Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 40 (1947)
Heft: 2

Artikel: La géologie du versant Sud du massif de Gastern [Vortrag]
Autor: Collet, Léon W.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-160905

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

b) SÉANCE COMMUNE

de la Société géologique suisse et de la Société suisse de Minéralogie et Pétrographie

le dimanche 31 août 1947, à Genève

sous la présidence de M. RAYMOND GALOPIN, Vice-Président de la Société suisse de Minéralogie et Pétrographie

---

1re Conférence:

La géologie du versant Sud du massif de Gastern

par **Léon W. Collet**[1])

Président de la Société géologique suisse

Avec 12 figures dans le texte

Table des matières.

	Page
Introduction	257
La couverture sédimentaire normale du massif cristallin de Gastern	258
Le sédimentaire de la nappe de Morcles-Doldenhorn	260
Les Klippes du Gasterngrat	266
L'Inneres Faflertal	270
Conclusions: Effets de l'affrontement de la nappe de Morcles-Doldenhorn et du massif de Gastern	277

Introduction.

Dans leur mémoire sur la Géologie de la Jungfrau, COLLET et PARÉJAS étaient arrivés à la conclusion entre autres, que le granite du sommet de la Jungfrau était le cœur de cristallin de la digitation inférieure de la nappe Morcles-Doldenhorn.

On se demandait alors si une liaison géologique visible existait entre la digitation inférieure de la nappe Morcles-Doldenhorn du Tschingelhorn au Balmhorn, par le **Gasterngrat** ?[2]). C'est la raison pour laquelle la Commission géologique

---

[1]) Publié avec l'autorisation de la Commission géologique de la S.H.S.N.

[2]) J'entends par **Gasterngrat** l'arête du massif de Gastern entre le Lötschenpass et le Roter Tätsch, portant les sommités suivantes: Kl. Hockenhorn, Hockenhorn, Sackhorn, Elwertätsch, Birghorn. Le **Petersgrat** n'étant que l'arête neigeuse entre le Roter Tätsch et le Tschingelhorn.

Pour suivre mes descriptions, on est prié d'utiliser la Carte nationale de la Suisse au 1 : 50 000e, Feuille normale 528, Jungfrau-W.

nous chargea des levés de raccord de notre carte de la Jungfrau et de la carte Lizerne–Kander de LUGEON.

En 1929, COLLET et PARÉJAS présentèrent ici (Vol. 22, p. 61) les premiers résultats de leurs observations dans une note sur la Géologie du Hockenhorn. Les levés de cette région furent interrompus par des travaux plus urgents et repris en 1942. Cette interruption eut le grand avantage de correspondre à un grand désenneigement de la région. En effet, **l'arête faitière ou Gasterngrat** fut, de 1943 à 1947, presque totalement dépourvue de neige entre le **Roter Tätsch** (3150,7 m.) et le **Kl. Hockenhorn** (3162 m.).

Dans la région qui nous occupe la nappe Morcles-Doldenhorn chevauche le massif granitique de Gastern. Nous retrouverons ainsi les éléments tectoniques dont nous avons étudié les relations à la Jungfrau (bibl. 7). Dans cette montagne nous avions affaire à la zone de déferlement de la nappe sur le versant Nord du massif de Gastern. Aujourd'hui nous parlerons de la zone d'affrontement contre le versant Sud du massif de Gastern, où dans les vallons suivants: **Inneres et Äusseres Faflertal, Im Telli, Tennbach, Mühlebach, Golmbach** on peut examiner les relations entre la nappe et le massif de Gastern. En effet, ces vallons sont profonds et orientés perpendiculairement à l'axe du massif. Enfin nous jetterons un rapide coup d'œil sur les „**klippes**" du **Gasterngrat** restes de la nappe épargnés par l'érosion, qui permettront de raccorder un jour avec sûreté les profils de la Jungfrau et du Balmhorn. Cependant nous laisserons de côté le Lötschberg, affaire très compliquée, dont PARÉJAS termine l'étude.

La couverture sédimentaire normale du massif de Gastern.

La couverture sédimentaire normale du massif de Gastern est formée par deux séries sédimentaires différentes:

A. Une série occidentale, formée uniquement par du Trias.

B. Une série orientale dans laquelle on trouve les termes suivants: 1. Trias; 2. Dogger; 3. Argovien; 4. Malm. C'est la couverture sédimentaire du massif de Gastern à la base de la Jungfrau, jusqu'au Malm.

A. La série occidentale.

Les études de TAVEL (bibl. 8) et les nôtres montrent que dans la partie occidentale du versant Sud du massif de Gastern, la couverture sédimentaire normale est limitée au Trias, complet ou incomplet.

Le Trias complet comprend les termes suivants: de bas en haut, sur la surface de décomposition permienne (Aufbereitungszone) du cristallin de Gastern.

1. Quartzites.
2. Argilites avec intercalations peu épaisses de calcaires dolomitiques brunâtres ou de grès fins.
3. Calcaires dolomitiques massifs ou en gros bancs.

Le Trias complet est rare sur le Gasterngrat et le versant Sud, mais suffisant pour juger que dans les cas où il est incomplet il s'agit d'un phénomène tectonique et non stratigraphique.

Les localités dans lesquelles nous avons trouvé un Trias complet sont:

a) SUR LE GASTERNGRAT.

Le pied Sud du Kl. Hockenhorn, où les argilites sont intensément plissées.

Au point 2984, au SW du Kl. Hockenhorn, sur l'arête. Ici les calcaires dolomitiques ont été décollés de leur substratum et déplacés un peu à l'Est.

Au pied Sud du Birghorn. Cependant dans cette localité les calcaires dolomitiques sont réduits à quelques grosses lentilles.

b) SUR LE VERSANT SUD.

Dans le vallon du Mühlebach, au bord W du grand affleurement de calcaires dolomitiques. Les quartzites très écrasés sont réduits, en certains points, à 1 m. et les argilites à 2 m.

In den Jaeginnen, vallon de Telli (coord. 628,2/143).

Le Trias incomplet est dû à la présence des argilites qui provoquent des décollements, dont les plus fréquents affectent les calcaires dolomitiques. Ce phénomène est très marqué au Birghorn et au point 3110 m., entre le Hockenhorn et le Sackhorn. Dans cette dernière localité, sur la face Sud, le Trias a été enlevé sur le cristallin, en certains points seulement. C'est ainsi que le Malm de la nappe repose directement sur le cristallin. Le même cas se présente sous la grande dalle de Malm du vallon du Mühlebach.

Conclusions: Ces quelques exemples prouvent que le Trias autochtone a été déposé au complet sur le cristallin du massif de Gastern.

Quand le Trias autochtone est incomplet ou absent c'est qu'il a été décollé ou enlevé par le cheminement de la nappe.

Les limites de l'aire de dépôt de la série occidentale englobent le Gasterngrat et son versant Sud jusqu'aux Tellispitzen, où commence la série orientale ou de la Jungfrau.

B. La série orientale.

Si la série orientale que nous rapportons, par comparaison, à l'autochtone de la Jungfrau est loin d'être déterminée d'une manière satisfaisante, c'est que nous n'avons pas encore trouvé une coupe dont nous puissions dire qu'elle est une série normale complète et non fragmentaire du fait d'influences tectoniques. En effet, entre les Tellispitzen et l'Inneres Faflertal, l'autochtone est extrêmement écrasé, laminé et recristallisé, phénomènes qui exigent de la prudence dans la détermination des terrains.

Des observations fragmentaires que nous avons faites nous pensons pouvoir établir la succession, composée, suivante du sédimentaire autochtone de la série orientale, de bas en haut:

1. Trias, du type de la base de la Jungfrau.

Le Lias manque.

2. Dogger, calcaires échinodermiques.

   Sur le Col, entre l'Elwertätsch et le sommet 3160, on voit les calcaires échinodermiques du Dogger qui transgressent sur la surface érodée des calcaires dolomitiques du Trias.

3. Argovien-Malm, calcaires marmorisés, en plaquettes.

Nous espérons que par des observations détaillées nous arriverons à préciser le passage de la série occidentale à la série orientale.

En terminant, rappelons la découverte de Krebs (bibl. 4) sur la rive gauche de l'Alpetligletscher (coord. 626,1/146,1) de calcaires dolomitiques rouges surmontés par des calcaires échinodermiques du Dogger, le tout plongeant au NW. Il s'agit donc ici d'un affleurement du versant Nord du massif de

Gastern. Cet affleurement de calcaires dolomitiques rouges, que nous avons facilement retrouvé, est capital; il prouve, en effet, qu'une partie du massif de Gastern était émergée avant le dépôt des calcaires dolomitiques et que des oxydes de fer furent délavés pendant leur sédimentation. On peut s'étonner de ce que des phénomènes de rubéfaction n'aient pas été rencontrés dans notre région, soit dans la série occidentale soit dans la série orientale de l'autochtone? N'oublions pas, cependant, que la surface d'affleurement des roches est faible par rapport à la couverture glaciaire qui masque certainement bien des choses. Le recul actuel des glaciers rend donc nécessaire l'étude de tout affleurement nouveau.

Le sédimentaire de la nappe de Morcles-Doldenhorn.

Trias.

Le Trias de la nappe est beaucoup plus compliqué que celui du massif de Gastern et rappelle celui de la zone de Chamonix. PARÉJAS ayant publié une note sur le Trias des Rothörner, nous renvoyons le lecteur que cette question intéresserait à la publication de cet auteur (bibl. 12).

Dans notre région le Trias de la nappe appartient au flanc renversé, c'est donc dire qu'il a subi des phénomènes de traction ou d'écrasement considérables accompagnés souvent de décollements dus à la présence de lits d'argiles schisteuses.

La coupe la plus complète du Trias est celle du vallon du Mühlebach, sous le Spalihorn à l'altitude d'env. 2340 m.

La voici:

Sous les paragneiss de la nappe,

1. Quartzites écrasés, 7,20 m.
2. Calcaires dolomitiques blancs, 7,50 m.
3. Corgneules, 6 m.
4. Calcaires dolomitiques blancs, 7,50 m à 9 m.
5. Calcaires dolomitiques jaunes, 1,20 m.
6. Argiles schisteuses noires, 0,30 m.
7. Quartzites, 1,60 m.
8. Calcaires dolomitiques jaunes et argiles schisteuses noires, 1,50 m.
9. Quartzites en bancs minces, 3 m.

Une deuxième coupe du Trias se voit au Tennbachhorn. Nous la donnons avec la coupe complète de la nappe, au sujet du Lias (p. 262).

Rhétien.

Le Rhétien décrit par PARÉJAS (bibl. 12) dans le vallon d'Oberferden existe au complet dans notre région sur le sentier qui longe la base du Spalihorn sur son versant Ouest. Les trois termes sont visibles: 1. Brèches de base à ciment dolomitique; 2. Schistes argileux noirs; 3. Calcaires sableux.

Le Lias.

De nos recherches et de celles de nos prédécesseurs, il résulte que le Lias n'existe pas dans la couverture sédimentaire du massif granitique de Gastern. Mais l'autochtone n'est pas le seul sédimentaire qu'on trouve sur le versant Sud

du massif de Gastern; il y a aussi la série renversée de la digitation inférieure de la nappe Morcles-Doldenhorn, chevauchant l'autochtone.

La seule localité dans laquelle SWIDERSKI (bibl. 3) ait indiqué du Lias sur le versant Sud de Gastern, dans sa carte et ses profils de 1919, est la Sattlegi. Ce Lias appartient à la nappe et la découverte de SWIDERSKI nous engagea à étudier à nouveau la stratigraphie détaillée de la nappe. Les recherches de PARÉJAS, plus à l'Ouest dans la chaîne des Rothörner où le Lias atteint une épaisseur de 500 m. facilitèrent considérablement notre tâche (bibl. 13).

Nos recherches sur les Ammonites du Lias (bibl. 15) dans le Ferdenrothorn nous ont conduit aux conclusions suivantes, basées sur les zones de L. F. Spath.

L'Hettangien est représenté seulement par la zone supérieure à *Scamnoceras angulatum*. Il est possible que la zone inférieure à *Psiloceras planorbis* existe, mais qu'elle soit recouverte par des éboulis.

Le Sinémurien est complet, avec ses trois zones d'Ammonites.

Le Lotharingien comprend deux faciès nettement différents: à la base et dans la partie moyenne il y a des grès siliceux tandis que dans la partie supérieure on trouve des calcaires arénacés à *Echioceras raricostatum*.

Le Pliensbachien, représenté par des calcaires arénacés, contient des Ammonites de la zone inférieure à *Uptonia jamesoni* et la zone moyenne des Ammonites caractéristiques de la zone à *Tragophylloceras ibex*. La zone supérieure d'Ammonites manque par suite d'une phase d'émersion et d'érosion, comme l'a montré PARÉJAS (bibl. 13).

Le Domérien transgresse sur le Pliensbachien moyen (PARÉJAS bibl. 13). Ce Domérien comprend 100 m. env. d'alternances de lits de quartzites et de brèches dolomitiques, avec à la base de nombreuses Bélemnites, des Ostréidés et des Pectinidés.

Dans le Toarcien, à schistes argileux, arénacés, on n'a pas encore trouvé d'Ammonites.

L'Aalénien, à schistes argileux, n'a jusqu'ici fourni qu'une seule Ammonite à PARÉJAS.

LES AFFLEUREMENTS DU LIAS.

En plus de la Sattlegi, nous avons à signaler la présence du Lias très écrasé sur l'arête NE du sommet 3160 m., entre le Sackhorn et l'Elwertätsch, sur l'arête faitière du massif de Gastern. Ajoutons à ces affleurements la présence de plusieurs termes du Lias directement à l'Est du sommet 3110 m., au NE du Hockenhorn.

Directement au Sud des glaciers, descendant du Gasterngrat ou du Petersgrat, nous avons trouvé divers termes du Lias aux localités suivantes:

Le long de la base de l'arête du Stielihorn, versant Mühlebach; à l'extrémité NW du Tennbachhorn ; dans la partie inférieure du couloir profond séparant la base N du Tellihorn des rochers In den Jäginen, dans le fond du vallon de Telli; à l'extrémité N des Tellispitzen, versant Telli; à l'extrémité N des Krindelspitzen et enfin dans l'Inneres Faflertal.

La meilleure coupe du Lias est celle du Tennbachhorn que nous donnerons plus bas. Dans les autres affleurements des étirements et des suppressions d'ordre tectonique compliquent souvent la détermination de ce qui reste. En effet, le Lias

moyen de la nappe est encadré stratigraphiquement par deux formations argileuses: l'Hettangien et le Toarcien-Aalénien. Ces deux dernières formations ont favorisé l'expulsion tectonique des termes moyens, souvent retrouvés seuls dans certains affleurements. Dans ce cas, les calcaires arénacés du Pliensbachien, les quartzites lotharingiens, les quartzites domériens et les calcaires zonés sont reconnaissables. Mais, quand entre le Rhétien et le Dogger on ne trouve qu'une masse schisteuse d'argiles noires, il est impossible de séparer l'Hettangien du Toarcien-Aalénien.

Voyons la

COUPE DE LA SÉRIE RENVERSÉE DE LA NAPPE AU TENNBACHHORN

sur le col entre les points 2852 et 2935.

(Fig. 1.)

1. Paragneiss (schistes chloriteux) de la nappe.
2. Quartzites du Trias inf. ayant 0,60 m. à 10 m. de distance de l'arête et réduits à zéro sur l'arête.
3. Corgneules écrasés, 2,20 m., Trias moy.
4. Calcaires dolomitiques gris, laminés, 3,20 m., Trias moy.
5. Calcaires dolomitiques gris, massifs, 1,50 m., Trias moy.
6. Calcaires dolomitiques jaunes, écrasés, 1,10 m., Trias moy.
7. Calcaires dolomitiques plaquetés, avec intercalations argileuses, 2 m., Trias sup.
8. Schistes argileux noirs, 0,40 m., Trias sup.
9. Alternances de quartzites lités et schistes noirs 0,55 m., Trias sup.
10. Calcaires sableux en bancs, Rhétien, 0,26 m.
11. Schistes argileux noirs avec intercalations gréseuses, Hettangien-Sinémurien, 6,10 m.
12. Quartzites alternant avec des lits de schistes noirs, Lotharingien, 0,90 m.
13. Calcaires zonés et quartzites, Domérien, 5,20 m.
14. Repli de calcaires et schistes noirs, Toarcien-Aalénien, 0,70 m.
15. Calcaires zonés et quartzites, Domérien, 9,30 m.
16. Schistes argileux, Toarcien-Aalénien, épaisseur visible au Col 2 m., épaisseur à 20 m. sous le Col: 5 m.
17. Calcaires échinodermiques, Dogger, 7,50 m.
18. Argovien-Malm, Calcaires, 14 m. env. autochtone.
19. Trias autochtone.

Un superbe contact mécanique passe entre le Dogger (N° 17), dernier terme de la nappe, et l'Argovien-Malm autochtone. Plus bas (fig. 1) une écaille de quartzites du Trias supérieur est intercalée sur le plan de chevauchement de la nappe.

Dans la coupe ci-dessus le **Rhétien** n'est représenté que par un seul terme: les calcaires sableux en bancs. Or Paréjas a montré qu'il y a normalement trois parties dans le Rhétien. Il était intéressant du point de vue paléogéographique de rechercher dans notre région si le Rhétien était complet? Nos études détaillées nous permettent de répondre affirmativement à cette question. En effet, on voit à l'extrémité du sentier, sur le versant occidental du Spalihorn (carte nationale de la Suisse 1:50000) la coupe suivante du Rhétien, dans le flanc renversé de la nappe:

Sous les quartzites feuilletés du Trias supérieur:

1. Brèche de base du Rhétien à ciment dolomitique, en lentilles, dont une de 0,50 m. d'épaisseur.

2. Schistes argileux noirs 0,08 m., Rhétien.
3. Calcaires sableux en bancs minces, 0,45 m., Rhétien, reposant sur: l'Hettangien-Sinémurien représenté par des schistes argileux, noduleux, rouillés, avec niveaux de grès, 3 m. env.

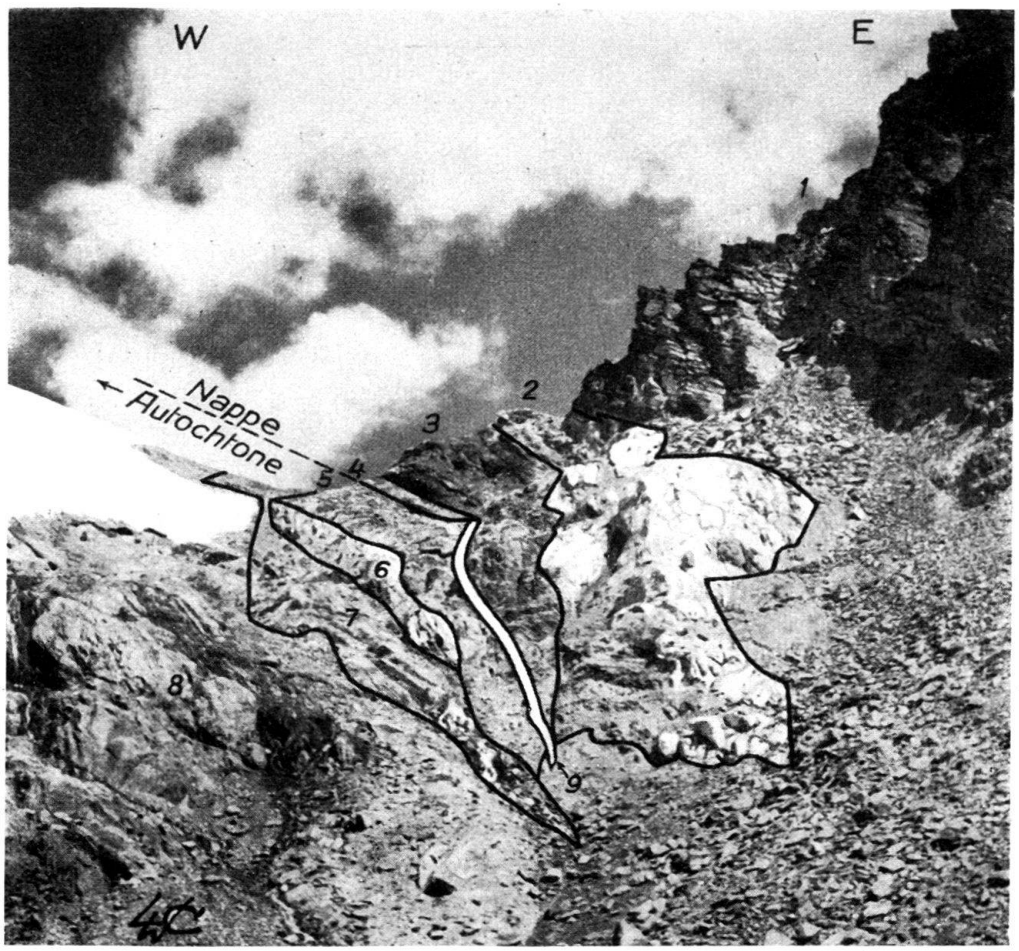

Fig. 1. Le versant Sud du Tennbachhorn.
Série renversée de la nappe de Morcles-Doldenhorn: 1 Paragneiss. — 2 Trias. 3 Lias. — 4 Dogger.
Autochtone: 5 Malm. — 6 Calcaires dolomitiques du Trias. — 7 Quartzites du Trias. — 8 Granite de Gastern. — 9 lame de quartzites du Trias supérieur, sous la nappe.

Au NE du sommet 3160 m., sur l'arête, entre l'Elwertätsch et le Sackhorn, nous avons noté sous les quartzites feuilletés du Trias de la nappe:

1. Brèche de base, à ciment dolomitique, en lentilles, 0,15 m. Rhétien.
2. Schistes noirs, 0,02 m. Rhétien.
3. Calcaires sableux, lités, 0,15 m. Rhétien.

Cette coupe, située à 2,2 km. au Sud de la première, montre les mêmes termes du Rhétien, plus étirés.

Du point de vue paléogéographique il est intéressant de constater que sur le versant Sud du massif de Gastern le Lias de la nappe ne dépasse pas au NE les Burstspitzen.

Dogger.

Le Dogger est celui de la nappe de Morcles. Bien que souvent très laminé, on reconnait toujours les calcaires échinodermiques dont la patine est plus foncée que celle du Malm.

Argovien.

Le Dogger, à la Sattlegi, passe à l'Argovien par des couches ferrugineuses jaunes qui pourraient être l'équivalent des oolithes ferrugineuses.

De petits lits de calcaires jaunâtres ou des lentilles jaunâtres indiquent le passage au Malm. Ce très beau faciès de remaniement de l'Oxfordien n'est représenté qu'à la Sattlegi.

Dans le vallon du Mühlebach, à l'W du Spalihorn (625,7/141,5) où le Dogger et le Malm sont bien exposés, on ne trouve pas le faciès ferrugineux de la Sattlegi et les calcaires échinodermiques passent insensiblement au Malm plus profond par des calcaires dont la patine, par bon éclairage, est légèrement plus jaunâtre que celle du Malm.

Malm.

Le Malm est semblable à celui de la Jungfrau, caractérisé par des calcaires en plaquettes, marmorisés, d'une patine d'un gris-bleu.

Calcaires dolomitiques. Le sommet du Malm est représenté par des calcaires dolomitiques, bien visibles dans l'Inneres Faflertal grâce à leur patine nettement blanche. Ils marquent ici le sommet de la série sédimentaire renversée du grand coin de granite. J'en fais l'équivalent stratigraphique des Graspassschichten de P. Arbenz et F. Müller qui en certaines localités de la Jungfrau indiquent aussi la limite entre le Malm et le Berriasien (Öhrlikalk). Dans l'Inneres Faflertal il s'agit de couches de vraies dolomies comme le montre l'analyse chimique, et non de brèches.

J'ai retrouvé ces couches dans l'Äusseres Faflertal, tectoniquement transformées en brèches. Il est probable que les lentilles blanches que l'on observe assez souvent dans le Malm de notre région marquent un faciès d'étirement des couches dolomitiques. Cependant il serait dangereux de tirer de leur présence la conclusion que l'on se trouve toujours à la limite entre le Jurassique et le Crétacé.

Ayant découvert les couches dolomitiques de l'Inneres Faflertal dans la dernière année de mes recherches, je n'ai pas eu le temps d'approfondir la question des lentilles blanches dans le Malm.

Berriasien (Öhrlikalk).

En série renversée de la nappe, on trouve dans l'Äusseres Faflertal sous les brèches dolomitiques des calcaires gris plus ou moins imprégnés d'oxyde de fer. Ce faciès déjà connu de Moesch dans la gorge de la Lütschine à Grindelwald et de Collet et Paréjas (bibl. 7) dans le Hörnli est daté par:

Heterodiceras Luci (Defr.), trouvé par Moesch.

2 ex. de *Berriasella subrichteri* Retowsky, trouvés par Paréjas à l'extrème pointe du sommet 2866 de l'arête du Hörnli.

Je n'ai pas trouvé le Berriasien en dehors de l'Äusseres Faflertal. C'est le terrain le plus jeune du versant Sud du massif de Gastern.

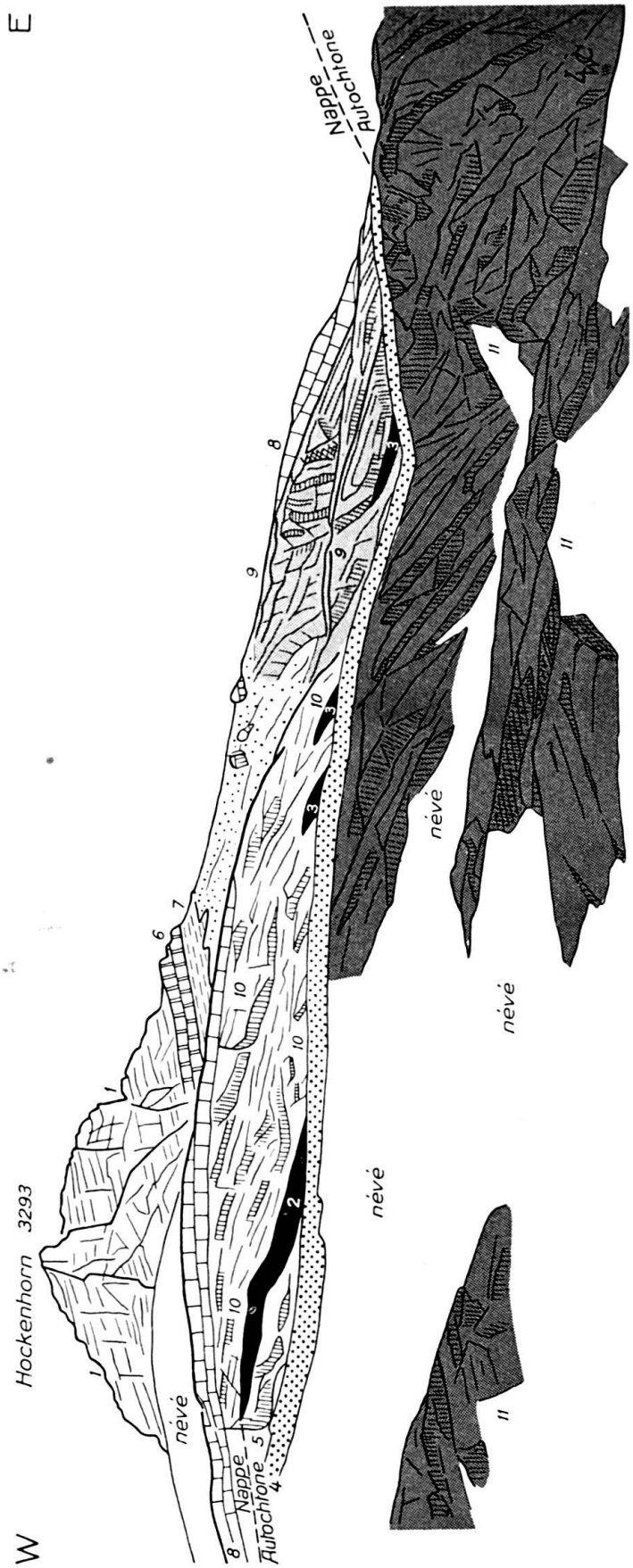

Fig. 2. Face Sud du Hockenhorn.

Série renversée de la nappe Morcles-Doldenhorn: 1 Paragneiss. — 6 Trias, calcaires dolomitiques. — 7 Lias supérieur. — 8 Dogger. — 9 Argovien. — 10 Malm.

2 Lame de granite mylonitisé, sous la nappe. — 3 Lames de quartzporphyres entrant dans le Malm.

Autochtone: 11 Granite de Gastern. — 4 Quartzites du Trias. — 5 Argiles du Trias.

Les Klippes du Gasterngrat.

Tous les sommets du Gasterngrat sont des Klippes de la nappe Morcles-Doldenhorn sur le massif granitique de Gastern.

Du SW au NE nous trouvons: le Klein Hockenhorn (3162 m.), le Hockenhorn (3293 m.), le Sackhorn (3212 m.), l'Elwertätsch (3208 m.), le Birghorn (3242,8 m.), le Tschingelhorn (3577 m.).

Le Hockenhorn.

(Fig. 2.)

Sur le socle de granite du massif de Gastern, directement au Sud du sommet, Collet et Paréjas ont trouvé, de bas en haut:

1. Les quartzites du Trias autochtone, supportant:
2. Quelques lentilles d'argiles et de grès du Trias autochtone.
3. Une lame de granite mylonitisé reposant directement sur les quartzites du Trias quand les argiles et grès manquent. L'épaisseur de cette lame varie à l'endroit où la photographie (fig. 3) a été prise de 1 m. à 3 m. La figure 4

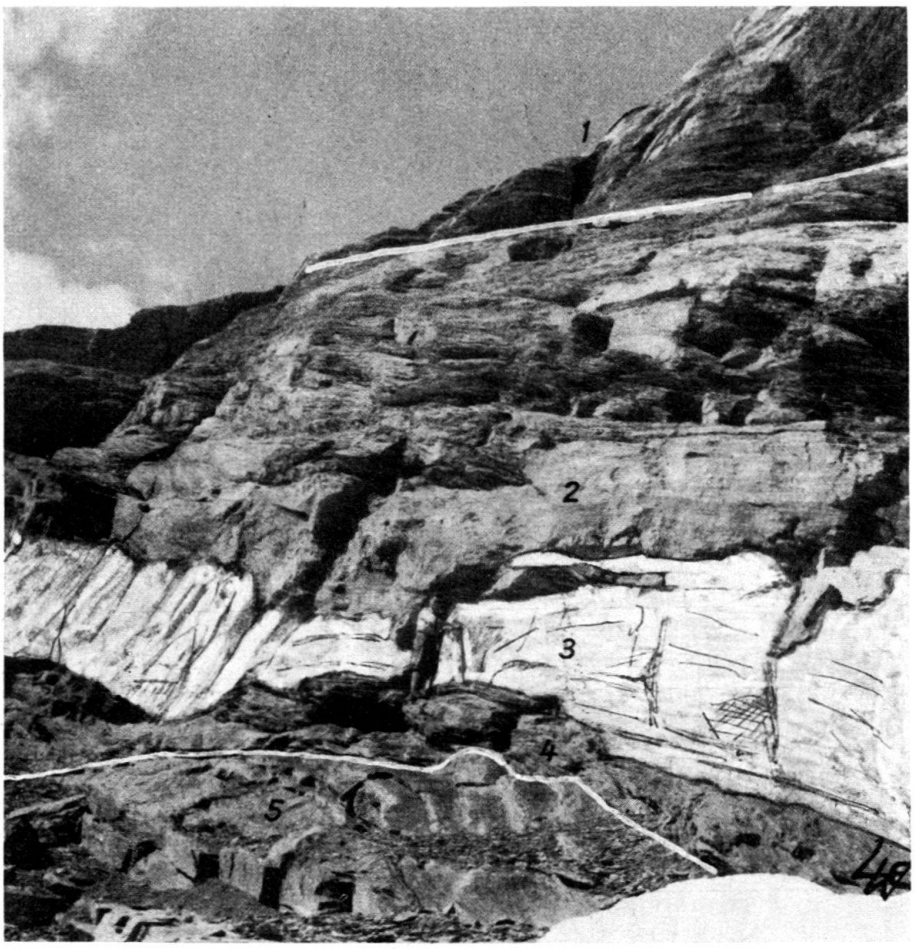

Fig. 3. La lame de granite du Hockenhorn.
1 Paragneiss. — 2 Malm. — 3 Lame de granite de Gastern reposant sur: 4 Argiles du Trias. — 5 Quartzites du Trias. Ces deux derniers termes appartenant à l'autochtone. On ne voit de la nappe que les termes 1 et 2.

montre le contact du granite avec le Malm chevauchant. Il semble que le granite injecte le Malm. Mais tel n'est pas le cas. En effet, il s'agit d'une pénétration tectonique du Malm de la nappe dans le granite mylonitisé et écaillé. J'ai rencontré ailleurs un phénomène semblable, mais moins beau qu'ici.

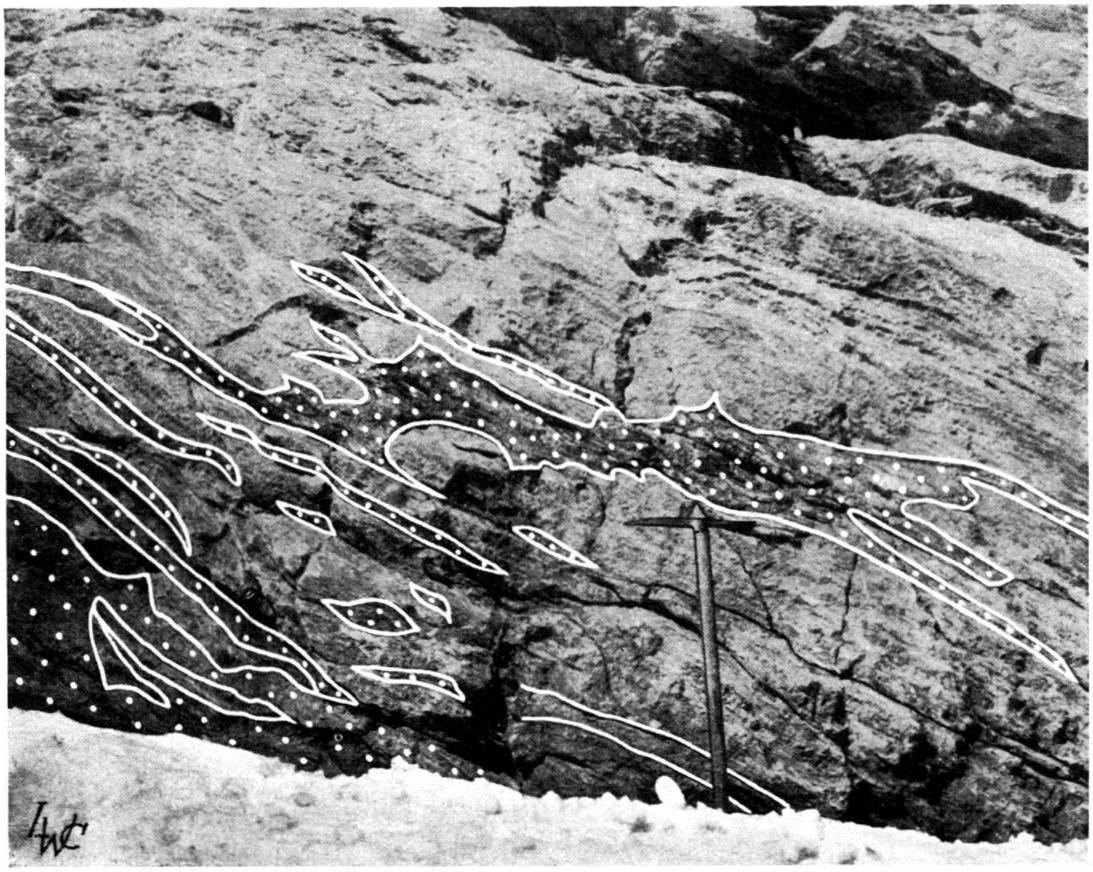

Fig. 4. La lame de granite du Hockenhorn au contact avec les calcaires du Malm. En gris: les calcaires du Malm. — En pointillé blanc entouré d'une ligne blanche: le granite mylonitisé. Un piolet sert d'échelle.

4. Du Malm dynamométamorphisé ou à son défaut de l'Argovien, représentant les couches les plus jeunes du sédimentaire renversé de la nappe de Morcles-Doldenhorn.
5. Des calcaires échinodermiques du Bajocien.
6. Des argiles calcaires, schisteuses, appartenant au Lias.
7. Des calcaires dolomitiques du Trias, en grande partie recouverts par le petit glacier qui se trouve entre le Klein Hockenhorn et le Hockenhorn.
8. Un chapeau de cristallin que Collet et Paréjas (bibl. 5) avaient attribué, sur le terrain, à des granites du type du sommet de la Jungfrau. L'étude faite sous le microscope par Th. Hügi a montré que tout le cristallin du sommet du Hockenhorn était formé par des paragneiss à chlorite et à biotite, des amphibolites et des gneiss à biotite se répétant plusieurs fois.

A quelques mètres à l'Est de la grande lame de granite (sous 3) on voit de petits coins de quartzporphyres (indiqués sur le dessin de la figure 2 de la

même manière que le granite) qui pénétrent dans le Malm ou l'Argovien de la nappe audessus d'une petite terrasse. La racine de ces coins se voit au bord Sud de la terrasse dans un coin de granite chevauchant des quartzites du Trias autochtone.

En résumé, le Hockenhorn est une klippe de la digitation inférieure de la nappe de Morcles–Doldenhorn qui, lors du déferlement de cette dernière, a enlevé des copeaux de granite ou de quartzporphyres au massif de Gastern et les a abandonnés sous le flanc renversé de la nappe.

Voyons maintenant quelles sont les klippes du Gasterngrat qui contiennent aussi une lame de terrains cristallins entre le Trias autochtone et la nappe:

C'est d'abord le **Point 3110 m.** où la lame de granite du Hockenhorn est remplacée par une lame de schistes chloriteux verts. Il en est de même au **Point 3188 m.** (bibl. 9), directement au NE du Birghorn. Ces schistes chloriteux verts appartiennent aux schistes cristallins de couverture du massif granitique de Gastern. Ici le coup de rabot n'a donc pas atteint le granite.

Au SE du **Tschingelhorn** dans un rocher sortant du glacier de 1945 à 1947 nous avons trouvé des lentilles de roche cristalline qui n'a pas été examinée sous le microscope. Sa position tectonique est la même que pour les klippes dont il vient d'être question.

Au **Sackhorn** à l'**Elwertätsch** et au **Birghorn** (fig. 5) la lame cristalline manque.

La racine de la klippe du Hockenhorn se trouve dans la région Hockenkreuz-Sattlegi.

Le Hockenkreuz est un promontoire de la base Sud du Hockenhorn, formé par des paragneiss du Lötschental.

La Sattlegi est le col entaillé au Nord du Hockenkreuz, dans les roches sédimentaires de la série renversée des paragneiss de la digitation inférieure de la nappe Morcles–Doldenhorn.

La découverte que j'ai faite dans les paragneiss du Hockenkreuz d'un synclinal droit, étroit mais profond, de quartzites et schistes argileux du Trias, prouve que c'est de ce synclinal que furent extravasés non seulement les calcaires dolomitiques du Trias moyen et supérieur, formant l'arête Hockenkreuz–Sattlegi, mais encore le sédimentaire renversé de la nappe. Ce dernier n'est visible que sur le versant NE de la Sattlegi.

Collet et Paréjas[3]) (bibl. 10) ont relevé la coupe suivante sur ce versant.

Autochtone.

1. Schistes cristallins rubéfiés du massif granitique de Gastern.
2. Quartzites massifs du Trias, 2,30 m., plongement 32° SE.
3. Calcaire dolomitique du Trias, 1 m. env.
4. Schistes argileux noirs (faciès des schistes à Equisetum) renfermant des lits et bancs de grès, puis un banc de calcaire dolomitique au milieu env. du complexe. Ce dernier se termine par des calcaires dolomitiques étirés en lentilles de 0,60 m. au max. Epaisseur totale: 8 m., Trias.

---

[3]) Dans cette note, les auteurs, faute de place, n'ont publié qu'un résumé de la coupe détaillée que nous donnons ici.

Nappe.

5. Calcaire schisteux, très écrasé, 1,40 m. Malm.
6. Calcaire blanc, marmorisé, avec éléments dolomitiques au sommet. Malm-Argovien, 2 m.
7. Calcaire bleuté, à taches jaunes et pellicules argileuses, renfermant des galets dolomitiques et un niveau ferrugineux, 0,25 m. Argovien-Callovien ?
8. Calcaire échinodermique bleuté, 0,40 m. Dogger.
9. Schistes argileux noirs, 1,70 m., Aalénien-Toarcien.
10. Calcaire échinodermique, bleu, à patine rousse, zoné, 1 m. } Pliensbachien
11. Schistes argileux noirs, très écrasés, lenticulaires, 0,80 m. au max., } Pliensbachien
12. Grès siliceux et calcaires, zonés, à patine rousse, 2 m., Lotharingien.
13. Calcaires arénacés en lits minces et schistes argileux noirs, 5 m., Sinémurien-Hettangien.
14. Calcaire dolomitique jaune, à pellicules vertes en lentilles, 1,30 m. au max., Trias sup. Ce niveau est en contact mécanique sur le N° 13.
15. Quartzites feuilletés, à lits de calcaire dolomitique, 1,70 m., Trias sup.
16. Brèche de base du Rhétien, en lentilles, 0,20 m. au max.
17. Calcaire sableux, en synclinal pincé, 0,90 m., Rhétien.
18. Brèche de base du Rhétien, renversée, 0,20 m. au max.
19. Quartzites feuilletés, 2 m., Trias sup.
20. Schistes argileux noirs, 0,60 m., Trias sup.
21. Schistes argileux verts et calcaires dolomitiques schisteux, 1,60 m., Trias sup.

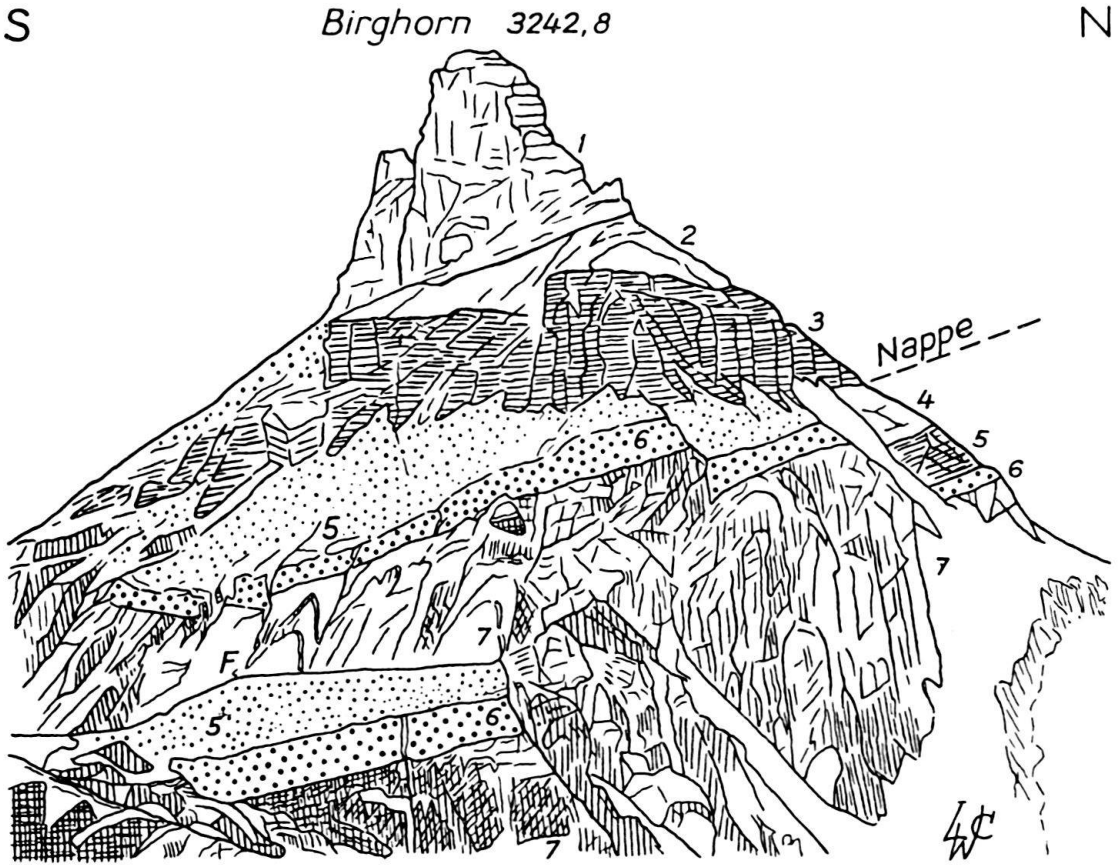

Fig. 5. Versant Est du Birghorn.
Série renversée de la nappe: 1 Paragneiss. — 2 Trias, calcaires dolomitiques. — 3 Malm. Autochtone: 7 Granite de Gastern. — 6 Quartzites du Trias. — 5 Argiles du Trias, en grande partie recouvertes par des éboulis. — 4 Calcaires dolomitiques du Trias, seulement sur le versant Nord; sur le versant Sud, ils ont été enlevés par la nappe. F: Faille.

22. Calcaire dolomitique jaune, 3 m. env., Trias moy., cœur d'anticlinal.
23. Schistes argileux noirs, brillants, 1,10 m., Trias sup.
24. Quartzites feuilletés, visibles sur 2 m., Trias sup.
25. Schistes noirs argileux, 6 m., Hettangien-Sinémurien.
26. Quartzites et schistes, 2 m., Lotharingien. Ce niveau constitue le cœur d'un synclinal pincé.
27. Schistes argileux noirs, 1,20 m., Hettangien.
28. Calcaires sableux, en bancs, 0,70 m., Rhétien.
29. Quartzites feuilletés, 1,30 m., Trias sup.
30. Schistes argileux noirs, 0,40 m., Trias sup.
31. Schistes argileux et calcaire dolomitique, 0,90 m., Trias sup.
32. Calcaire dolomitique à patine jaune, visible sur 1,70 m., Trias, éboulis.

Le synclinal de quartzites et de schistes argileux du Trias, dont il a été question précédemment, traverse la crête Sattlegi–Hockenkreuz vers le SW en diminuant rapidement de profondeur. Le flanc renversé de l'anticlinal qui lui fait suite passe à un plan de chevauchement dans les paragneiss de la nappe. Plus au Nord, deux écailles de quartzites du Trias jalonnent encore deux plans de chevauchement dans les paragneiss de la nappe. La série du sédimentaire renversé que nous venons d'étudier sur le versant NE de la Sattlegi n'existe donc pas sur le versant SW, ce qui s'explique par des phénomènes d'étirement en longitudinale, phénomènes fréquents le long de l'axe de la nappe, sur le versant Sud du massif de Gastern.

Conclusions: La liaison tectonique entre la Klippe du Hockenhorn et la série renversée Sattlegi-Hockenkreuz ne fait pas de doute, car la nappe a été enlevée par l'érosion seulement sur environ 1,3 km., distance sur laquelle seul le cristallin de Gastern affleure.

Le Lias déjà formidablement écrasé dans le profil Sattlegi–Hockenkreuz n'est plus représenté au Hockenhorn que par des schistes de sa partie supérieure. Ce phénomène n'est pas rare dans la nappe sur le versant Sud du massif de Gastern.

L'Inneres Faflertal.

(Fig. 6.)

La géologie de l'Inneres Faflertal est conditionnée par **2 coins de granite** pénétrant dans la large bande de sédimentaire qui sépare le granite de Gastern des paragneiss du Breithorn.

Théoriquement nous devons donc trouver dans le sédimentaire de l'Inneres Faflertal les éléments sédimentaires suivants:

1. Le sédimentaire de couverture du granite de Gastern ou de ses schistes cristallins.
2. Le sédimentaire parautochtone appartenant aux coins de granite.
3. Le sédimentaire renversé sous les paragneiss du Breithorn ou sédimentaire de la nappe.

Le comportement du sédimentaire.

A. LE SÉDIMENTAIRE DE COUVERTURE DU MASSIF DE GASTERN.

Ce sédimentaire est rarement complet. En effet, il a souvent été en partie râclé par le déferlement des éléments tectoniques susjacents ou réduit à tel point

que le Malm autochtone repose directement sur le granite, comme sur le versant droit de l'Inneres Faflertal.

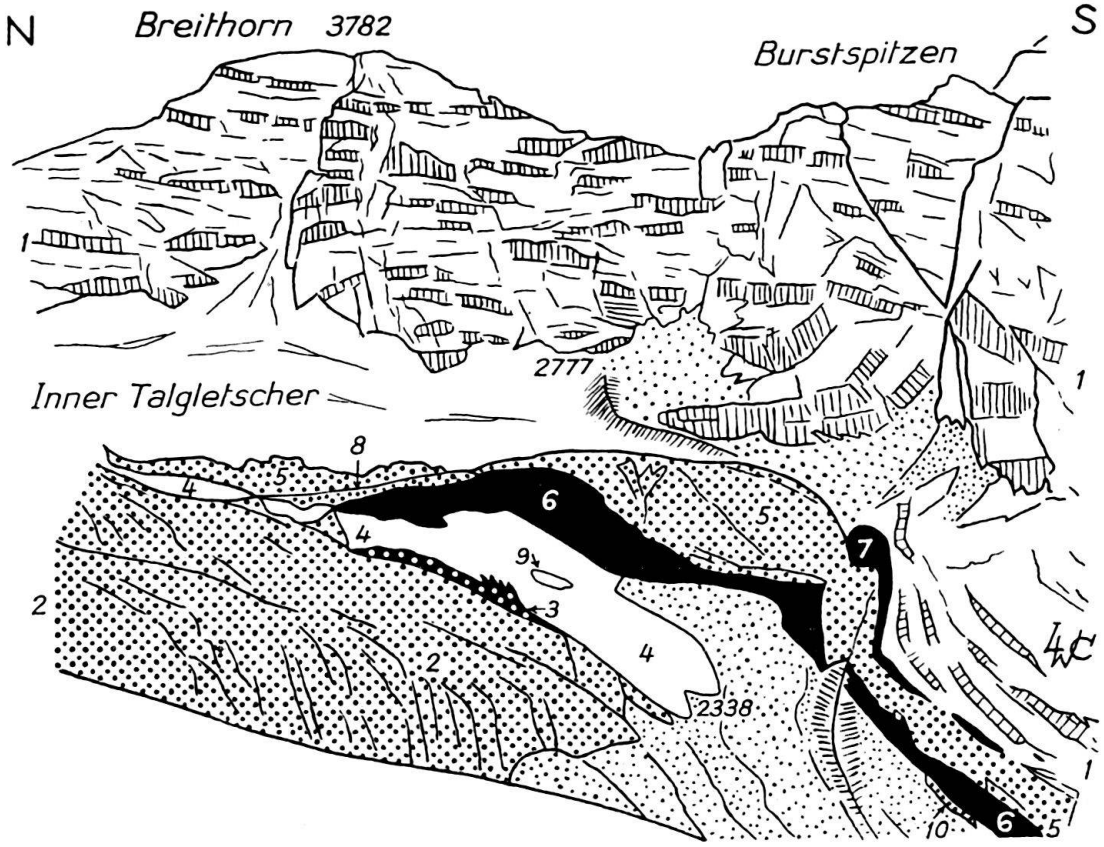

Fig. 6. L'Inneres Faflertal et son grand coin de granite de Gastern, vu de l'Ouest.
1 Paragneiss. — 2 Granite de Gastern. — 3 Autochtone sédimentaire. — 4 Parautochtone sédimentaire. — 5 Le grand coin de granite de Gastern. — 6 Série sédimentaire renversée complète, du Trias au Jurassique sup., du grand coin de granite (5). — 7 Sédimentaire renversé de la nappe (Trias et Malm), sous les paragneiss. — 8 Vire aux chamois. — 9 Lentille complexe de granite (voir texte). — 10 Coin inférieur de granite.
Durant l'été 1947, le grand coin de granite (5) s'est considérablement agrandi en longueur et en surface vers le Nord, par suite de la fonte de la partie frontale de l'Innerer Talgletscher.

La zone de décomposition permienne (Aufbereitungszone) existe toujours à la surface du cristallin (granite ou schistes cristallins), plus ou moins développée. Il arrive que les sédiments de cette zone pénètrent d'une façon très compliquée dans les calcaires dolomitiques du Trias susjacent (fig. 7).

B. LE SÉDIMENTAIRE PARAUTOCHTONE DES COINS DE GRANITE.

Dans l'Inneres Faflertal nous notons un nouveau fait d'observation: **la présence du Lias.** Jusqu'ici ce dernier terrain n'avait été trouvé que dans la nappe.

Nous avons eu l'occasion, Paréjas et moi, d'attirer l'attention dans notre mémoire sur la Jungfrau sur le comportement des coins de cristallin qui ont pénétré dans le sédimentaire. En effet, quand ces derniers sont de peu d'épaisseur ils sont facilement sectionnés par la marche des éléments tectoniques supérieurs et apparaissent ainsi comme des trains de lentilles de cristallin que l'on peut suivre

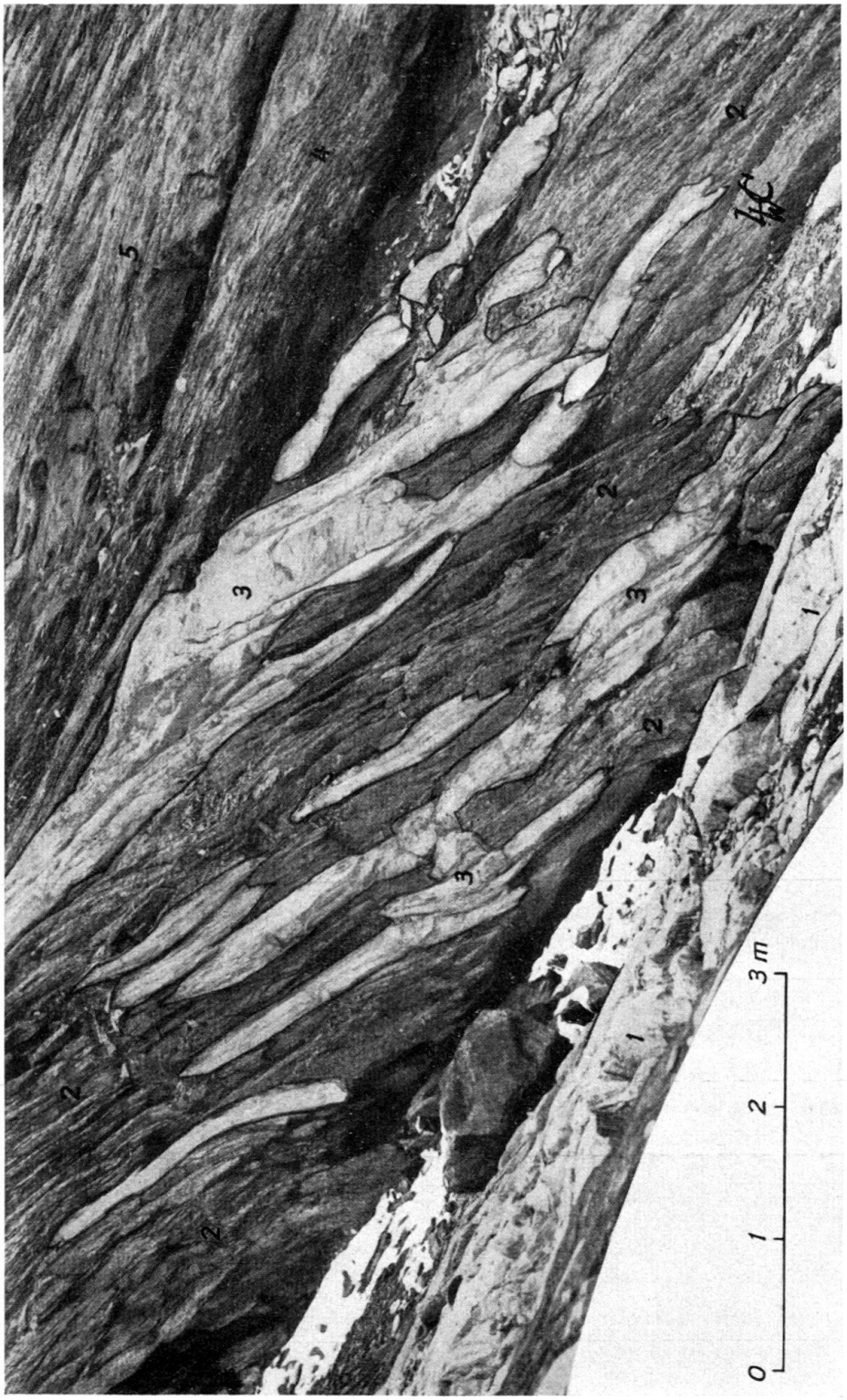

Fig. 7. Au contact du granite de Gastern et du Trias autochtone, dans l'Inneres Faflertal.
1 Granite de Gastern. — 2 Roches de la zone de décomposition superficielle du granite (Aufbereitungszone) pénétrant dans les calcaires dolomitiques du Trias 3, par suite du déferlement de la nappe de Morcles–Doldenhorn. — 4 Dogger. — 5 Malm.

pendant plusieurs kilomètres sur les plans de chevauchement. Dans certains cas, comme au Schwarz Mönch, les plans de chevauchement sont visibles à distance bien que ne contenant pas de lentilles de cristallin.

Dans l'Inneres Faflertal, dans beaucoup de cas, les plans de chevauchement sont soulignés par des calcaires dolomitiques jaunâtres mais dans d'autres les plans ont été effacés par un dynamométamorphisme très puissant, surtout lorsque des calcaires du Malm viennent en contact les uns avec les autres. Ainsi il est difficile de dire si l'on se trouve en présence d'une série normale ou renversée.

Sur la base de ces observations on arrive à la conclusion que plus un coin de cristallin est petit plus il a été généralement décollé de son sédimentaire. Mais ce sédimentaire ne disparaît pas, on le retrouve en lentilles, souvent pas plus grosses que le poing ou la main, dans des roches sédimentaires où de prime abord on se demande ce qu'elles y font. Un examen détaillé des environs ne tarde généralement pas à conduire à la découverte d'autres lentilles, peut-être stratigraphiquement différentes, jalonnant un plan de chevauchement autrement indéterminable.

Il m'est arrivé de trouver enrobée dans du Malm, que j'estimais normal, une lentille pas plus grosse que le poing, d'un quartzite dont les grains ont une régularité admirable. Il s'agit probablement d'une lentille de quartzites du Trias égrenée sur un plan de chevauchement secondaire, dont la trace a lithologiquement disparu.

Je ne suis jamais allé dans la grande zone de sédimentaire de l'Inneres Faflertal sans trouver du nouveau.

Il va de soi que plus un coin de cristallin est important plus il y a de chances pour que son sédimentaire renversé soit complet, quand bien même il serait replissé. Si je parle du sédimentaire renversé c'est qu'ici, comme à la Jungfrau, les coins de cristallin procèdent de plis.

C. LE SÉDIMENTAIRE RENVERSÉ SOUS LES PARAGNEISS DU BREITHORN OU LE SÉDIMENTAIRE DE LA NAPPE.

En 1929, Collet et Rosier (bibl. 6) ont montré que dans l'Inneres Faflertal le sédimentaire de la nappe, renversé, était représenté sur rive gauche par un gros

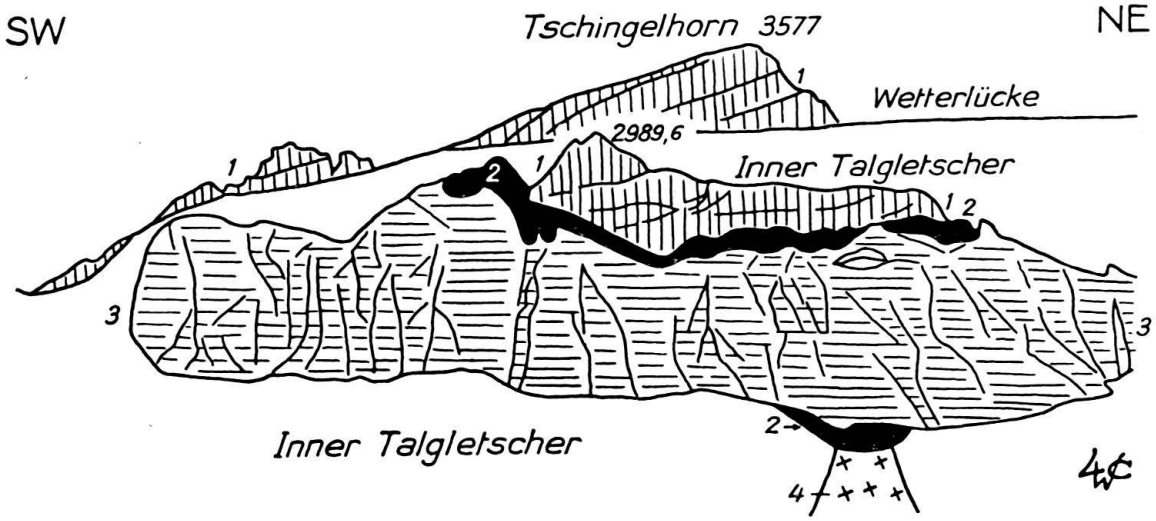

Fig. 8. La paroi du Point 2989, 6 m, sortant du glacier au Sud du Tschingelhorn.
Nappe: 1 Paragneiss. — 2 Calcaires dolomitiques du Trias. — 3 Malm. —
Autochtone: 2 Calcaires dolomitiques du Trias. — 4 Granite de Gastern.

affleurement, à l'altitude d'environ 2480 m., de calcaires dolomitiques du Trias et que des lentilles de Trias et de Malm marmorisés se voient aux altitudes de 2440, 2380 et 2315 repérant le plan de chevauchement à la base des paragneiss des Burtspitzen vers le Sud. Vers le Nord, les moraines, éboulis et le glacier masquent le plan de chevauchement de la nappe. Par contre, sous le Tschingelhorn, versant Sud, nous avons trouvé le sédimentaire renversé des paragneiss (fig. 8).

Quand on considère l'énorme épaisseur du sédimentaire sur le versant Nord du Tschingelhorn et du Breithorn, on se rend compte que le sédimentaire de la nappe manquant dans l'Inneres Faflertal doit être accumulé en grande partie au Lauterbrunnen–Wetterhorn.

D. LES COINS DE GRANITE.

Les coins de granite sont au nombre de deux. C'est sur la rive gauche de l'Inneres Faflertal que l'on peut le mieux étudier ces phénomènes tectoniques.

Les deux coins de granite se voient dans les rochers les plus bas, directement à l'Est du mot Glaserbalm, avec leur sédimentaire, une quarantaine de mètres au dessus du torrent.

Le coin inférieur de granite possède des quartzites renversés recouvrant plus à l'amont des calcaires dolomitiques du Trias.

Le coin supérieur de granite possède des calcaires dolomitiques du Trias renversés, mais les quartzites manquent.

Si l'on étudie les deux coupes ci-dessous, levées par Collet et Paréjas dans le sédimentaire entre les deux premiers coins de granite on voit qu'à l'amont (coupe 1) le sédimentaire ne contient pas de Lias, alors que dans la coupe aval (coupe 2) le Lias inférieur et moyen sont représentés:

COUPE 1

De bas en haut:

1. Cristallin (granite) du coin inférieur.
2. Dogger, calcaires échinodermiques, 5,60 m.
3. Callovien, oolithes ferrugineuses, 1 m.
4. Argovien, calcaires plaquetés à taches ocreuses, 3 m.
5. Malm, calcaires en plaquettes, 3 m. env.
6. Argovien, calcaires plaquetés à taches ocreuses, 1 m. env.
7. Trias, calcaires dolomitiques, 2 m. visible et éboulis.
8. Cristallin (granite) du coin supérieur.

COUPE 2

A l'extrémité aval, complétant la précédente à partir du Malm N° 5 de la coupe 1:

5. Malm, dans la paroi, calcaires plaquetés.
6. Argovien, id., calcaires plaquetés, très ferrugineux à la base 0,10 m.
7. Dogger, calcaires échinodermiques grossiers, 1,50 m.
8. Trias, calcaires dolomitiques, 4 m.
9. Lias inférieur (Rhétien, Hettangien, Sinémurien), schistes argileux plus ou moins gréseux, avec lits à patine dolomitique, 2,70 m.
10. Lias moyen (Lotharingien), grès et quartzites à patine rousse avec intercalations de schistes noirs, 1,70 m.
11. Eboulis sur 2,50 m., 15 m. plus à l'aval: Trias, calcaires dolomitiques.
12. Cristallin du deuxième coin.

La combinaison des coupes 1 et 2 montre:

la présence d'une écaille de Trias, Lias inférieur et moyen chevauchant un synclinal de Malm dont on voit la charnière, même de loin par bon éclairage.

SUR RIVE DROITE, COUPE 3.

La piste conduisant au Petersgrat, suit du sédimentaire à la base de la paroi de paragneiss; on y voit, de haut en bas:

1. Paragneiss.
2. Trias, lambeaux de quartzites.
3. Trias, calcaires dolomitiques écrasés.
4. Hettangien-Sinémurien, schistes argileux noirs et calcaires.
5. Lotharingien, quartzites.
6. Argovien, calcaires à taches ocreuses.

Dans l'Inneres Faflertal la petite paroi, directement à l'Est du mot Glaserbalm, dans laquelle nous avons trouvé les deux coins de granite, ne tarde pas vers le Nord à disparaître sous des éboulis et de la moraine. De petits affleurements, tantôt de granite tantôt de sédimentaire, s'y voient ça et là. En montant en direction des Burstspitzen nous arrivons à une ravine épousant une belle flexure marquée à la fois dans le coin supérieur de granite et son sédimentaire renversé.

Le 2ème coin de granite est de beaucoup l'élément parautochtone le plus important. On peut le suivre en le longeant sur environ 1 km, en foulant sa surface supérieure. Dans sa plus grande épaisseur il mesure de 50 à 75 m., et s'amenuise jusqu'à 5 m. au moment où il atteint l'Inn. Talgletscher. Un plan de chevauchement horizontal le subdivise alors en deux parois. Une vire suit ce plan de l'Est à l'Ouest. Nous lui avons donné le nom de vire aux chamois, car c'est là le principal passage que ces animaux utilisent pour franchir la paroi du 2ème coin et gagner les solitudes de la partie Ouest de l'Inneres Faflertal (N° 8 de la figure 6).

Nous avons trouvé sur la vire aux chamois une brèche tectonique intéressante sur laquelle nous reviendrons un jour.

Le sédimentaire renversé du 2ème coin de granite est bien développé. Le Trias est complet. Les calcaires dolomitiques étant trop rigides pour s'adapter à l'étirement des quartzites de base et au plissement des schistes argileux intermédiaires se sont cassés en énormes blocs. Malgré un aspect chaotique, ces blocs épousent ici et là certains des plis des schistes, très grossièrement. Le Jurassique renversé est complet. Les oolithes ferrugineuses du Callovo-Oxfordien, extrêmement écrasées, prennent une patine violacée, mais ne sont reconnaissables qu'en coupe mince. La partie tout à fait supérieure du Malm est déterminée par des couches dolomitiques à patine blanche. Une question se pose alors: les couches dolomitiques qui paraissent terminer la série sédimentaire renversée du 2ème coin de granite appartiennent-elles réellement à une série renversée? Ne seraient-elles pas la terminaison d'une écaille sousjacente en succession normale? Une autre solution serait d'envisager les couches dolomitiques situées entre deux Malm comme jouant en synclinal?

J'ai cherché en vain la présence des calcaires berriasiens à inclusions ferrugineuses (Öhrlikalk) des deux côtés des couches dolomitiques. Mes observations du terrain me conduisent à envisager les calcaires dolomitiques comme représentant la partie supérieure du sédimentaire renversé du 2ème coin de granite.

En remontant le torrent qui coule le long du contact entre le granite de Gastern et sa couverture sédimentaire, à partir de l'altitude d'environ 2490 m., on voit une série de complications qui ont affecté le sédimentaire. Tout d'abord c'est la

pénétration de lames de la zone de décomposition permienne dans les calcaires dolomitiques du Trias (fig. 7), au pied de la falaise de rive gauche du torrent.

Tout près de là, couronnant la falaise de rive gauche, se dessine une lentille complexe de granite emballée dans du Malm. Elle mesure 36 m. de long et 10 m. d'épaisseur (fig. 9).

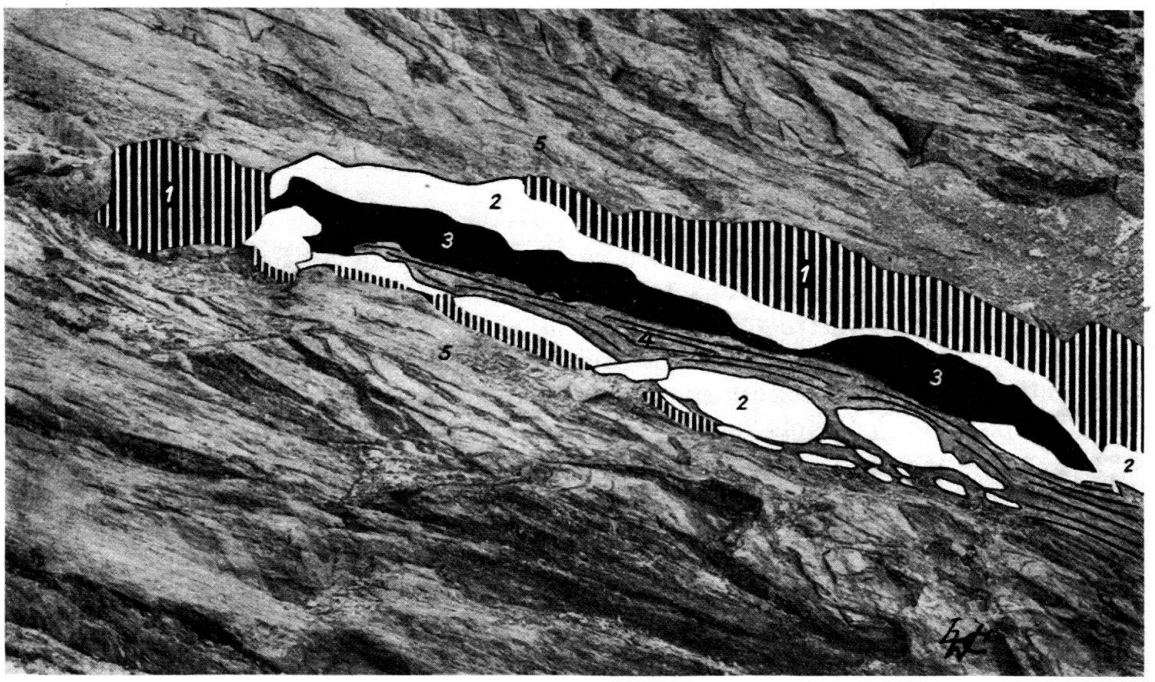

Fig. 9. Lame complexe de granite dans le parautochtone sédimentaire. Altitude: 2490 m.
1 Granite de Gastern. — 2 Calcaires dolomitiques du Trias. — 3 Zone mylonitique noire, contenant de petits fragments de granite, argiles du Trias et calcaires dolomitiques. — 4 Dogger écrasé. — 5 Malm écrasé emballant la lame complexe. Longueur de la lame complexe 36 m. Epaisseur environ 10 m.

Cette lentille est formée de bas en haut:

1. d'un train de petites lentilles de granite,
2. d'un train de lentilles plus grosses de calcaires dolomitiques du Trias,
3. de calcaires foncés du Dogger que surmonte:
4. une formation noire représentant une zone d'écrasement dans laquelle on reconnaît encore de petits fragments de granite, de schistes et de calcaires dolomitiques du Trias,
5. Des calcaires dolomitiques du Trias à patine d'un blanc jaunâtre et, formant la crête de la lentille:
6. une barre de granite.

Le dessin de la figure 9 calqué sur une photographie représente cet intéressant accident tectonique[4]).

---

[4]) Lugeon (bibl. 16) nous a tout dernièrement ouvert une nouvelle voie en attribuant les lames de granite de Salanfe et de Morcles à des glissements sous-marins dans la mer de la fin du Nummulitique. La question suivante se pose alors naturellement: la *lentille complexe de granite* de la figure 9, dont j'ai fait plus haut *un accident tectonique*, ne serait-elle pas due à un *éboulement dans la mer du Malm* ? Sur la base de cette hypothèse de travail, je vais reprendre l'étude détaillée du sédimentaire (Malm ?) qui emballe la dite lentille. (*Note intercalée pendant l'impression.*)

Le bloc de granite de l'extrémité gauche de la figure paraît s'être détaché de la barre supérieure de granite. Les strates du Malm dans lequel ce bloc est en grande partie emballé épousent sa forme comme s'il était tombé dans une matière molle.

Nous avons dans cette lentille une complication apparue plus bas dans le premier coin de granite qui s'avère subdivisé en deux parties. La grosse dalle de granite, se poursuit jusqu'à environ 2600 m. d'altitude par un train de lentilles.

La lentille complexe dont il a été question plus haut est entourée de Malm et grâce à des trains de lentilles de calcaires dolomitiques au nombre de deux nous arrivons à la constatation que le sédimentaire de couverture du granite de Gastern est pour le moins subdivisé en trois écailles entre ce dernier et le sédimentaire renversé du 2ème coin de granite.

Le résultat principal de la révision de la géologie de l'Inneres Faflertal est **la présence d'un 2ème coin de granite avec une série renversée de sédimentaire.** Le problème qui se pose maintenant est: que devient ce nouvel élément tectonique vers le NE, c'est-à-dire vers la Jungfrau?

La première chose à faire est d'étudier le versant SE du Breithorn et de suivre le comportement de la zone de sédimentaire qui arrive au Schmadrijoch.

Conclusions:
Effets de l'affrontement de la nappe de Morcles-Doldenhorn et du massif de Gastern.

A. Coups de rabot.

Nous avons vu précédemment, en parlant des klippes du Gasterngrat que la nappe de Morcles-Doldenhorn avait raboté la surface du massif de Gastern, lui enlevant ainsi soit des lames ou copeaux de schistes chloriteux verts soit une lame de granite (Hockenhorn).

Ce phénomène est différent de celui décrit pour la première fois par LUGEON à la Dent de Morcles, puis par DE LOYS à Salanfe.

Cette différence est d'autant plus grande si l'on admet avec LUGEON (bibl. 16) que les lames de granite de la Dent de Morcles et de Salanfe n'appartiennent plus à un élément tectonique séparé mais doivent être envisagées comme représentant des masses glissées sur le talus sous-marin de la fin de la mer nummulitique. Cette nouvelle idée de LUGEON est extrèmement intéressante.

B. Phénomènes d'étirement?

COLLET et PARÉJAS ont fait remarquer dans leur mémoire sur la Jungfrau qu'une série normale de Trias, Dogger et Malm avait été réduite à 2,5 m. d'épaisseur.

Au Ferdenrothorn, PARÉJAS a obtenu une épaisseur de 500 m. pour le Lias complet. 5,5 km. au NE le Lias complet ne mesure plus que 10 m. On m'objectera peut-être qu'il s'agit dans le dernier cas d'une réduction stratigraphique. J'en doute car toutes les caractéristiques pétrographiques des divers termes du Lias se retrouvent, mais formidablement diminuées. Des études microscopiques détaillées vaudraient la peine d'être entreprises et nous renseigneraient d'une manière plus sûre que des observations de terrain.

Au pied Nord du Tellihorn (Fig. 10) on voit le sédimentaire renversé de la nappe de Morcles-Doldenhorn écrasé entre le Trias des porphyres de Gastern et les paragneiss de la nappe.

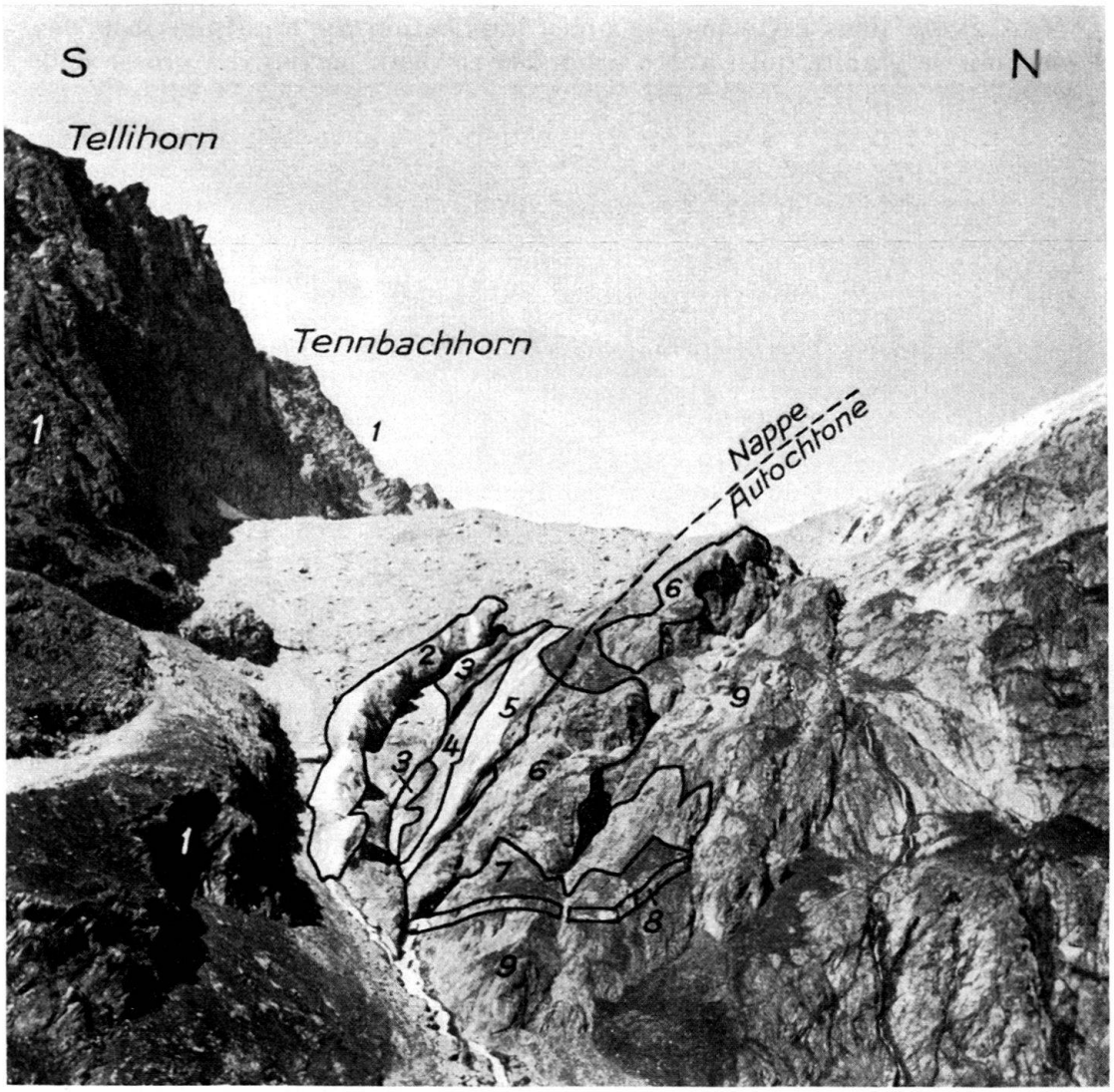

Fig. 10. Réduction, à moins de 50 m d'épaisseur, du sédimentaire de la nappe de Morcles–Doldenhorn au Nord du Tellihorn.
Nappe de Morcles–Doldenhorn. 1 Paragneiss du Tennbachhorn–Tellihorn. — 2 Trias, calcaires dolomitiques et corgneules. — 3 Lias complet. — 4 Dogger, Callovo-Oxfordien, Argovien. 5 Malm.
Autochtone. 6 Calcaires dolomitiques du Trias. — 7 Argiles du Trias. — 8 Quartzites du Trias. 9 Porphyres du massif de Gastern (Swiderski).

C. Echardes de calcaires dolomitiques du Trias dans les paragneiss de couverture du massif granitique de Gastern.

Un autre effet de l'avance de la nappe de Morcles sur le massif de Gastern se voit entre les deux torrents (625,5/141,5) de la partie supérieure du vallon du Mühlebach; il s'agit de deux lentilles de calcaires dolomitiques du Trias dans les

paragneiss de couverture du granite de Gastern. La plus basse, en altitude, est complètement enrobée dans les paragneiss tandis que la plus élevée apparaît en faux synclinal fermé au Sud. Ces deux lentilles de Trias supérieur autochtone ont pénétré, telles des échardes, dans les paragneiss. Il me semble qu'il y a eu tout d'abord, durant l'avance de la nappe, un décollement de calcaires dolomitiques dont une lentille trainée par la nappe a pénétré dans les paragneiss sous-jacents dont la surface était bosselée.

Une duplicature locale se voit dans le Trias autochtone; elle a dû sûrement faciliter l'extrusion de lentilles de calcaires dolomitiques. Je n'ai pas pu vérifier ce phénomène ailleurs vu la rareté de grandes surfaces de paragneiss.

D. Chevauchements secondaires dans les paragneiss de la nappe marqués par des lentilles de calcaires dolomitiques.

CAS DES TELLISPITZEN.

Ce phénomène tectonique est visible sur les deux côtés de l'arête des Tellispitzen, mais est particulièrement bien exposé sur le versant Ouest, sur le sentier conduisant au Petersgrat, à l'altitude d'environ 2800 m. Sur la droite en montant on voit à la base de la paroi des Tellispitzen un paquet de calcaires dolomitiques du Trias réduit à zéro vers la gauche. Ce Trias souligne un plan de chevauchement. Vers le Nord de petites lentilles de calcaires dolomitiques apparaissent sur le plan de chevauchement. Ce dernier atteint un couloir dû à une petite faille, puis toujours très marqué dans les paragneiss, mais sans intercalations de calcaires dolomitiques, se termine à l'extrémité Nord des Tellispitzen.

CAS DES KRINDELSPITZEN

Le profil des Krindelspitzen est caractérisé par une masse de calcaires dolomitiques du Trias, de la série renversée de la nappe, décollée des paragneiss sus-

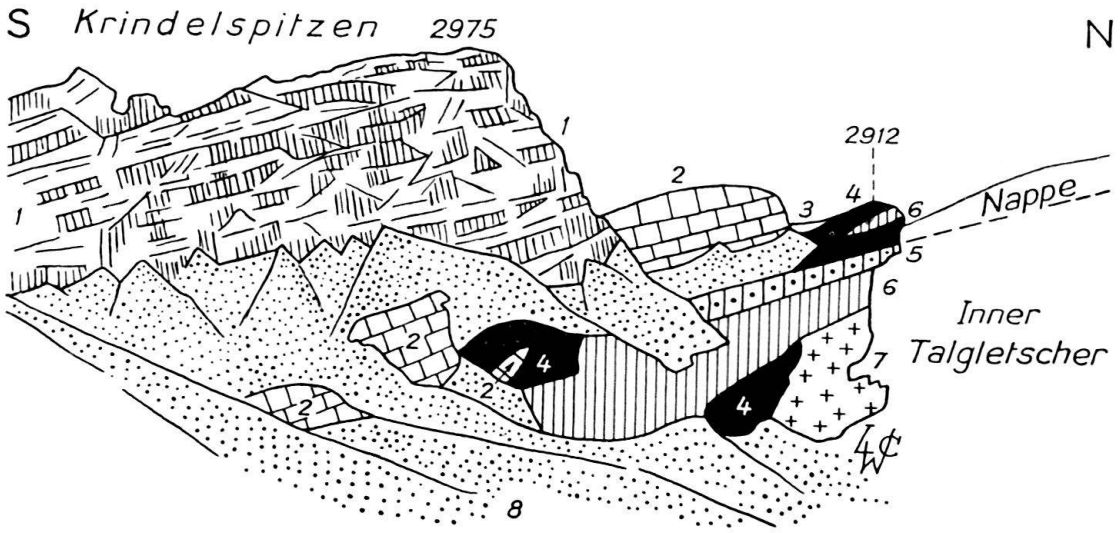

Fig. 11. Le versant Est des Krindelspitzen.
Nappe : 1 Paragneiss. — 2 Calcaires dolomitiques du Trias. — 3 Lias inf. — 4 Dogger. — 6 Malm.
Anticlinal parautochtone couché : 2 Calcaires dolomitiques du Trias formant cœur, entouré de: 4 Dogger et de 5 Argovien.
Autochtone : 7 Granite de Gastern. — 4 Dogger. — 6 Malm. — 8 Moraines et éboulis.

jacents, chassée vers le Nord alors que son mouvement freinait l'avance des paragneiss. Le résultat de cette affaire fut que la masse de calcaires dolomitiques primitivement sous-jacente aux paragneiss leur est actuellement juxtaposée, au Nord (fig. 11).

Dans le cas précédent nous avions affaire à des paragneiss venant du Sud entraînant sous eux des calcaires dolomitiques chevauchant une épaisse lame de paragneiss, alors qu'ici ce sont les calcaires dolomitiques renversés qui se décollent et déferlent vers le Nord en envoyant de petites échardes dans les paragneiss sus-jacents (fig. 12).

Fig. 12. Ecailles de calcaires dolomitiques du Trias dans les paragneiss du versant Ouest des Krindelspitzen.
Les calcaires dolomitiques se détachent en blanc.

Ces deux exemples montrent la grande mobilité des calcaires dolomitiques du Trias de la nappe. Nous avons déjà noté un fait semblable dans les paragneiss de la couverture du granite de Gastern.

E. **Coins de granite du type Jungfrau.**

Ces coins, comme je l'ai montré par l'exemple du coin supérieur de l'Inneres Faflertal, procèdent de synclinaux. Ils ne tardent pas à se décoller de leur sédimentaire renversé et à le dépasser. Les brèches tectoniques de la vire aux chamois (p. 275) contiennent en effet des éléments de calcaires dolomitiques entraînés et mélangés aux éléments de granite.

Ces coins du type Jungfrau sont donc bien différents des lames du type de Morcles et de Salanfe.

Bibliographie.

1. BUXTORF, A. und TRUNINGER, E., Über die Geologie der Doldenhorn-Fisistockgruppe und den Gebirgsbau am Westende des Aarmassivs. Verhandl. d. Naturf. Ges. in Basel. Bd. XX, H. 2. 1909.
2. LUGEON, MAURICE, Les Hautes Alpes Calcaires entre la Lizerne et la Kander. Matériaux Carte géol. suisse. Nouv. série. Liv. 30, Fasc. 1. 1914.
3. SWIDERSKI, B., La partie occidentale du Massif de l'Aar entre la Lonza et la Massa. Matériaux Carte géol. Suisse. N.S. Liv. 47, 1re partie. Berne. 1919.
4. KREBS, J., Geologische Beschreibung der Blumlisalpgruppe. Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz N.F. 54 Lief. Bern 1925.
5. COLLET, L. W., et PARÉJAS, ED., La géologie du Hockenhorn. Eclogae geologicae Helvetiae. Vol. 22, p. 61—62, 1929.
6. COLLET LÉON W. et ROSIER, GEORGES, Un nouveau coin de cristallin dans l'Inner Faflertal. C.R. Soc. de physique et d'histoire naturelle de Genève. Vol. 46, N° 1, p. 57—58. 1929.
7. COLLET, LÉON W. et PARÉJAS, EDOUARD, Géologie de la Chaîne de la Jungfrau. Matériaux Carte géologique Suisse. N.S, 63 Liv. Berne. 1931.
8. TAVEL, HANS VON, Stratigraphie der Balmhorngruppe. Mitteilungen der Naturforsch. Gesell. in Bern 1936. Verlag Paul Haupt, Bern 1937.
9. COLLET, LÉON W., La géologie du Birghorn. C.R. Soc. de physique et d'histoire naturelle de Genève Vol. 62. N° 1, p. 20—21. 1945.
10. COLLET, LÉON W. et PARÉJAS, EDOUARD, La géologie de la région Hockenkreuz-Sattlegi. C.R. Soc. de physique et d'histoire naturelle de Genève. Vol. 62. N° 1, p. 22—23. 1945.
11. COLLET, LÉON W., Note préliminaire sur les Ammonites du Pliensbachien au Ferdenrothorn. C.R. Soc. de physique et d'histoire naturelle de Genève. Vol. 63. N° 1. p. 49—50. 1946.
12. PARÉJAS, EDOUARD, Sur le Trias du vallon d'Oberferden. C.R. Soc. de physique et d'histoire naturelle de Genève. Vol. 63, N° 1, p. 51—52, 1946.
13. PARÉJAS, EDOUARD, Indices d'une orogenèse dans le Lias moyen du Ferdenrothorn (Lötschental) et autres observations. C.R. Soc. phys. et hist. nat. Genève. Vol. 63, N° 1, p. 53 et 54, 1946.
14. COLLET, L. W., GYSIN, MARCEL, PARÉJAS, EDOUARD, La lame de cristallin du Grand-Hockenhorn. C.R. Soc. de physique et d'histoire naturelle de Genève. Vol. 64. N° 2, p. 49—51, 1947.
15. COLLET, LÉON W., Les Ammonites du Lias dans le Ferdenrothorn. Eclogae geologicae Helvetiae. Vol. 40, N° 1, p. 1—6, 1947.
16. LUGEON, MAURICE, Hommage à Auguste Buxtorf et digression sur la nappe de Morcles. Verhandl. d. Naturforsch. Gesell. in Basel. Vol. LVIII. p. 108—131, 1947.