrionales, une série de nappes présentant les mêmes caractères que celles des Alpes de Salzbourg et du Salzkammergut et se succédant dans le même ordre. Je reviendrai sur cette assimilation dans la quatrième partie de ce mémoire, où après avoir exposé quelques observations complémentaires, je compte répondre aux critiques qui ont été adressées, par plusieurs auteurs, à mon interprétation. Je me propose également, en partant de considérations stratigraphiques, d'y traiter la question si difficile de la *racine* des nappes.

