

BEITRÄGE

zur

Geologischen Karte der Schweiz

herausgegeben von der

Geologischen Kommission der Schweiz, Naturforschenden Gesellschaft
subventioniert von der Eidgenossenschaft

Neue Folge, 68. Lieferung

Des ganzen Werkes 98. Lieferung

MATÉRIAUX

pour la

Carte géologique de la Suisse

publiés par la

Commission géologique de la Société helvétique des Sciences naturelles
subventionnés par la Confédération

Nouvelle série, 68^e livraison

98^e livraison de la collection entière

La Géologie de la nappe du Niesen

entre la Sarine et la Simme

Avec 2 planches et 14 figures

Par

M. de Raaf

Paru en janvier 1934

BERN
In Kommission bei A. Francke AG.
1934
Gedruckt bei Stämpfli & Cie.

BERNE
En commission chez A. Francke S. A.
1934
Imprimé par Stämpfli & Cie.

Préface de la Commission géologique.

Dans sa séance du 10 décembre 1932 M. M. DE RAAF a présenté à la Commission un mémoire intitulé «La Géologie de la nappe du Niesen entre la Sarine et la Simme». Ce travail est une étude détaillée de la dite région et il a pour base un lever géologique qui sera publié plus tard dans le cadre de l'«Atlas géologique de la Suisse au 1:25,000».

La Commission a accepté le mémoire et a décidé, dans sa séance du 25 février 1933, de le publier dans les «Matériaux». Mais vu ses moyens financiers restreints, elle a dû demander à l'auteur de participer aux frais d'impression. M. de Raaf a bien voulu accepter ces conditions et a offert de couvrir la majeure partie de la dépense. La Commission tient à lui en exprimer ici sa reconnaissance toute particulière.

Les fossiles récoltés, les spécimens de roches et les coupes minces sont déposés à l'Institut de géologie de l'Université de Lausanne.

La Commission déclare que l'auteur seul est responsable du contenu du texte et des profils qui l'accompagnent.

Bâle, le 22 avril 1933.

Pour la Commission géologique
de la Société helvétique des Sciences naturelles

Le président:

Dr **A. Buxtorf**, prof.

Le secrétaire:

O. P. Schwarz.

Préface.

Nous avons entrepris cette étude sur le conseil et sous la direction de M. le professeur *Maurice Lugeon* en septembre 1926. Trois campagnes d'été, de mai à novembre, ont été consacrées au travail sur le terrain et particulièrement au levé de la carte géologique au 1 : 25,000 de la chaîne du Niesen entre Gsteig et la Lenk. Notre carte est déposée au bureau de la Commission géologique suisse.

Ces recherches font suite, vers l'W., à celles de mes amis *E. Andrau* dans le massif du Chaussy et *R. B. McConnell* dans la région des Ormonts et de Gsteig (chaîne de la Tornetta).

L'étude d'*Andrau* a paru en un volume accompagné d'une carte géologique (69). Mais diverses circonstances ont empêché *McConnell* de mettre au point et de publier la sienne. Ses principaux résultats ont cependant été exposés, avec un résumé des nôtres, dans une note préliminaire, que nous avons publiée en commun en 1929.

Toutefois, nous regrettons infiniment d'avoir dû rédiger notre texte avant qu'ait paru le travail de *McConnell*. Il avait commencé son étude avant nous. Son expérience était plus grande que la nôtre. Il a guidé nos premiers pas dans la chaîne du Niesen, et nous avons poursuivi nos recherches parallèlement, en liaison constante, mettant en commun nos observations, nos espoirs et nos doutes; je lui suis redevable de maintes suggestions et n'aurais certainement pas, sans lui, pu affermir suffisamment certaines importantes déterminations. Aussi l'exposé de nos résultats devra-t-il fréquemment faire allusion à ceux de son étude encore inachevée. Nous cherchons cependant à ne pas anticiper sur ses publications et à nous en référer uniquement à notre note préliminaire commune.

Je tiens à exprimer ici ma plus vive reconnaissance à tous ceux qui m'ont aidé et soutenu dans l'effort de ce travail.

Tout d'abord à mon cher maître, M. le professeur *Maurice Lugeon*, dont les conseils et les encouragements nous ont toujours été du plus grand prix.

C'est lui qui nous a formé au métier de géologue, soit dans ses cours si captivants, soit dans les entretiens du laboratoire, que sa jeunesse d'esprit sait rendre si féconds, soit surtout dans ces inoubliables excursions où il initie ses élèves au lever des cartes géologiques, avec un entrain qui n'exclut pas la rigueur, et où son exemple oblige à prendre conscience de ce qu'est le style et la qualité d'un véritable travail de recherche.

M. *Lugeon*, en outre, a suivi notre étude avec un intérêt et une sollicitude dont je ne pourrai jamais assez le remercier.

Puis M. le professeur *E. Argand*, de Neuchâtel, dont j'ai eu le privilège de suivre les cours pendant plusieurs semestres et dont les idées si vivantes et si nouvelles qu'il répand autour de lui avec cette libéralité des esprits supérieurs, m'ont renouvelé constamment l'impulsion nécessaire. Nos considérations sur les conditions de dépôt du Flysch du Niesen, qui doivent tant à ses travaux et à ses leçons, voudraient n'être pas trop indignes d'un tel maître.

M. le professeur *A. Jeannet*, qui connaît mieux que personne les Préalpes suisses, nous a bien souvent aidé de ses conseils et nous le remercions du dévouement avec lequel il a cherché à préciser certaines de nos déterminations.

À Lausanne, j'ai trouvé l'aide la plus amicale auprès de M. *Elie Gagnebin*, qui a éclairé mes recherches de ses avis perspicaces. Il a bien voulu rédiger presque entièrement la note préliminaire que nous avons publiée et revoir tout notre texte en l'améliorant sur plusieurs points.

Notre reconnaissance va aussi à MM. les professeurs *L. Déverin* et *N. Oulianoff*, dont nous avons souvent mis à contribution les connaissances pétrographiques; à MM. *H. Lador* et *F. Rochat*, préparateurs, dont le dévouement ne s'est jamais démenti; à tous mes camarades du laboratoire de Lausanne,

qui y entretiennent une si vive émulation: mes amis *McConnel* et *E. Andrau* tout d'abord, mes amis *E. Peterhans* et *E. Poldini*, *W. Custer*, *E. G. Bonnard*, mes condisciples, M^{lle} *A. Steiner*, *P. Bovey*, *L. Lastres* et *A. Bersier*.

Je tiens à rappeler ici mes professeurs et mes amis de Hollande, envers qui j'ai contracté une dette de reconnaissance inestimable. Avant tout, MM. les professeurs *G. A. F. Molengraaff* et *H. A. Brouwer* qui m'ont initié à la géologie et m'ont soutenu pendant toutes mes recherches de leur haute compétence et de leur active bienveillance. Leurs idées si personnelles m'ont laissé une ineffaçable empreinte. C'est sur le conseil de M. le professeur *Molengraaff* que je suis venu achever mes études en Suisse et c'est à sa générosité que je dois d'avoir pu mener à chef ce travail.

Puis MM. les professeurs *Van der Veen* et *Grutterink* de la Technische Hoogeschool de Delft.

La *Bataafsche Petroleum-Maatschappij* m'a témoigné une confiance effective, dont je lui reste extrêmement reconnaissant.

J'ai aussi quelque peu bénéficié du *Papenfonds* d'Amsterdam.

Je tiens enfin à remercier aussi le *Bureau topographique fédéral suisse*, qui a mis à ma disposition les magnifiques levés stéréo-photogrammétriques encore inédits de la région de mon étude.

Laboratoire de géologie de l'Université de Lausanne, avril 1930.

M. de Raaf.

Table des matières.

	Page		Page
<i>Préface</i>	III		
<i>Index bibliographique</i>	VII		
<i>Historique</i>	XI		
<i>Introduction.</i>			
Situation et délimitation de la région étudiée: zones à distinguer	1		
1^{re} partie.			
MASSE PRINCIPALE DU FLYSCH DU NIESEN (ENTRE GSTEIG ET LA LENK)			
1. Généralités	2		
2. Définitions lithologiques	3		
A. Stratigraphie.			
Chapitre I.			
<i>Le niveau schisto-gréseur.</i>			
§ 1. Coupes représentatives	4		
§ 2. Considérations sur ces coupes	6		
§ 3. Les schistes	6		
§ 4. Les calcaires siliceux et les grès	7		
§ 5. Grès quartzitiques	7		
§ 6. Brèches basales	8		
§ 7. Caractères et épaisseur	10		
Chapitre II.			
<i>Le niveau moyen ou grésocalcaire.</i>			
§ 1. Généralités	10		
§ 2. Coupes représentatives	11		
§ 3. Considérations sur ces coupes	11		
§ 4. Les schistes	12		
§ 5. Les calcaires sableux et marneux	12		
§ 6. Les calcaires gréseux	12		
§ 7. Les grès	13		
§ 8. Les fausses brèches	13		
Chapitre III.			
<i>Le niveau supérieur ou calcaréo-bréchoïde.</i>			
§ 1. Généralités	14		
§ 2. Coupes représentatives	14		
§ 3. Considérations sur ces coupes	16		
§ 4. Schistes	16		
§ 5. Calcaires compacts (calcaires à spicules)	17		
§ 6. Calcaires sableux et spathiques (à Bryozoaires)	17		
§ 7. Les calcaires gréseux	18		
§ 8. Grès et brèches polygéniques	18		
Chapitre IV.			
<i>Niveau schistoïde</i>			
	20		
		Chapitre V.	
		<i>Description régionale.</i>	
		Introduction	21
		§ 1. Arête du Windspillen	21
		§ 2. Arête du Lauenenhorn-Gifferhorn	22
		§ 3. Arête du Wasserengrat	23
		§ 4. Arête du Wistätthorn	23
		Chapitre VI.	
		<i>Stratigraphie générale du Flysch de la chaîne du Niesen</i>	23
		§ 1. Constitution du Flysch dans le Pic Chaussy	24
		§ 2. Constitution du Flysch à l'Est du Pic Chaussy	25
		§ 3. Ensemble de la chaîne du Niesen	27
		§ 4. Sédimentation des conglomérats	28
		§ 5. Problèmes de sédimentation	28
		B. Tectonique	
			29
		2^e partie.	
		LE SOUBASSEMENT DU FLYSCH PRINCIPAL DE LA CHAÎNE DU NIESEN ENTRE GSTEIG ET LA LENK.	
		Introduction	31
		A. Stratigraphie.	
		Première section.	
		<i>Stratigraphie de la nappe du Niesen dans le soubassement de la chaîne.</i>	
		Quelques remarques générales	32
		Chapitre I.	
		<i>Paléozoïque</i>	
			33
		Chapitre II.	
		<i>Trias.</i>	
		§ 1. Quartzites	34
		§ 2. Calcaires dolomitiques	34
		§ 3. Cornieule	35
		§ 4. Gypse	36
		§ 5. Grès	36
		§ 6. Schistes	36
		Chapitre III.	
		<i>Lias.</i>	
		Famille des calcaires spathiques roses	37
		§ 1. Calcaires à entroques grossiers	38
		§ 2. Calcaires finement grenus	38
		§ 3. Calcaires compacts à petites entroques disséminées	39

	Page		Page
§ 4. Brèches diverses	40	§ 3. La zone mésozoïque de Krinnen	66
A. Brèches à éléments triasiques (dolomie)	40	§ 4. Le Flysch du Tauben	68
B. Brèches à éléments triasiques et liasiques	42	§ 5. La zone mésozoïque de Gschwend	68
§ 5. Grès clairs et calcaires gréseux	42		
§ 6. Les schistes	42	Chapitre IV.	
Chapitre IV.			
<i>Malm</i> (calcaire à Calpionelles)			
	44	<i>La région du Tauben.</i>	
Chapitre V.			
<i>Crétacé.</i>			
§ 1. Crétacé inférieur (calcaire à Orbitolines)	45	§ 1. Coupe générale	70
§ 2. Crétacé supérieur (calcaire à Rosalines et Globigérines)	46	§ 2. Le Trias et l'Aalénien du col (2033) et le Flysch d'Ochsenweid	71
		§ 3. La zone mésozoïque de Krinnen	72
		§ 4. La zone du Flysch du Tauben	72
		§ 5. La zone de Gschwend	73
Chapitre VI.			
<i>Tertiaire</i> (Flysch).			
Introduction	47	Chapitre V.	
§ 1. Le Flysch du Tauben	47	<i>Versant oriental de la vallée de Lauenen.</i>	
§ 2. Le Flysch d'Ochsenweid	50	§ 1. L'Aalénien	74
		§ 2. Zone mésozoïque d'Ochsenweid	74
Chapitre VII.			
<i>Faciès particuliers du Flysch du Tauben et d'Ochsenweid</i>	51	§ 3. La zone du Flysch d'Ochsenweid	74
Faciès particulier I	51	§ 4. La zone mésozoïque de Krinnen	75
A. Col de Krinnen	52	§ 5. Le Flysch du Tauben	75
B. Brüchli	53	§ 6. Zone de Gschwend	76
C. Ochsenweid, partie occidentale	54		
D. Ochsenweid, partie orientale, ravin principal	54	Chapitre VI.	
Faciès particulier II	55	<i>Versant occidental de la vallée de la Lenk</i>	
Faciès particulier III	55	§ 1. Segment d'Ober-Lochberg	79
		§ 2. Segment d'Unter-Lochberg	81
Deuxième section.			
<i>Stratigraphie du Lias de la nappe du Laubhorn.</i>			
I. Lias schisteux inférieur à l'Aalénien	57	§ 3. Segment de Seiten	82
II. Aalénien	58	§ 4. Segment de Sulzig	87
B. Tectonique			
	58	3^e partie.	
Chapitre I.			
<i>Arête de Krinnen</i>			
	58	LA ZONE SUBMÉDIANE	
		Affleurement I	92
Chapitre II.			
<i>Versant oriental de la vallée de la Sarine</i> (Col de Krinnen-Gsteig)			
	61	Affleurement II	95
§ 1. Aalénien	61	Affleurement III	95
§ 2. Lias des Blauen Schüpfe	61	Affleurement IV	96
§ 3. Flysch d'Ochsenweid	61	Affleurements V, VI et VII	96
§ 4. Zone mésozoïque de Krinnen	62	Conclusions	96
§ 5. Le Flysch du Tauben	63		
§ 6. La zone de Gschwend	63	Chapitre VII.	
		<i>Remarques générales et conclusions.</i>	
Chapitre III.			
<i>Versant occidental de la vallée de Lauenen.</i>			
§ 1. L'Aalénien	65	A. Stratigraphie.	
§ 2. Le Flysch d'Ochsenweid	65	§ 1. Résumé général	97
		§ 2. Origine des éléments du Flysch du Niesen	99
		§ 3. Conditions de sédimentation	100
		B. Tectonique.	
		§ 1. Résumé de la tectonique de la région	102
		§ 2. Ecrasement et plans de chevauchement	102
		§ 3. La nappe du Laubhorn et la nappe du Niesen	103
		§ 4. La position de la Zone Submédiane	104
		§ 5. Enracinement de la nappe du Niesen	105

Index bibliographique.

1. 1809. **L. von Buch**: Reise über die Gebirgszüge der Alpen zwischen Glaris und Chiavenna, im August 1803. *Berliner Magazin für die neuesten Entdeckungen in der gesamten Naturkunde*, 3. Jahrg., p. 102—122. Berlin.
2. 1821. **W. Buckland**: Mémoire sur la structure géognostique des Alpes, etc. *Journal de physique, de chimie, d'histoire naturelle et des Arts*, t. 93. Paris.
3. 1834. **B. Studer**: Geologie der Westlichen Schweizer Alpen. Heidelberg et Leipzig 1834.
4. 1853. **B. Studer**: Geologie der Schweiz, vol. II. Berne et Zurich 1851—1853.
5. 1858. **A. Favre**: Mémoire sur les terrains liasiques et keupériens de la Savoie. *Mém. Soc. Phys. Genève*, t. XV. Genève 1859.
6. 1872. **B. Studer**: Index der Petrographie und Stratigraphie der Schweiz und ihrer Umgebungen. Bern.
7. 1877/78. **G. Ischer**: Blick in den Bau der Westlichen Schweizer-Alpen. *Jahrb. S. A. C.*, vol. XIII, p. 472—518.
8. 1878. **G. Ischer**: Über die Geologie der Niesenkette. *Verh. Schweiz. Nat. Ges.*, p. 95—98.
9. 1884. **H. Schardt**: Etudes géologiques sur le Pays-d'Enhaut vaudois. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. XX. Lausanne.
10. 1887. **E. Favre** et **H. Schardt**: Description géologique des Préalpes du canton de Vaud et du Chablais jusqu'à la Dranse et de la chaîne des Dents du Midi. *Mat. Carte géol. Suisse*, livr. XXII. Berne.
11. 1891. **H. Schardt**: Excursion de la Société géologique suisse dans les Préalpes fribourgeoises et vaudaises avec récit de l'excursion. *Ecl. géol. helv.*, vol. II, p. 528—569. Lausanne 1890—1892.
12. 1891. **Ch. Sarasin**: Die Conglomerate und Breccien des Flysch in der Schweiz. *N. Jahrb. f. Miner.*, Beilageband VIII, p. 180—215. Stuttgart 1893.
13. 1893. **H. Schardt**: Sur l'origine des Alpes du Chablais et du Stockhorn en Savoie et en Suisse. *C. R. Acad. Sc.*, novembre 1893. Paris.
14. 1893. **H. Schardt**: L'origine des Préalpes romandes. *Arch. Genève*, 3^e période, vol. XXX, p. 570—583.
15. 1894. **E. Haug**: L'origine des Préalpes romandes et les zones de sédimentation des Alpes de Suisse et de Savoie. *Arch. Genève*, 3^e période, vol. XXXII, p. 154—173.
16. 1894. **Ch. Sarasin**: De l'origine des roches exotiques du Flysch. *Arch. Genève*, 3^e période, vol. XXXI, p. 254—256.
17. 1894. **W. Kilian**: Sur l'origine des Préalpes romandes et de la région de la Brèche du Chablais. *B. S. G. Fr.* 3^e série, vol. XXII. Paris.
18. 1895. **M. Lugeon**: Sur l'origine des Préalpes et réplique de H. Schardt. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. XXXI. Lausanne.
19. 1895. **E. Haug**: Etudes sur la tectonique des hautes chaînes calcaires de Savoie. *Bull. Serv. Carte géol. de France*, t. VII, n^o 47. Paris 1896.
20. 1896. **M. Lugeon**: La région de la Brèche du Chablais. *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. VII, n^o 46, p. 337 à 646. Paris 1896.
21. 1896. **E. Haug**: Contribution à l'étude des lignes directrices de la chaîne des Alpes. *Ann. de géogr.*, vol. V, Paris.
22. 1896. **M. Lugeon**: La Brèche du Chablais. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. XXXII. Lausanne.
23. 1897. **H. Schardt**: Les Préalpes romandes (Zone du Stockhorn-Chablais). Un problème de géologie alpine. *Bull. Soc. neuchâteloise Sc. nat.*, vol. XI, p. 5—27. Neuchâtel 1899.
24. 1897. **E. Haug**: Le problème des Préalpes. *Revue générale des Sciences*, t. VIII, p. 699—705. Paris.
25. 1898. **H. Schardt**: Les régions exotiques du versant nord des Alpes suisses. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. XXXIV, p. 113—129. Lausanne.

26. 1899. **E. Haug**: Les régions dites exotiques du versant nord des Alpes suisses. Réponse au Dr H. Schardt. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. XXXV, p. 114—161. Lausanne.
27. 1900. **H. Schardt**: Encore les régions exotiques: Répliques aux attaques de M. Emile Haug. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. XXXVI, p. 147—169. Lausanne.
28. 1900. **M. Lugeon**: Sur la découverte d'une racine de la zone des cols (Préalpes suisses). *B. S. G. Fr.*, 3^e série, vol. XXVIII.
29. 1901. **M. Lugeon**: Sur la découverte d'une racine des Préalpes suisses. *C. R. Acad. Sciences*, janvier 1901. Paris.
30. 1901. **M. Lugeon** et **G. Roessinger**: Géologie de la haute vallée de Lauenen (Préalpes et Hautes Alpes bernoises). *Arch. des Sc. phys. et nat. Genève*, 4^e période, vol. XI.
31. 1902. **M. Lugeon**: Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse. *B. S. G. Fr.*, 4^e série, vol. I, p. 723—825.
32. 1904. **Fr. Jaccard**: La région de la Brèche de la Hornfluh (Préalpes bernoises). *Bull. lab. géol. Univ. Lausanne*, n° 4.
33. 1904. **G. Roessinger**: La zone des cols dans la vallée de Lauenen (Alpes bernoises). *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. XL.
34. 1906. **Ch. Sarasin** et **L. Collet**: La zone des cols dans la région de la Lenk et Adelboden. *Arch. des Sc. phys. et nat. Genève*, 4^e période, vol. XXI.
35. 1906. **M. Lugeon**: A propos de la note de MM. Sarasin et Collet sur «La zone des cols dans la région de la Lenk et d'Adelboden». *B. S. G. Fr.*, 4^e série, vol. VI, p. 191.
36. 1907. **Ch. Sarasin** et **L. Collet**: La zone des cols et la géologie du Chamossaire. *Arch. des Sc. phys. et nat. Genève*, vol. XXIV, p. 586.
37. 1907. **Fr. Jaccard**: La région Rubli-Gummfluh (Préalpes médianes). *Bull. lab. géol. Univ. Lausanne*, n° 11.
38. 1908. **M. Lugeon**: A propos de la note de Sarasin et Collet sur la zone des cols et la région du Chamossaire. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. XLIV, p. 35.
39. 1908. **Ch. Sarasin** et **Collet**: La tectonique des Préalpes internes, réponse à M. Lugeon. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. XLIV, p. 43.
40. 1908. **M. Lugeon**: Tectonique des Préalpes internes. Réponse à MM. Sarasin et Collet. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. XLIV, p. 57.
41. 1910. **A. Rothpletz**: Geologische Alpenforschungen, III. Munich.
42. 1910. **W. Paulcke**: Tertiär im Antirhätikon und die Beziehungen der Bündnerdecke zur Niesenflyschdecke und der helvetischen Region. *Centr. Bl. f. Mineral., Geol. u. Pal.*, n° 17.
43. 1911. **E. Argand**: Les nappes du recouvrement des Alpes occidentales. Essai de Carte structurale, 1 : 500,000 (pl. I, Carte spéciale n° 64) et profils (pl. II). *Mat. Carte géol. de la Suisse*, nouv. série, livr. XXVII.
44. 1911. **P. Beck**: Geologie der Gebirge nördlich von Interlaken. *Beitr. z. geol. Karte der Schweiz*, neue Folge, XXIX. Liefg.
45. 1911. **W. Paulcke**: Tertiärfossilien aus der Niesenzone der Freiburgeralpen. *Mitt. Oberrhein. geol. Vereins*, n. F. I, H. 2.
46. 1912. **P. Beck**: Die Niesen-Habkerndecke und ihre Verbreitung im helvetischen Faciesgebiet. *Eclog. geol. helv.*, vol. XII.
47. 1912. **P. Beck**: Über das Substratum der medianen Präalpen und seine Beziehungen zu den Habkern- und Bündnerdecken. *Eclog. geol. helv.*, vol. XI, p. 736—739.
48. 1912. **Jean Boussac**: Etudes stratigraphiques sur le Nummulitique alpin. *Mém. pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France*. Paris.
49. 1912. **Bailey Willis**: Report on an investigation of the geological Structure of the Alps. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, vol. LVI, n° 31.
50. 1912. **D. Trümpy**: Geologische Untersuchungen im Westlichen Rhätikon. *Beitr. z. geol. Karte der Schweiz*, n. F., Liefg. 41.
51. 1912/13. **A. Jeannet**: Monographie géologique des Tours d'Aï. *Mat. Carte géol. de la Suisse*, nouv. série, livr. XXXIV.
52. 1914. **M. Lugeon**: Sur la présence de lames cristallines dans les Préalpes et sur leur signification. *C. R. Acad. Sc. Paris*, vol. CLIX, p. 685/686, 16 novembre 1914.
53. 1914. **M. Lugeon**: Sur quelques conséquences de la présence de lames cristallines dans le soubassement de la zone du Niesen (Préalpes suisses). *C. R. Acad. Sc. Paris*, vol. CLIX, p. 778, 7 décembre 1914.

54. 1916. **M. Lugeon**: Sur l'origine des blocs exotiques du Flysch préalpin. *Eclog. geol. helv.*, vol. XIV, p. 217—221.
55. 1917. **R. Staub**: Über Faciesverteilung und Orogenese in den südöstlichen Schweizeralpen. *Beitr. z. geol. Karte der Schweiz*, n. F., Liefg. XLVI, Abt. III.
56. 1918. **M. Lugeon**: Les hautes Alpes calcaires entre la Lizerne et la Kander. *Mat. Carte géol. de la Suisse*, nouv. série, livr. XXX, fasc. 3, 1917.
57. 1918. **A. Jeannet**: Monographie géologique des Tours d'Aï, II^e partie. *Mat. Carte géol. de la Suisse*, nouv. série, livr. XXXIV.
58. 1918. **A. Buxtorf**: Über die tektonische Stellung der Schlieren und Niesenflyschmasse. *Verh. nat. Ges. Basel*, vol. XXIX, p. 270—275.
59. 1916—1922. **Albert Heim**: Geologie der Schweiz.
60. 1920. **F. Rabowsky**: Les Préalpes médianes et la nappe de la Brèche entre le Simmental et le Diemtigtal. *Mat. Carte géol. de la Suisse*, nouv. série, livr. XXXV.
61. 1920. **Arn. Heim**: Beobachtungen in den Préalpes internes. *Eclog. geol. helv.*, vol. XV, p. 473—477.
62. 1920. **M. Lugeon**: Sur la géologie des Préalpes internes du Simmental. *Eclog. geol. helv.*, vol. XVI, p. 97—102.
63. 1924. **R. Staub**: Der Bau der Alpen. *Beitr. z. geol. Karte der Schweiz*, n. F., Liefg. LII.
64. 1925. **E. Ott**: Geologie von Mittelbünden. Westlichen Bergünnerstöcke. *Beitr. z. geol. Karte der Schweiz*, n. F., Liefg. II (V).
65. 1925. **E. Haug**: Contribution à une synthèse stratigraphique des Alpes occidentales. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 4^e série, t. XXV, n^o 3.
66. 1927. **M. Lugeon** et **E. Andrau**: Sur la subdivision du Flysch du Niesen dans la région du Pic Chaussy (Alpes vaudoises). *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. LVI, p. 289—295.
67. 1928. **J. Tercier**: Géologie de la Berra. *Mat. Carte géol. de la Suisse*, nouv. série, livr. LX.
68. 1928. **E. Genge**: Die Züneggklippe. *Eclog. geol. helv.*, vol. XXI, p. 366—370.
69. 1929. **E. Andrau**: La géologie du Pic Chaussy et ses abords. *Bull. lab. géol. Lausanne*, n^o 44.
70. 1929. **M. Bornhauser**: Geologische Untersuchung der Niesenkette. *Mitt. Naturf. Ges. Bern*, Jahrg. 1928, p. 33—114.
71. 1929. **R. B. McConnell** et **M. de Raaf**: Communication préliminaire sur la géologie de la nappe du Niesen entre le Sépey et la Lenk et sur la zone submédiane. *Eclog. geol. helv.*, vol. XXII, n^o 2, p. 95—112.
72. 1930. **E. Gagnebin**: Un fossile nouveau (*Pogocrinus Raafensis*) dans la cornieule triasique de la nappe du Niesen. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. 57, p. 219—222, 1 pl. *Bull. lab. géol. Lausanne*, n^o 47.

Historique.

Rappelons brièvement les principaux travaux de nos devanciers. L'historique très détaillé qu'a établi *A. Jeannet* dans sa monographie des Tours d'Aï (51)¹⁾, celle de *F. Rabowski* (60), et enfin celle dont *Bornhauser* fait précéder sa thèse (70) nous permettent de réduire ce chapitre à l'essentiel et aux études qui concernent particulièrement le territoire de notre carte.

Les conglomérats polygéniques du Niesen avaient déjà frappé *L. v. Buch* (1) et *W. Buckland* (2) qui les assimilaient au Todtliegende, et c'est *Bernhard Studer* (3, 4, 6) qui, le premier, reconnut leur âge tertiaire et définit la notion de Flysch. C'est lui aussi qui établit en 1834 (3) l'individualité de la zone du Niesen et lui donna ce nom.

G. Ischer (7, 8) qui établit pour la carte géologique au 1 : 100,000 de la Suisse (feuille XVII) les levés de notre territoire, pensait, au contraire, ayant découvert des Bélemnites, que l'âge du Flysch pourrait bien être jurassique. Il fut le premier à prouver, par la découverte d'un gisement d'Ariétites, l'âge liasique des calcaires spathiques du Tauben.

La structure de la chaîne même du Flysch lui parut représenter un W déjeté, ouvert vers le S. Entre temps, dans des régions voisines, *H. Schardt* discutait l'âge des gypses, corneules et dolomies dont on admettait, depuis *A. Favre* (5), qu'ils étaient triasiques.

En 1884 (9) il en fait du Tertiaire, en 1891 (11) il revient sur cette opinion et reconnaît leur âge triasique.

La même année, *Ch. Sarasin* publiait sa première étude (12) pétrographique sur les éléments des conglomérats dont il pensait que les cailloux cristallins provenaient des Alpes médianes et orientales, d'où ils auraient été transportés par des glaces flottantes.

Dans un second ouvrage (16) consacré au même sujet, il admet plutôt que l'origine de ces éléments est très multiple et qu'une partie provient du versant nord des Alpes.

Les années qui suivent sont occupées par la grande discussion au sujet des nappes de recouvrement des Préalpes entre *H. Schardt* (23, 25, 27), *E. Haug* (15, 19, 21, 24, 26), *W. Kilian* (17) et *M. Lugeon* (18, 20, 22, 28, 29) jusqu'à ce qu'en 1902, *M. Lugeon* établisse (31) définitivement la notion des grandes nappes de recouvrement de nos Alpes.

C'est dans ce mémoire aussi qu'il propose de considérer dans l'édifice des Préalpes la zone du Niesen comme une nappe particulière, distincte des Préalpes internes: *la nappe du Niesen*.

Dès 1901, l'un de ses élèves, *G. Roessinger*, ayant entrepris l'étude de la région de Lauenen, publiait avec lui une note préliminaire (30) où ces deux auteurs établissaient au-dessus du front des Hautes Alpes calcaires la succession des zones suivantes:

Socle Haut alpin;

1^o zone des marnes oxfordiennes;

2^o zone des schistes à Posidonomyes;

3^o zone de la brèche à échinodermes.

Le numéro 1 correspond actuellement à la nappe du Mont Bonvin, le numéro 2 aux alternances répétées des terrains du Niesen et de la nappe du Laubhorn. Le numéro 3 à nos zones de Krinnen, du Tauben et de Gschwend.

Roessinger publia son mémoire (33) en 1904, accompagné d'une carte géologique au 1 : 50,000 allant de l'arête de Krinnen à celle du Tauben. Travail fort bien fait et remarquable pour l'époque. Il y donne, entre autres, une coupe générale de l'arête du Tauben où tous les éléments importants sont bien distingués.

¹⁾ Les chiffres gras renvoient à la bibliographie.

Nous ne rappellerons pas les discussions qui s'élevèrent alors au sujet de la structure de la zone des cols entre *M. Lugeon* (35, 38, 40) et *Sarasin* ou ses élèves (34, 36, 39), ni les notes actuellement sans intérêt de *Rothpletz* (41) et de *Bailey Willis* (49) sur la même région. De toutes ces discussions, l'enracinement vers le S. des Préalpes internes et du Niesen ressort fermement établi.

Pendant ce temps, *Paulcke* (42, 45) établissait des comparaisons fécondes entre le Flysch du Niesen et celui du Prättigau, tandis que *J. Boussac*, dans son ouvrage monumental sur le Nummulitique alpin (48) montrait ses analogies avec le Flysch de l'Embrunais. Ces auteurs voyaient l'un et l'autre dans la nappe du Niesen, une «série compréhensive» s'élevant sans interruption du Crétacé, si ce n'est du Lias, à l'Eocène.

A la même époque, *P. Beck* (44, 46, 47) publiait de longues considérations sur l'origine des brèches du Niesen qu'il assimilait au Wildflysch de Habkern. *M. Lugeon* (54), en 1916, rappela nettement la distinction entre Préalpes internes et externes d'une part et nappe du Niesen de l'autre et que les cailloux cristallins des brèches du Niesen doivent provenir de l'éroulement des falaises du bassin de sédimentation de ce Flysch, situé sur l'emplacement originel de la nappe pennine du Grand Saint-Bernard.

En 1914 (52, 53) en effet, *M. Lugeon* avait fait une découverte capitale: il avait observé à Gsteig, à la base du Flysch du Niesen, en liaison stratigraphique incontestable avec lui, un lambeau de schistes cristallins, qu'il avait assimilés aux schistes de *Casanna* de la nappe du Grand Saint-Bernard. Il établissait ainsi d'une façon définitive la nature pennine de la nappe du Niesen.

Dans ses coupes tectoniques à travers les Alpes occidentales (43), *Argand* avait déjà dessiné ce raccord.

Mais l'unité tectonique pennine avec laquelle doit être raccordée la nappe du Niesen a donné lieu à des discussions.

R. Staub (55, 63) estime qu'elle s'enracine dans la nappe de la Dent Blanche plutôt que dans celle du Grand Saint-Bernard. *Haug* (65), au contraire, la relie aux nappes simplio-tessinoises qu'il envisage comme le prolongement de la zone de l'Embrunais.

Mais revenons aux ouvrages qui traitent de la région particulière de notre étude. Dans son grand mémoire (56) sur les Hautes Alpes Calcaires, *M. Lugeon* donne quatre coupes qui s'étendent jusqu'à la chaîne du Niesen. Les deux premières concernent la vallée de la Lenk et passent par le Mülkerblatt et le Wistätthorn (coupe 10, pl. VIII et coupe 11, pl. IX). La troisième (coupe 12, pl. IX) passe par l'arête du Tauben, la quatrième par celle de Krinnen-Walliswindspillen (coupe 14, pl. X).

Ces coupes figurent le résultat de bon nombre d'observations que *M. Lugeon* n'a pas publiées ailleurs. C'est dans cet ouvrage (fasc. III, p. 357 et 360) que *M. Lugeon* définit la *nappe du Laubhorn* comme unité tectonique comprenant les masses de gypse des Stüblenen, du Pillon et de Bex avec les bandes liasiques qui s'y rattachent.

Dans une note sur la zone des cols (61), puis dans la «Geologie der Schweiz», *Arnold Heim* expose quelques observations disséminées, qu'il semble avoir faites rapidement, sur certains points de notre territoire, les régions immédiatement voisines des Préalpes internes. Sa coupe, par exemple, de l'arête du Tauben (59, p. 586, fig. 184) est beaucoup moins exacte que celle que nous avons citée de *Roesinger*.

Il envisage dans le soubassement du Niesen deux unités: la «Pillondecke», qui comprendrait presque uniquement le gypse des Stüblenen, et les «Deckenschuppen des Trüttlisberges» où il englobe pêle-mêle les traînées de Flysch du Niesen avec les autres bandes de la nappe du Laubhorn. Les brèches de la zone du Tauben lui semblent être les brèches basales de la masse principale du Flysch, alors qu'elles en sont séparées par les calcaires liasiques où *Ischer* (7, 8) déjà avait signalé des Ariétites.

M. Lugeon a rectifié quelques-unes des erreurs de cette note dans un article bref, mais très condensé (62) où, entre autres, il relève en détail la coupe très complexe du torrent du Lochberg, sur le versant gauche de la vallée du Wallbach.

Il y signale entre autres, dans la zone du Lochberg, des couches à Orbitolines, dont nous aurons l'occasion de confirmer le grand intérêt. Dès lors, *M. Lugeon* a confié à plusieurs de ses élèves l'étude systématique de la nappe du Niesen. Mon ami *E. Andrau* s'attacha d'abord à son extrémité occi-

dentale. Dans une première note (66) rédigée par *M. Lugeon*, ces deux auteurs ont précisé la stratigraphie du Flysch du Niesen. Le mémoire de *E. Andrau* (69) parut en 1929, accompagné d'une carte géologique au 1 : 25,000.

Dans le même temps, un élève de *M. Arbenz*, *M. Bornhauser*, étudiait l'extrémité orientale de la chaîne, entre la Lenk et le lac de Thoune. Son mémoire (70) seul a paru, sa carte restant déposée au bureau de la Commission géologique suisse.

A côté d'une grande quantité d'observations intéressantes, il émet l'hypothèse, très discutable, et que pour notre part nous n'hésitons pas à rejeter, de l'âge nummulitique des gypses, cornieule et calcaires dolomitiques qui se trouvent à la base de la nappe principale du Flysch du Niesen.

Il suppose qu'ils représentent un stade lagunaire précédant immédiatement la transgression nummulitique. Nous montrerons que la position de ces gypses et dolomies s'explique au contraire par la tectonique et qu'on ne peut leur attribuer d'autre âge que triasique.

Signalons pour terminer la note préliminaire que nous avons publiée en commun, *McConnell* et moi (71), dont une partie résume en somme la présente étude, et à laquelle nous ferons allusion plus d'une fois.

Introduction.

Situation et délimitation de la région étudiée: zones à distinguer.

Le territoire dont nous avons levé la carte géologique au 1 : 25,000 appartient au tronçon médian de la chaîne du Niesen. Il est entièrement compris sur la feuille de la Lenk de l'Atlas Siegfried (n° 472). Sa limite septentrionale coïncide avec celle de la feuille topographique; il est, d'autre part, bordé à l'W. par la Sarine, à l'E. par la Simme.

Au S., notre terrain s'étend jusqu'à la bande aalénienne dans laquelle sont taillés les cols de Krinnen et de Trüttli ou jusqu'aux glissements qui se sont produits au dépens de cette bande. Cette dernière limite est en même temps morphologique et géologique; elle sépare en effet les collines à formes arrondies de la zone des cols, de la chaîne de Flysch fortement en relief et beaucoup plus élevée.

Dans la région ainsi délimitée, la première chose qui frappe est l'existence d'une très large bande de Flysch qui ne laisse que peu de place aux autres terrains cartographiés. Cette bande, qui représente le Flysch principal du Niesen et qui joue un rôle orographique de première importance, repose au S. sur un soubassement complexe dont notre carte ne montre que les unités supérieures. Au N., la masse principale du Flysch est recouverte par la «zone submédiane», mince liseré discontinu et laminé qui la sépare des nappes des Préalpes médianes et de la Brèche. Nous sommes ainsi amené à distinguer trois parties principales dans les limites de notre terrain et les décrirons dans l'ordre de leur importance géographique :

- 1° Masse principale du Flysch du Niesen.
- 2° Soubassement du Flysch principal.
- 3° Zone Submédiane.

Le soubassement du Flysch principal du Niesen présente une alternance de zones mésozoïques et tertiaires fortement laminées et en contact anormal les unes avec les autres. Dans les limites de notre carte, qui n'en comprend qu'une partie, ces zones, bien qu'écrasées, sont presque toutes très constantes et peuvent se poursuivre d'une extrémité à l'autre de notre terrain.

Nous distinguons chez nous les zones longitudinales suivantes, superposées les unes aux autres; toutes, sauf une, appartiennent à la nappe du Niesen. Ce sont, du N. au S., c'est-à-dire du haut en bas :

Soubassement du Flysch principal du Niesen.	{	1° Zone mésozoïque de Gschwend.	Nappe du Niesen.
		2° Flysch du Tauben.	
		3° Zone mésozoïque de Krinnen.	
		4° Flysch d'Ochsenweid.	
		5° Zone mésozoïque d'Ochsenweid.	
		6° Lias de la nappe de Laubhorn.	Nappe du Niesen.
		7° Zone du Lochberg.	

La Zone Submédiane enfin n'est, comme nous le verrons plus haut, guère moins dépendante de la nappe du Niesen que la plus grande partie du soubassement qui nous occupe, mais elle n'affleure qu'en un endroit de notre carte. Sa description sera réservée pour la fin de ce travail.

Nous commencerons notre étude par la zone principale du Niesen, l'énorme masse de Flysch de la chaîne.

1^{re} partie.

Masse principale du Flysch du Niesen (entre Gsteig et la Lenk).

1. Généralités.

Immédiatement au S. de Gstaad passe une bande de Flysch d'une largeur de 5 à 6 km. Son passage se marque dans la morphologie du pays par l'existence d'une zone en fort relief, nommée depuis longtemps la chaîne du Niesen, d'après son sommet terminal dominant le lac de Thoune. Cette chaîne de Flysch s'individualise bien grâce à ses formes d'érosion différentes de celles du pays qui l'entoure. Ses arêtes généralement aiguës, mais d'un aspect régulier, même monotone, correspondent à la composition uniforme du Flysch, qui ne varie que d'une façon graduelle d'un niveau à l'autre et à sa structure simple.

Le Giffershorn avec son relief un peu plus varié fait exception à cette monotonie, tout au moins sur son flanc oriental, mais cela tient peut-être à une complication tectonique intéressante, sur laquelle nous aurons l'occasion de revenir plus tard. La chaîne atteint sa hauteur maximale, pour la région qui nous occupe, dans ce Giffershorn avec 2541,8 m. Les autres crêtes principales s'élèvent aussi au-dessus de 2000 m., sauf le Windspillen qui n'atteint que 1938,9 m. Le bord méridional de la chaîne est formé d'un versant qui descend en pente raide pour prendre soudain une inclinaison beaucoup moins forte. Cette ligne de rupture de pente marque, en gros, la limite morphologique de la masse principale du Niesen, mais elle ne correspond pas à une limite tectonique précise.

Les zones complexes et écrasées du soubassement envahissent, par endroits, le talus en pente raide. Alors, aucun accident morphologique ne vient souligner la limite entre le soubassement et la masse principale du Flysch. Cette limite, stratigraphique et tectonique, nous la traçons juste au-dessus de la bande supérieure de terrains mésozoïques du soubassement (zone de Gschwend), qu'elle corresponde ou non à la rupture de pente. Entre Gsteig et le Col de Krinnen par exemple, tout le versant qui regarde au S. est taillé dans le soubassement, tandis qu'à la Lenk il est presque entièrement constitué par des couches du Flysch principal de la chaîne.

Le Flysch qui constitue la masse principale de notre chaîne peut être subdivisé en trois niveaux stratigraphiques, qui se succèdent en superposition simple du S. au N. Il est possible en outre d'en distinguer un quatrième, à la partie supérieure, niveau très peu représenté dans notre région, mais qui prend par exemple un développement régulier vers l'E., comme l'ont montré les recherches de *Bornhauser* (70).

Ces niveaux se distinguent par leur composition lithologique; ils passent du reste graduellement l'un à l'autre, et on ne peut leur assigner une limite précise.

On se rappelle que MM. *Lugeon* et *Andrau* (66) ont distingué trois divisions stratigraphiques précises dans l'ensemble du Flysch du Chaussy. Il faut prévenir dès maintenant (nous l'établirons en détail dans la suite) que nos niveaux rentrent tous dans le complexe du *Flysch inférieur* du Chaussy. Les Flyschs moyen et supérieur de MM. *Lugeon* et *Andrau* ne sont pas représentés entre Gsteig et la Lenk (voir p. 25).

Voici le caractère lithologique de nos trois niveaux:

Flysch inférieur du Niesen.	{	1 ^o Niveau inférieur ou schisto-gréseux.
		2 ^o Niveau moyen ou gréso-calcaire.
		3 ^o Niveau supérieur ou calcaréo-bréchoïde.

Lorsque nous voudrions distinguer le quatrième, qui se superpose aux trois précédents, nous l'appellerons: *niveau schistoïde*.

2. Définitions lithologiques.

Avant d'aborder la description détaillée de ces niveaux, et pour pouvoir la mener sans équivoque, il nous paraît nécessaire de préciser la signification de quelques termes de lithologie.

Le Flysch, à la fois très uniforme dans son ensemble et très variable en son détail, est constitué par des schistes, des calcaires, des grès, des conglomérats.

1. Les schistes.

Le terme de *schiste* s'applique à des roches feuilletées et désigne un caractère *physique* de la roche, plus ou moins indépendant de la composition chimique, presque toujours lié cependant à une certaine teneur en argile.

Dans les schistes de la chaîne du Niesen, on peut distinguer des paquets schisteux homogènes et des paquets schisteux hétérogènes. Les premiers sont composés de schistes plus ou moins argileux ou marneux. Nous appellerons schistes argileux ceux qui ne réagissent point à l'acide chlorhydrique et schistes marneux ceux qui donnent distinctement effervescence. Il va de soi que les deux sont souvent intimement liés l'un à l'autre. Il n'est pas rare qu'ils se distinguent déjà macroscopiquement sur le terrain (voir page 6, schistes). Les paquets hétérogènes comprennent des schistes marno-calcaires, argilo-calcaires, argilo-gréseux, etc.

Nous appellerons schistes argilo-calcaires des séries d'aspect schisteux en fines alternances de schistes argileux et de plaquettes calcaires; schistes marno-calcaires, de minces alternances de marnes et de calcaire, etc.

Bornhauser (70), en décrivant les schistes marneux dans le segment oriental de la chaîne, en donne plusieurs analyses quantitatives, qui toutes accusent plus de 50 % de CaCO_3 , mais néanmoins il les désigne dans leur ensemble comme schistes argileux en invoquant leur teneur en matière argileuse, qui, quoique basse pour des schistes, reste haute en comparaison avec celle des autres sédiments du Flysch — grès, calcaires et brèches — et les caractérise. Le nom de *Kalktonschiefer* qu'il mentionne, mais ne préfère pas, est suivant nous le seul qui convient à ces schistes marneux.

2. Les calcaires.

Dans le Flysch du Niesen, il est très rare de rencontrer du calcaire pur; il est toujours mélangé à de la silice ou de l'argile.

a) *Calcaires compacts*. Lorsque la silice n'existe dans le calcaire qu'en grains très petits, invisibles à l'œil nu, la cassure du calcaire est compacte ou très finement grenue. C'est une variété fréquente dans la masse principale du Flysch du Niesen. Les calcaires ont une patine bleuâtre, une surface à peine rugueuse. Ils forment de petits lits bien individualisés dans les séries.

La silice qu'ils contiennent se manifeste souvent par de petites concrétions ou des débris d'algues silicifiés qui font saillie à la surface; elle ne forme jamais une trame continue visible à l'œil nu.

b) *Calcaires siliceux*. Nous parlons de *calcaires siliceux* lorsque la silice apparaît en une trame plus ou moins continue dans la pâte calcaire, et spécialement à la surface des couches. Il est bien évident qu'on a tous les passages d'une part avec les calcaires compacts, d'autre part avec les grès. Ce passage se fait par une série de termes que nous définirons avec autant de précision que possible.

La distinction rigoureuse, à leur limite, entre calcaire et grès devrait reposer sur un dosage précis de la silice — les premiers en ayant moins de 50 %, les seconds davantage. Elle est donc impraticable sur le terrain et l'aspect microscopique peut tromper à ce sujet. Toutefois, on ne peut se passer de ces termes; disons simplement que l'emploi de l'un ou de l'autre à la limite sera souvent arbitraire.

Par contre, on peut distinguer nettement deux types qui sont bien représentés dans le Flysch du Niesen:

Les *calcaires sableux* présentent, à la surface, une quantité de grains de sable en saillie qui pourtant ne forment pas un tissu serré, mais laissent de fréquents interstices visibles à l'œil nu, où apparaît le calcaire. Ce fond calcaire a toujours, chez nous, une teinte bleutée; nos calcaires sableux ont donc

une patine bleuâtre et leur surface est plus ou moins rugueuse au toucher. La cassure, généralement grenue, est parfois compacte ou spathique. Les dimensions des grains de sable varient autour de 1 mm.; ceux de 2 mm. sont déjà très gros.

Les *calcaires gréseux* se distinguent des précédents par un tissu serré de grains de sable qui, à la surface d'altération, ne laissent pas d'interstices assez grands pour que le fond calcaire y apparaisse à l'œil nu. La patine est toujours d'un brun grisâtre ou roussâtre, la surface toujours rugueuse et la cassure nettement grenue.

Ces calcaires gréseux passent au grès calcaire, et nous avons vu que la limite n'en pouvait être précisée macroscopiquement.

3. Les grès.

Presque tous les grès du Flysch du Niesen sont calcaires et font effervescence à l'acide chlorhydrique, même lorsque le calcaire n'y apparaît pas. Quelques-uns pourtant font exception, et ne donnent à l'acide qu'une réaction très faible ou même nulle; nous parlerons alors de grès siliceux, de grès quartzitique ou de quartzite, en adoptant les définitions de *Cayeux*¹⁾ et de *J. de Lapparent*²⁾, lesquelles ne s'appliquent du reste qu'à l'examen microscopique. Ces roches sont très pauvres en calcaire et ne se trouvent guère, chez nous, que dans le niveau inférieur du Flysch.

Les grès du Flysch du Niesen, de même que ses calcaires gréseux, sont toujours plus ou moins micacés, surtout sur les délits; mais la richesse en mica est très variable. Parfois les paillettes sont à peine visibles; d'autre part, elles dépassent rarement 3 ou 4 mm. Ce mica est toujours blanc, ce n'est jamais de la biotite, mais de la muscovite que la pression peut transformer en séricite.

En plus du quartz, du calcaire ou du mica, les grès du Flysch contiennent très souvent des grains d'autres minéraux ou particules de roches: petits fragments de dolomie, jaunes ou orangés à la surface, menus feuilletés de schistes noirs, débris de feldspath, etc. Nous les appellerons *grès polygéniques*, même quand la teneur en CaCO³ exigerait que l'on parle de calcaire gréseux polygénique.

Quant à la grossièreté des grès, nous la désignerons d'après la nomenclature de *Thoulet*³⁾, en distinguant:

les galets et cailloux, dont le volume dépasse 1 cm³;

les graviers, dont le diamètre est compris entre 10 et 3 mm.

Ces éléments forment des conglomérats, poudingues ou brèches. Puis:

le sable grossier, dont le diamètre varie de 3 à 1 mm.;

le sable moyen, dont le diamètre varie de 1 à 1/2 mm.;

le sable fin, au diamètre inférieur à 1/2 mm.

Ces éléments constituent, respectivement, les grès grossiers, moyens et fins.

A. Stratigraphie.

Chapitre I.

Le niveau schisto-gréseux.

§ 1. Coupes représentatives.

La chaîne du Niesen dans la région étudiée présente un niveau basal schisteux très développé. Nous y constatons en gros une alternance irrégulière de schistes noirs, de calcaires gréseux et de grès.

Il est utile de donner quelques coupes de cette série inférieure avant de décrire chaque élément en détail. Le petit ruisseau cartographié qui traverse la clairière de Schwand sur le versant oriental

¹⁾ *L. Cayeux: Les roches sédimentaires de France. — Roches siliceuses.* Mém. pour servir à l'explic. de la Carte géol. de la France. Paris 1929.

²⁾ *J. de Lapparent: Leçons de pétrographie.* Paris, Masson, 1923.

³⁾ *Thoulet: Fonds sous-marins.* Paris 1907, p. 56.

du Windspillen, nous fournira le premier exemple. Sur la carte, il est facile à repérer, longé qu'il est sur sa berge gauche par un sentier raide, en zig-zag, bien marqué par le topographe. L'affleurement commence vers 1260 m. d'abord sur la rive gauche. En gros nous rencontrons de bas en haut d'abord quelques banes (de 2 à 3 m., épaisseur exceptionnelle pour le niveau inférieur) de calcaire saccharoïde, siliceux, à cassure bleuâtre ou grise et à patine rousse. Ensuite, sur une grande épaisseur, des alternats du même calcaire, mais en couches de 10 à 50 cm. et de schistes noirs en intercalations de plusieurs décimètres. Dans ces schistes on remarque ici et là des banes de grès clair, bien siliceux, dans lesquels on distingue souvent quelques petits fragments de dolomie et de très petits feuillets de schistes noirs. Ce sont des grès typiques du niveau inférieur.

Vers 1320 m., notre petit ruisseau bifurque. La branche méridionale n'est indiquée sur la carte que par une faible inflexion des isohypses; relevons une coupe détaillée à partir de ce point de bifurcation en remontant cette branche méridionale.

De bas en haut, nous avons:

Coupe I.

- 1° 40 cm. Calcaire gréseux passant à grès calcaire finement grenu, à cassure gris-bleu et patine brunâtre, micacée.
- 2° 80 cm. Schistes marneux noirs non micacés, mats.
- 3° 45 cm. Grès finement polygénique, riche en quartz; éléments accessoires: des menus fragments de dolomie et de schiste noir. Cassure gris-bleu clair. Patine brune.
- 4° 5 cm. Calcaire gréseux finement grenu, comme au n° 1.
- 5° 5 cm. Schistes marneux noirs.
- 6° 8 cm. Calcaire gréseux finement grenu, comme au n° 1.
- 7° 60 cm. Schistes marneux noirs.
- 8° 15 cm. Calcaire gréseux finement grenu et à patine rousse. Cassure grise.
- 9° 1 m. Schistes marneux.
- 10° 10 cm. Calcaire finement gréseux, comme au n° 1.
- 11° 20 cm. Schistes marneux.
- 12° 35 cm. Calcaire finement grenu, plus ou moins siliceux, à cassure bleu-gris clair et patine rousse.
- 13° 5 cm. Schistes marneux noirs.
- 14° 25 cm. Calcaire finement grenu, comme au n° 12.
- 15° 2 cm. Schistes marneux noirs.
- 16° 40 cm. Calcaire finement grenu, comme au n° 12.
- 17° 30 cm. Schistes marneux noirs.

Les calcaires finement grenus siliceux sont micacés, surtout aux délits et leurs banes décomposés à la surface peuvent montrer de très petits points jaunes.

Coupe II.

Arête du Wistätthorn. Environ 150 m. au N. du signal 2101,2 m.

Nous avons, de bas en haut:

- 1° 35 cm. Schistes marneux non micacés, noirs grisâtres.
- 2° 8 cm. Mince plaquettes de calcaire gréseux ou de grès calcaire à délits micacés, patine brune ou gris-brun; un peu rugueux au toucher, grâce à de petits grains de quartz en saillie. Cassure grise ou gris-bleu, finement grenue, brillante; généralement à petits points oranges ou bruns de limonite, visibles là où la cassure n'est plus tout à fait fraîche.
- 3° 3 cm. Schistes marneux mous, comme au n° 1.
- 4° 15 cm. Schistes argileux durs, cassants, non micacés; noirs aux délits ou aux cassures fraîches.
- 5° 18 cm. Couche de grès à patine brune, comme au n° 2.

- 6° 15 cm. Schistes argileux durs, comme au n° 4.
- 7° 4 cm. Calcaire gréseux à cassure finement grenue, bleu-gris; patine brune ou à de rares endroits un peu bleuâtre.
- 8° 1 cm. Plaquette de grès calcaire, comme au n° 2.
- 9° 7 cm. Schistes argileux durs, comme au n° 4.
- 10° 20 cm. Calcaire gréseux et grès comme au n° 2. Sur les délits et à la cassure, de petits feuillets de schistes noirs visibles à côté de petits points bruns.
- 11° 4 cm. Schistes marneux mous, comme au n° 1.
- 12° 1,5 cm. Plaquette de grès comme au n° 2.
- 13° 22 cm. Schistes argileux comme au n° 4.

§ 2. Considérations sur ces coupes.

Ces deux coupes sont, par leur richesse en schistes et le caractère de leurs bancs gréseux, bien typiques pour le niveau inférieur. Dans les deux, les schistes forment plus de la moitié de la masse, mais cette proportion est très variable selon les endroits. Si nous considérons par exemple la première coupe, nous y voyons une partie médiane (de 4 à 11) extrêmement schisteuse, où les bancs durs ne jouent qu'un rôle très subordonné et restent minces, tandis que, à la partie supérieure (11 à 16), c'est l'inverse, les couches calcaires sont très développées et ne sont séparées que par de minces intercalations de schistes. En considérant l'ensemble du niveau inférieur, on constate le même phénomène: grande irrégularité dans l'épaisseur des intercalations, qui donne à distance des séries d'aspect essentiellement schisteux ici et plus ou moins plaqueté là; mais le premier aspect est le plus général et caractérise spécialement ce niveau.

Jetons maintenant un coup d'œil sur les bancs durs intercalés dans les schistes. La succession grossièrement esquissée qui se trouve entre 1260 et 1320 m. dans le ruisseau de Schwand nous montre des bancs de calcaire siliceux à patine rousse; leur grain est assez fin, la cassure toujours grenue et leur teneur en silice variable. C'est ainsi par transitions graduelles qu'ils passent aux bancs de grès clair mentionnés au même endroit. Tandis que ces différents calcaires gréseux se trouvent également dans des niveaux supérieurs, les variétés les plus siliceuses des grès sont cantonnées exclusivement dans le niveau inférieur; nous reparlerons d'eux en traitant des «grès quartzitiques» (voir page 7).

Les grès polygéniques (voir n° 3 dans coupe I) sont moins fréquents que les calcaires siliceux et grès calcaires ordinaires; dans les niveaux moyen et supérieur, au contraire, ils prennent un grand développement.

Dans la coupe II, la petite couche n° 7 est significative; sa pâte bleuâtre indique qu'on approche du niveau moyen. De pareils lits, en effet, sont comme des égarés dans le niveau inférieur, tandis qu'ils prennent une place essentielle dans le niveau moyen. C'est leur patine, qui tend à des teintes bleuâtres, qui les caractérise. Dans la même coupe enfin, on voit qu'il y a lieu de distinguer deux sortes de schistes. Étudions un peu plus en détail tous ces faciès du niveau schisto-gréseux.

§ 3. Les schistes.

Les schistes qui déterminent l'aspect général du niveau avec sa topographie molle, ses ravine-ments noirs, prédominent à certains horizons, tandis qu'ils forment la minorité dans d'autres. Sur-tout vers le sommet du niveau, leurs intercalations diminuent de puissance. Ce sont en partie des schistes argileux, en partie des schistes marneux, l'un comme l'autre non micacés, sauf dans les délits. Souvent les deux types se distinguent facilement sur le terrain. Les schistes argileux étant volontiers durs, cassants, à surfaces lisses et luisantes; les schistes marneux plus mous et à éclat plutôt mat. Evidemment ces caractères ne nous suffisent que dans les cas typiques, tandis que, ailleurs, un essai avec l'acide chlorhydrique est nécessaire. Il arrive du reste qu'un même fragment de schiste soit marneux ici et purement argileux là, et pour l'ensemble des schistes de ce niveau, on se demande si ce sont les

marnes ou les argiles qui prédominent; nous avons l'impression que ce sont les premières qui l'emportent. Tous ces schistes, marneux ou argileux, sont noirs ou par altération, semble-t-il, gris sombre, gris-brun; à un endroit seulement nous avons vu des schistes marneux gris verdâtres. Nous avons dit que les schistes du niveau inférieur ne sont pas micacés; il faut cependant ajouter que ce n'est pas un caractère absolu. A la loupe, en effet, il arrive qu'on y discerne de très petites paillettes de muscovite ici et là. De la matière schisteuse franchement micacée, noire, se trouve aussi, mais seulement comme pellicules, sur la surface des bancs durs ou dans la pâte, parallèle à la stratification. Les paquets de schistes qui se trouvent en intercalations de quelques millimètres, quelques centimètres, décimètres, jusqu'à deux ou trois mètres, ou rarement plus, alternent constamment avec des couches dures de calcaire gréseux ou de grès.

§ 4. Les calcaires siliceux et les grès.

Ce sont les calcaires finement gréseux ou les grès calcaires fins qui sont les plus fréquents dans le niveau inférieur. Leur cassure est gris-bleu ou grise, grenue, généralement bien scintillante et claire; leur patine est invariablement brunâtre (voir coupes I et II). Une grande partie d'entre eux montre, plutôt au bord de la cassure, des points bruns ressortant sur le fond gréso-calcaire gris; la muscovite, dispersée dans la pâte, et pas toujours visible à la cassure, apparaît souvent distinctement dans les croûtes en décomposition ou sur les délits qui séparent les couches. Ces couches contiennent souvent, à côté des points bruns, des petits débris de schistes noirs, nageant isolés dans la pâte, ou des pellicules schisteuses noires, continues, parallèles à la stratification. Les grains de quartz de ces roches gréseuses ne dépassent en général pas 1 mm. de diamètre.

Coupe mince (prise dans échantillons sans débris de schiste noir, mais avec quelques pellicules schisteuses). Le fond de la roche est formé de calcite grenue.

Dans cette mosaïque de petits cristaux de calcite, le quartz se trouve sous deux formes différentes: de tout petits grains microcristallins, secondaires, parfois agrégés, et de plus grands fragments isolés dans la pâte. Ces derniers sont en partie détritiques, mais ont souvent perdu leur contour clastique par résorption ou accroissement secondaire. Certains semblent être tout entiers secondaires. Leurs contacts avec la calcite de la pâte montrent bien que la silice a largement attaqué le ciment calcaire, qu'on a affaire à une épigénie du ciment calcaire par le quartz secondaire. En effet, le quartz, avec ses contours irréguliers, pénètre dans ce ciment et est lui-même riche en inclusions de calcite épargnée. Cette calcite, qui se trouve ainsi en presqueîles dans le quartz, n'a pas de contours cristallins; elle est en grains irrégulièrement corrodés.

Les exceptions sont rares où il semble que de la calcite secondaire à contour rhomboédrique entre dans le quartz.

Le feldspath ne joue qu'un rôle très subordonné et il est en majeure partie également secondaire et limpide sous le microscope. Ses rapports avec la gangue calcaire sont comme ceux du quartz.

Des petits agrégats de dolomie grenue se voient ici et là, de même qu'un peu de muscovite répandue dans la pâte. Dans la roche se trouvent plusieurs traînées noires, correspondant à des pellicules argileuses et ferrugineuses. Elles renferment de nombreuses muscovites et leur tracé d'aspect stylolithique fait croire que la dissolution sélective a joué un rôle dans la formation de plusieurs de ces pellicules.

Des variétés plus grossières que celles que l'on vient d'étudier sont beaucoup moins fréquentes et souvent plus riches en fragments de schiste noir et petits points bruns. Ces caractères leur donnent un aspect polygénique assez prononcé. Dans les points bruns, on reconnaît, lorsque leurs dimensions sont suffisantes, des fragments de dolomie décomposée.

§ 5. Grès quartzitiques.

Les bancs constitués par ce grès se reconnaissent sur le terrain par leur grande dureté, leurs croûtes siliceuses blanches ou brunâtres et leur épaisseur toujours relativement forte. En effet, tandis que le calcaire siliceux et le grès calcaire ordinaire ne se trouvent en général pas en couches supérieures

à quelques décimètres et ne forment souvent que de minces plaquettes, le grès calcaire dit quartzitique forme des bancs jusqu'à 1 m. de puissance. Ils ont souvent de grosses veines de quartz et de calcite mélangés et grossièrement cristallisés.

La cassure de ces grès est volontiers plus claire que celle des grès moins siliceux; elle est grise, tendant au blanchâtre, et non pas bleutée. Nous y distinguons une multitude de grains de quartz de formes irrégulières qui, souvent coupés par le plan de rupture, ont un aspect gras et vitreux déterminant l'éclat caractéristique de ces roches.

Mais souvent d'autres éléments détritiques tranchent sur le gris de la cassure. Il s'agit de petits fragments clairsemés de schiste noir et de dolomie. Avec leur fréquence, la teneur en calcaire augmente et on passe aux grès calcaires polygéniques dont il a été question plus haut.

Un banc de grès quartzitique n'est jamais dans toutes ses parties également riche en silice, aussi ce grès est-il généralement effervescent à l'acide, quoique souvent à peine.

Coupe mince: Sous le microscope, un pareil grès quartzitique se montre formé principalement de grains de quartz séparés par un ciment calcaréo-siliceux pas trop abondant. La plupart de ces grains ont perdu leurs contours détritiques et ont une quantité de petits prolongements irréguliers pénétrant dans la calcite du ciment. Ces formes dentelées sont dues à un accroissement secondaire des grains.

Ce quartz secondaire est limpide et le bord interne des lisières qu'il forme autour des noyaux de quartz ancien apparaît ici et là distinctement, surtout lorsque ce dernier est riche en inclusions. On peut faire les mêmes remarques quant au feldspath, pas trop rare dans ce grès; ici cependant, le liséré secondaire autour de la partie ancienne altérée est bien plus souvent visible. A quelques endroits on voit pénétrer dans le quartz de la calcite à contour rhomboédrique et on a là affaire à un phénomène inverse, la calcite jouant un rôle actif. Cependant, la silicification est bien plus générale. Dans le ciment calcaréo-siliceux on distingue facilement à côté de la calcite grenue, parfois largement cristallisée, du quartz secondaire en petits grains isolés ou formant une fine mosaïque et passablement de feldspath maclé également secondaire et limpide.

§ 6. Brèches basales.

Les brèches manquent presque totalement dans le niveau schisto-gréseux et comme exception, nous ne pouvons signaler que l'existence de quelques brèches curieuses qui sont localisées dans les assises tout à fait basales du niveau; elles sont relativement rares et très peu développées, le contact avec le Mésozoïque sous-jacent se faisant dans la règle par des schistes ou des petits lits de calcaire gréseux.

a) Le meilleur exemple de ces brèches se trouve environ 300 m. au NNW. du chalet inférieur de Unter-Lochberg, entre le deuxième et troisième petit ruisseau (fig. 10, p. 78, nos 40 et 41) qui coulent au N. du chalet. Nous constatons à cet endroit sur des schistes et du calcaire spathique liasiques une brèche dolomitique de 3 m. d'épaisseur qui appartient, comme nous l'établirons, au Flysch (niveau inférieur).

C'est une brèche grossière, dont les éléments ont facilement 5 cm. et plus de diamètre; mais il en est aussi de moins volumineux, jusqu'à des petits grains de quelques millimètres. L'élément principal qui à lui seul forme presque entièrement la brèche est de la dolomie, très variable de couleur suivant les fragments, et de formes irrégulières. Au premier abord, on inclinerait à la prendre pour une brèche triasique ou liasique. Mais regardons de près. A part la dolomie, la brèche est riche en silex blancs et en quartz qui ont souvent plus de 1 cm. de diamètre et enfin on y constate un fragment de grès du type du Flysch et quelques grands morceaux de calcaire plus ou moins spathique, liasique, identique à celui qui se trouve sous la brèche sous forme de banc continu. Tous ces éléments sont pris dans un ciment schisteux peu développé, fait de pellicules de schiste noir en partie micacé.

b) On retrouve ces brèches sur le dos d'âne compris entre le premier et le deuxième de ces mêmes ruisseaux d'Unter-Lochberg. Leur position stratigraphique exclut ici toute contestation sur leur

âge. En effet, le Flysch du niveau inférieur débute ici avec de grands paquets de schistes argileux noirs, luisants et cassants et de marnes plus molles, bien typiques; et dans ces schistes, mais près de leur base, se trouvent quelques couches de cette même brèche dolomitique. Ces couches y sont bien moins épaisses. Un petit banc de 10 cm. présente, entre les fragments de dolomie, un ciment calcaire bleuâtre avec de fines bandes de schistes noirs. Un autre d'une quarantaine de centimètres dont les éléments sont plus grossiers, a le ciment moins développé. Le ciment calcaire est en général moins fréquent que le ciment schisteux; à côté de la dolomie, des petits débris de quartz sont de nouveau très abondants.

c) Entre Sulzig et le torrent d'Unter-Flösch (voir fig. 10, p. 78), nous voyons sur la carte des escarpements dans le Flysch du niveau inférieur et là ce Flysch contient de nouveau à sa base des brèches dolomitiques. Il débute avec d'énormes paquets de schistes; ce sont des marnes gris-noir, non micacées et souvent à Chondrites. Dans leur partie basale, elles sont très homogènes, sans bancs durs qui les interrompent, seulement ici et là de nouveau une petite couche de brèche dolomitique à tranche tout à fait jaune ou orange se dessine en bande colorée dans ce milieu sombre. Le ciment de ces brèches est très réduit, souvent invisible et elles contiennent plus exclusivement de la dolomie que celles décrites jusqu'ici. Descendant maintenant dans la succession des couches, on arrive au contact avec les calcaires liasiques de la zone mésozoïque sous-jacente (zone de Gschwend). Ce contact se fait assez constamment par le moyen d'un banc de brèche dolomitique basale, plus fort, pouvant atteindre un demi-mètre de puissance et qui est très certainement de la même famille. Elle contient souvent des rognons de pyrite ou de muscovite, mais est dépourvue d'inclusions de calcaire liasique, le quartz ne s'y trouve presque pas, surtout dans sa partie inférieure. En revanche, sa richesse en morceaux de dolomie est si extraordinaire qu'on se demande parfois si l'on est devant de la dolomie bréchoïde du Trias ou si c'est encore toujours la même brèche. Ce doute est compréhensible parce qu'à plusieurs reprises on trouve du Trias indiscutable surmonté par les schistes marneux du Flysch, reposant sous forme de lentilles sur le calcaire liasique entre Sulzig et Unter-Flösch.

Dans les cas douteux, il arrive qu'un petit fragment de schiste micacé noir se découvre dans ces agglomérations de dolomie, il trahit la présence du ciment typique et nous tire d'embarras. Dans d'autres cas, rien ne permet de trancher la question.

Ces difficultés provenant du caractère dolomitique que cette brèche peut prendre, se présentent, nous semble-t-il, seulement ici: partout ailleurs elle est moins pure. Entre les chalets de Unter-Lochberg et le Tauben, par exemple, nous rencontrons plusieurs fois de petits lits de brèches pareilles à la base du niveau inférieur; mais là, en général, la diversité des éléments est plus grande et leurs dimensions moindres (la moyenne ne dépasse pas 5 mm.).

Là, à côté de la dolomie et du quartz usuels, on distingue parfois des feldspaths maclés isolés et rarement des fragments de granite et de micaschiste. Le ciment est comme d'ordinaire, quoiqu'il soit souvent recristallisé et en partie siliceux.

d) Dans un des ruisseaux orientaux des ravins de Halten au pied du Lauenenhorn (voir fig. 9, p. 70), le Flysch débute avec quelques bancs de calcaire pyriteux sombre, surmontés de schistes noirs en partie marneux, en partie argileux, qui contiennent quelques minces bancs de calcaire où nagent des fragments de dolomie. Sur cet ensemble qui ne représente que le premier mètre du Flysch, suit une grande épaisseur de grès calcaires en plaquettes et de calcaires schisteux micacés à petits yeux de quartz alternant avec des schistes argileux assez durs.

Le calcaire pyriteux sombre se révèle sous le microscope, comme un calcaire à spicules d'éponges calcifiées. Nous verrons plus tard que c'est là un faciès très commun du Flysch du Niesen. Le calcaire bréchoïde dont les éléments dolomitiques ont parfois jusqu'à 1 cm. de diamètre, est assez différent des brèches dolomitiques citées auparavant, surtout par sa pauvreté en quartz macroscopique et son ciment calcaire très développé. L'étude microscopique montre d'assez grands individus de feldspath néogène à côté des fragments très irréguliers de dolomie et de la silice secondaire en partie microcristalline qui se répand dans la pâte calcaire, elle-même largement cristalline.

C'est un type de roche très rare dans le Flysch du Niesen, mais intéressant comme nouvel exemple du caractère bréchoïde de certaines couches de la base du Flysch.

Que peut-on déduire de toutes ces observations relatives aux brèches du niveau inférieur du Flysch ?

Nous avons vu que :

- 1^o elles se trouvent exclusivement à la base du niveau ;
- 2^o elles ne sont pas toujours en contact direct avec le mésozoïque, mais se trouvent aussi stratigraphiquement intercalées dans les premières couches schisteuses du Flysch ;
- 3^o elles représentent les seules assises à sédimentation grossière du niveau basal ;
- 4^o leurs inclusions sédimentaires sont empruntées au substratum mésozoïque (voir zone mésozoïque de Gschwend) ;
- 5^o elles sont parfois, pour ainsi dire, entièrement composées de morceaux de dolomie collés l'un contre l'autre.

Ces brèches basales du Flysch sont indicatrices d'une transgression nummulitique (voir âge du Flysch du Niesen) sur du Trias et du Lias (au N. de Unter-Lochberg inférieur).

§ 7. Caractères et épaisseur.

Le niveau inférieur du Flysch est donc constitué chez nous par une alternance irrégulière de schistes, de calcaire gréseux, et de grès micacés.

C'est, dans la région étudiée, le seul niveau du Flysch principal du Niesen (à part le niveau schistoïde), dans lequel des schistes figurent comme élément essentiel.

L'érosion y a fait des éraillures noires ou sombres au Windspillen, au pied du Lauenhorn et près de la Lenk sous l'arête du Wistätthorn et sous le Dürrenwald.

Dans l'ensemble des faciès du niveau inférieur il n'y a que les schistes, certains bancs bien typiques de grès quartzitique et les rares brèches, qui soient nettement distinctes et caractéristiques, tandis que les différents calcaires siliceux, calcaires gréseux et grès polygéniques passent constamment et insensiblement les uns aux autres. La position des grès quartzitiques dans la succession des couches n'est pas toujours la même : on les trouve cependant plutôt dans la moitié supérieure de ce niveau inférieur.

Il est impossible de connaître à un degré d'approximation suffisant l'épaisseur originelle des niveaux du Flysch, surtout à cause d'une infinité de petits replis.

Pour le niveau inférieur, une épaisseur de 300 m. au minimum semble raisonnable. Dans le Windspillen ce minimum est largement dépassé.

Chapitre II.

Le niveau moyen ou grésocalcaire.

§ 1. Généralités.

Dans la partie supérieure du niveau schisto-gréseux, on remarque des changements lithologiques graduels ; les intercalations de schistes deviennent moins fréquentes et moins épaisses, les grès quartzitiques disparaissent et font place à des grès plus calcaires. On s'approche du niveau moyen, dont nous allons indiquer les caractères principaux.

Le niveau moyen présente en gros une alternance irrégulière de calcaires sableux ou marneux (patine bleuâtre), de calcaires gréseux et de grès calcaires en grande partie polygéniques. Les intercalations de schistes qui jouent encore un certain rôle à la base du niveau, se réduisent rapidement à de minces délits schisteux ou pellicules qui séparent à peine les bancs calcaires ou gréseux. Les brèches sont très rares et jamais grossières.

A distance, l'ensemble présente un aspect plaqueté contrastant avec celui du niveau inférieur.

Les éboulis sous les parois du niveau moyen se distinguent généralement de ceux du niveau supérieur par leurs surfaces ferrugineuses avec des taches irrégulières de pellicules schisteuses noires.

L'épaisseur totale de ce niveau moyen est bien difficile à apprécier, à cause des multiples replis qui l'affectent dans notre chaîne. En gros, on peut dire qu'il atteint quatre à cinq cents mètres.

§ 2. Coupes représentatives.

La première coupe que nous donnerons a été relevée sur l'arête du Wistätthorn, environ 300 m. au S. du signal 2347.

De bas en haut :

- 1° 4 cm. Petit banc de calcaire sableux.
- 2° 20 cm. Mince plaquettes de grès polygénique de grain moyen.
- 3° 12 cm. Mince plaquettes de calcaire gréseux.
- 4° 20 cm. Banc de grès calcaire.
- 5° 3 cm. Calcaire fin en partie sableux, en partie gréseux.
- 6° 2 cm. Schistes argileux noirs, cassants.
- 7° 45 cm. Mince plaquettes de grès polygénique de grain moyen.
- 8° 8 cm. Deux petites couches de calcaire sableux.
- 9° 10 cm. Grès polygénique moyen en plaquettes.
- 10° 1,5 cm. Calcaire peu et finement sableux.

Comme deuxième exemple, nous prendrons une succession typique du Flysch, qui borde le chemin de Turnels vers Bachberg, environ 300 m. au NW. des chalets de Turnels, entre le Wasseregrat et le Gifferhorn. Nous constatons, de bas en haut :

- 1° 15 cm. Calcaire fin un peu marneux.
- 2° 2 cm. Schistes argileux et schistes marneux.
- 3° 40 cm. Banc de calcaire gréseux, assez fin.
- 4° 6 cm. Schistes calcaires grisâtres.
- 5° 15 cm. Calcaire gréseux appliqué sans délit contre
- 6° 18 cm. Calcaire finement sableux.
- 7° 5 cm. Grès calcaire, de grain moyen, collé sans délit contre
- 8° 10 cm. Calcaire localement compact, un peu marneux.
- 9° 8 cm. Marnes gréseuses, brunâtres.
- 10° 25 cm. Calcaire finement gréseux.
- 11° 10 cm. Calcaire gréseux à pellicules argileuses noires.
- 12° 35 cm. Grès polygénique grossier, très micacé.

§ 3. Considérations sur ces coupes.

Les deux coupes nous montrent comment les différents faciès du niveau moyen se trouvent en alternance continue mais irrégulière, et elles donnent une juste idée approximative de la fréquence de chacun de ces faciès; ainsi nous voyons que les calcaires sableux et marneux, avec leurs surfaces bleuâtres, caractéristiques, ne forment qu'une petite partie de la masse; dans la première coupe on en trouve quatre petites couches sur dix, dans la seconde seulement trois sur douze, mais dans cette dernière leur épaisseur est exceptionnellement forte.

Les schistes ne sont qu'à peine représentés et la masse principale est formée de calcaire gréseux et de grès généralement micacés, qu'on trouve aussi bien en minces plaquettes qu'en petits bancs, toujours à surfaces brunes ferrugineuses et rugueuses.

Dans la deuxième coupe, nous avons vu que deux fois des roches gréseuses (5°, 7°) se trouvent collées sans délits contre du calcaire (6°, 8°); c'est un changement de faciès qui s'effectue en sens

vertical dans les limites d'une même couche. Il s'agit ici d'un changement extrêmement brusque, les grains de sable grossier s'arrêtent nettement à la ligne de contact, droite ou courbe, et ne la traversent pas.

C'est un phénomène de sédimentation qui, avec les fausses brèches calcaires (voir p. 13), est bien caractéristique du niveau moyen et du niveau supérieur. Voyons plus en détail les différentes roches qui constituent le niveau grésocalcaire.

§ 4. Les schistes.

N'offrent rien de nouveau. On retrouve les mêmes variétés que dans le niveau inférieur. Leur rôle étant très subordonné, ils ne se présentent que sous forme de minces intercalations ou surtout de pellicules noires argileuses, collées sur les surfaces des bancs calcaires ou gréseux.

§ 5. Les calcaires sableux et marneux.

Ces calcaires caractérisent avant tout le niveau moyen et font défaut au niveau inférieur.

Ce sont des calcaires à spicules bleuâtres, aussi bien de cassure que de patine. Ils sont parfois finement micacés. Leur cassure est finement grenue, généralement un peu irrégulière et scintillante, rarement unie et mate; elle est fréquemment schistoïde et toujours gris-bleu ou bleue de couleur.

La patine, dans la règle gris-bleu, est par places d'un bleu pur et presque toujours un peu rugueuse au toucher; cela tient au sable finement dispersé dont les grains clairsemés dans leur ensemble sont très petits.

Le caractère plus ou moins marneux de ces calcaires détermine l'aspect schistoïde si typique pour la plupart d'entre eux. Les calcaires sableux et marneux sont très pauvres en organismes macroscopiques; nous n'y avons vu que des Chondrites et quelques traces d'Helminthoïdes.

Coupe mince.

En revanche, sous le microscope, on est frappé par la présence constante de spicules d'éponges calcifiées, en quantité très variable, mais parfois extrêmement abondantes et constituant presque la masse entière de la roche et enfin rarement par des débris de Foraminifères indéterminables. Le fond de la roche est composé de calcite granuleuse imprégnée d'un peu de silice, en partie du moins, secondaire.

Ces calcaires se trouvent toujours en couches de faible épaisseur; le plus souvent de un, deux ou trois centimètres.

§ 6. Les calcaires gréseux.

D'abord nous retrouvons les calcaires gréseux micacés du niveau inférieur avec leur cassure toujours grenue et scintillante, grise ou gris-bleu, et leur patine toujours brunâtre, bien rugueuse; ils passent insensiblement à des grès calcaires d'aspect semblable et se montrent en coupe mince, généralement dépourvus de la moindre trace d'organismes. Pourtant, une variété fine, dont les bancs ont une surface brune moins rugueuse et une cassure volontiers un peu foncée, est souvent pleine de spicules d'éponges.

Ces calcaires bruns à spicules, d'un aspect évidemment très différent des calcaires bleus à spicules décrits ci-dessus (§ 5), s'en distinguent sous le microscope par une plus grande quantité de petits grains de quartz et la prédominance de calcite grenue sur la calcite granuleuse dans la pâte. L'épaisseur des couches de calcaire gréseux est très variable, mais dans la règle, plus considérable que celle des calcaires sableux et marneux. Des bancs de 1 m. ne sont pas rares

§ 7. Les grès.

Les grès du niveau gréso-calcaire sont en moyenne plus calcaires que ceux du niveau inférieur. En même temps, ils sont souvent plus grossiers et la variété polygénique est beaucoup plus fréquente.

Les grès doivent leur aspect polygénique à la présence simultanée de fragments de quartz blanc, de dolomie jaune, de schiste noir et de muscovite. Les deux premiers éléments sont les plus frappants et déterminent des cassures grisâtres, claires, tachetées de jaune. La cassure peut devenir bleuâtre dans les bancs plus calcaires.

Les grès polygéniques du niveau moyen deviennent volontiers des grès assez grossiers (éléments jusqu'à 3 mm.) et passent même parfois à des fines brèches (3—5 mm.) beaucoup plus rares, il est vrai. La cassure de ces grès est gris clair; ils contiennent les mêmes éléments que les grès plus fins. Ici encore la dolomie prend une plus grande importance que les fragments de schiste noir, mais en outre on y voit parfois de petits feuilletés de schistes talqueux verts ou d'autres schistes verdâtres et du feldspath blanc (jamais rose). La quantité du feldspath peut devenir considérable. En coupe mince, on reconnaît en général des plagioclases altérés avec un liseré secondaire frais.

§ 8. Les fausses brèches.

A côté des fines brèches mentionnées et qui ne sont qu'un grossissement des grès polygéniques, on trouve dans le niveau moyen et encore davantage dans le niveau supérieur, des bancs dans lesquels les calcaires gréseux à patine brune et le calcaire sableux et marneux à patine bleuâtre se trouvent mêlés d'une façon extraordinaire. Le calcaire bleuâtre se trouve en fragments irréguliers, souvent très grands (plusieurs cm., voire dm. de longueur) dans la roche gréseuse, ce qui donne un aspect bréchoïde très prononcé.

On se rend compte tout de suite que ce sont là des fausses brèches. En effet, les inclusions calcaires n'y ont pas de contours détritiques et ne représentent point des cailloux transportés par l'eau et déposés dans un milieu sableux. Au contraire, le calcaire peut se développer à un tel point qu'on assiste à un passage graduel vers une couche continue de calcaire pur par l'intermédiaire d'un calcaire compact avec quelques traînées gréseuses, irrégulières. Donc, calcaire et sable se sont déposés simultanément. Et le phénomène atteste une grande irrégularité de sédimentation; sédimentation orogénique dans laquelle le jeu de forts courants marins intervenait sans doute. C'est à des courants qu'il faut attribuer les venues brusques de sable qui interrompent la sédimentation calcaire (voir couche *b*, fig. 1). La boue calcaire a dû avoir cependant une certaine cohérence puisqu'elle ne s'est guère mélangée au sable.

Il n'est pas rare que le contact des inclusions calcaires avec la roche gréseuse, se faisant suivant une ligne très irrégulière, montre en outre des sutures argileuses ou des crochets styloolithiques. On voit ainsi qu'une dissolution postérieure à la consolidation du calcaire peut aussi avoir joué un rôle dans la formation de ces fausses brèches. Peut-être même certaines traînées de sable se sont-elles concentrées à partir d'un calcaire sableux, par dissolution sélective.

Dans la partie orientale de la chaîne du Niesen, *Bornhauser* décrit et figure (70, p. 81—83, fig. 7) une autre variété de fausse brèche que *Studer* (3) avait, du reste, déjà longuement discutée,

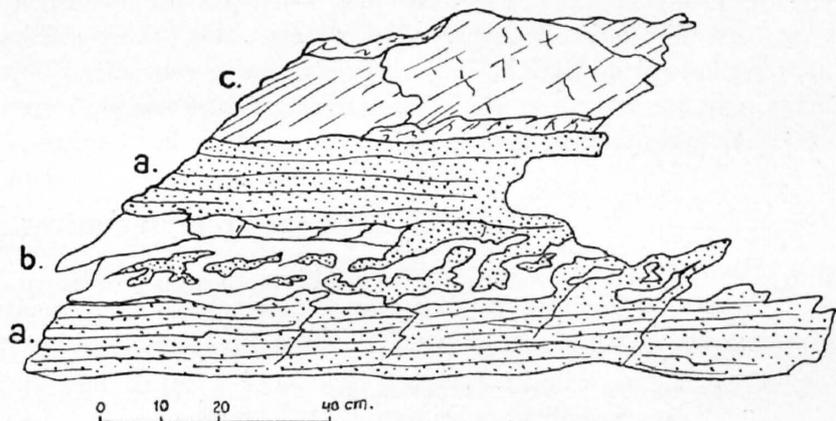


Fig. 1. Fausse brèche (Lauenenhorn).

a. = Calcaire gréseux. b. = Fausse brèche. c. = Calcaire compact.

où des fragments calcaires anguleux sont enveloppés de sable, au-dessus d'un banc calcaire continu. On peut penser alors que ces fragments proviennent ou bien du fond calcaire de la mer déjà consolidé et disloqué par glissement sous-marin ou mouvement tectonique, ou bien de sédiments calcaires à moitié solidifiés seulement et détachés par les courants sableux. Dans notre région, cette variété là de fausse brèche est beaucoup moins bien représentée que la précédente.

Chapitre III.

Le niveau supérieur ou calcaréo-bréchoïde.

§ 1. Généralités.

Dans son ensemble, le niveau supérieur se distingue du niveau moyen d'une façon assez nette; d'abord par l'augmentation sensible du nombre de bancs de calcaire à patine bleuâtre et par le caractère plus compact de ces calcaires. Ensuite, par un développement souvent considérable de brèches polygéniques.

Le niveau supérieur est ainsi composé de calcaire bleuté compact, sableux ou marneux, de calcaire gréseux, de grès polygéniques et de brèches polygéniques en alternance continue et le plus souvent irrégulière. Quoique des schistes puissent intervenir, en très faible proportion il est vrai, au milieu ou au sommet du niveau, sa base en est entièrement dépourvue et même les pellicules argileuses noires, si caractéristiques pour le niveau moyen, ont disparu de la surface des bancs. C'est cette disparition des schistes, la fréquence des calcaires bleus et l'apparition des brèches qui nous permettent de fixer la limite inférieure du niveau. Il est à peine nécessaire de dire que cette limite n'est pas franche et que le passage est graduel, sur plusieurs dizaines de mètres. La puissance de ce niveau supérieur est du même ordre que celle du niveau moyen.

§ 2. Coupes représentatives.

Voyons maintenant quelques coupes:

L'arête du Wistätthorn nous offre, une cinquantaine de mètres environ au S. du signal 2357, la succession suivante, du S. au N., c'est-à-dire stratigraphiquement de bas en haut:

- 1° 6 cm. Lit de calcaire compact bleu foncé à patine bleu clair ou en partie blanchâtre, avec traces d'algues silicifiées et d'Helminthoïdes.
- 2° 4 cm. Plaquettes de calcaire très gréseux, fin, à cassure grise, brillante, et patine gris-brun.
- 3° 2 cm. Petit lit de grès fin à feuillets micacés, cassure gris sombre, brillante, et patine brune.
- 4° 3 cm. Petit lit de grès comme au n° 3.
- 5° 18 cm. Calcaires plus ou moins compacts, bleuâtres.
 - a) 4 cm. Calcaire très finement grenu à patine bleuâtre avec traces d'algues silicifiées et cassure bleu-gris, presque compact;
 - b) 6 cm. calcaire en partie finement grenu comme au n° 5 a et en partie compact comme au n° 1;
 - c) 8 cm. calcaire compact comme au n° 1.
- 6° 2 cm. Plaquette de calcaire gréseux comme au n° 2, à délit micacé.
- 7° 13 cm. 3 petits lits accolés de calcaire comme au n° 5 b: patine en partie bleu foncé.
- 8° 5 cm. Grès de grossièreté moyenne à cassure gris sombre, à petits feuillets de schiste noir et à patine grise rugueuse et micacée.
- 9° 3 cm. Calcaire compact comme au n° 1.
- 10° 8 cm. Grès polygénique grossier passant à une brèche fine. Sur la cassure gris-bleu, on distingue des grains de quartz, des feuillets de schiste noir et de schiste vert, du mica, de la dolomie et de petits fragments de granite blanc. La surface grise est très rugueuse. Ensuite de nouveau de petits lits de calcaire bleu, compact, ou finement grenu.

Transportons-nous maintenant vers la montagne du Windspillen. Du chalet coté 1548 m. au-dessus de Stotzene-Vorsass, on monte vers le coin septentrional (1600 m.) de la clairière du chalet et on pénètre ensuite dans une vaste forêt, dans laquelle on trouve, vers l'altitude de 1640 m., un beau chemin, non figuré sur la carte, qui descend lentement d'abord vers le N., puis vers le NE. Ce chemin a été fait récemment pour le transport du bois et se termine brusquement environ à 1570 m. d'altitude, à l'extrémité d'une mince langue déboisée, sur la carte 6 mm. au NW. du B de Bodmen.

La coupe suivante a été relevée au bord de ce chemin, près de son extrémité. Nous y voyons, dans des séries très redressées, la succession suivante, du N. au S., stratigraphiquement de haut en bas :

- 1^o 15 cm. Calcaire compact; la cassure bleue devient d'un gris brunâtre lorsqu'elle est humide, la patine est claire, d'un gris bleuté.
- 2^o 25 cm. Grès fin, se débitant en plaquettes de quelques millimètres, avec de petits lambeaux de schiste noir et délit micacé.
- 3^o 35 cm. Calcaire à cassure et patine bleuâtre et structure finement grenue presque compacte, en plaquettes de 2—5 cm., bien litées. La cassure, mouillée, prend une teinte brunâtre.
- 4^o 10 cm. Grès fin comme au n^o 2.
- 5^o 3 cm. Calcaire bleuâtre comme au n^o 3.
- 6^o 3 cm. Calcaire compact comme au n^o 1.
- 7^o 2 cm. Schistes noirs argileux.
- 8^o 1 cm. Calcaire compact comme au n^o 1, mais un peu schisteux.
- 9^o 2 cm. Calcaire saccharoïde, finement gréseux, à cassure brun-bleu et patine brunâtre, collé avec limite franche contre 10 a.
- 10^o 33 cm. Complexe de calcaire plus ou moins compact, bleuâtre, bien lité.
 - a) 5 cm. calcaire compact comme au n^o 1, localement cependant finement grenu;
 - b) 1 cm. calcaire compact, schistoïde comme au n^o 8;
 - c) 10 cm. 2 petites couches de calcaire en partie compact comme a;
 - d) 1 cm. calcaire compact comme au n^o 1;
 - e) 3 cm. calcaire en partie compact comme a;
 - f) 5 cm. calcaire compact comme au n^o 1;
 - g) 8 cm. calcaire en partie compact comme a. La partie finement grenue est spathique.
- 11^o 15 cm. Grès fin comme au n^o 2; le banc se débite en plaquettes.
- 12^o 35 cm. Calcaire bleuâtre comme au n^o 3; série de petits lits de 1—5 cm.
- 13^o 4 cm. Grès fin comme au n^o 2.
- 14^o 5 cm. Calcaire compact comme au n^o 1.
- 15^o 42 cm. Calcaire bleuâtre comme au n^o 3; série de lits de 2—5 cm. Un banc atteint 12 cm.
- 16^o 8 cm. Grès fin comme au n^o 2. Décomposé. Surface ferrugineuse.
- 17^o 6 cm. Schistes argilo-gréseux sombres.
- 18^o 2 cm. Calcaire compact comme au n^o 1. Deux plaques.
- 19^o 30 cm. Grès fin très micacé, à petites traînées de lambeaux de schiste noir. Plusieurs plaquettes.
- 20^o 10 cm. Calcaire compact comme au n^o 1.
- 21^o 45 cm. Grès polygénique micacé assez grossier par endroits.
- 22^o 35 cm. Brèche polygénique: comme éléments (souvent 4—5 mm.), beaucoup de dolomie, lambeaux parfois étendus de schiste noir, fragments de schistes verts et petits débris blancs de quartz, feldspath et calcite.
- 23^o 125 cm. Brèche polygénique comme au n^o 22.
- 24^o 15 cm. Calcaire saccharoïde finement gréseux à cassure brun-bleu et patine ferrugineuse.
- 25^o 15 cm. Calcaire gréseux comme au n^o 24, formant une série de plaquettes de quelques centimètres chacune.

- 26° 2 cm. Calcaire compact comme au n° 1, en plaque pourvue de quelques pellicules schisteuses.
27° 40 cm. Grès polygénique comme au n° 21.
28° 30 cm. Calcaire gréseux comme au n° 24, en banc à enveloppe schisteuse noire.
29° 3 cm. Calcaire en partie compact comme au n° 10 a, plaque à patine blanchâtre ou bleu clair.
30° \pm 10 m. Calcaires compacts ou presque compacts en petits bancs bien lités, alternant de temps en temps avec du calcaire saccharoïde et des grès fins ou assez grossiers.

Une centaine de mètres plus au S., on trouve au bord du chemin un grand développement de brèche polygénique grossière.

§ 3. Considérations sur ces coupes.

La première coupe nous montre une série bien litée. C'est une succession de petites couches dont l'épaisseur varie entre 2 et 8 cm. Des calcaires plus ou moins compacts, bleuâtres, jouent un grand rôle et constituent à eux seuls presque toute la partie moyenne de la coupe (5, 6, 7). La couleur de leurs surfaces contraste fortement avec celle des calcaires gréseux ou des grès. Ces derniers ne passent qu'une fois à une fine brèche. Les calcaires bleus ne sont pas sableux ni marneux et il n'y a pas trace de schistes. La deuxième coupe diffère passablement de la première.

D'abord on voit qu'après une succession riche en calcaires bleuâtres (1—15) vient une série (16—28) presque entièrement faite de roches siliceuses, gréseuses et de brèches et qu'enfin les calcaires bleuâtres reprennent (29—30).

Ces calcaires sont à peine différents de ceux de la première coupe. Cependant leur patine devient ici très souvent un peu blanchâtre et leur cassure, surtout lorsqu'elle est mouillée, prend volontiers une teinte brunâtre (voir p. 17). C'est une variété assez fréquente, surtout vers le sommet du niveau supérieur.

Les variations stratigraphiques que notre deuxième coupe présente en petit se retrouvent aussi à plus grande échelle: il n'est pas rare de rencontrer sur des centaines de mètres des séries pour ainsi dire dépourvues de brèches, où alternent irrégulièrement des calcaires plus ou moins compacts et des grès (Gifferhorn arête), ou bien, au contraire, de longues séries de calcaire gréseux, de grès et de brèche, entièrement dépourvues de calcaire compact.

L'aspect des séries peut varier avec la composition; celles où les roches gréseuses et les brèches dominent forment volontiers des successions de bancs de plusieurs décimètres ou même de plusieurs mètres d'épaisseur, tandis que celles où apparaissent de fréquentes intercalations de calcaire bleu ont souvent à distance un aspect finement lité (par exemple coupe I). Le calcaire bleu s'unit parfois de la façon la plus étroite au grès ou au calcaire gréseux (par exemple 9 et 10 a formant ensemble une même couche: coupe II). On a déjà vu de pareils phénomènes dans le niveau moyen (coupe Turnels, p. 11, contact entre 5 et 6 et entre 7 et 8). Mais là les calcaires étant moins purs, le contraste des couleurs est moins fort qu'au niveau supérieur.

Passons maintenant en revue les différentes roches qui constituent le niveau calcaréo-bréchoïde.

§ 4. Schistes.

Ils n'y sont que faiblement représentés. Ce sont de nouveau des schistes argileux ou marneux, presque sans mica, banaux, mais à côté de ceux-là on rencontre des schistes noirs micacés, ternes, finement mais irrégulièrement feuilletés, marneux ou gréseux, qui sont particuliers à ce niveau supérieur. A quelques endroits, nous avons constaté des fucoïdes (Chondrites) sur des délités argileux à l'intérieur des calcaires.

Dans la partie basale du niveau, les schistes manquent, dans la règle, totalement. Plus haut, ils restent rares, mais apparaissent parfois tout à coup en quelques fortes intercalations pour disparaître aussitôt après.

§ 5. Calcaires compacts (calcaires à spicules).

Comme nous l'ont montré les coupes stratigraphiques précédentes, ces calcaires jouent un grand rôle dans le niveau supérieur. Ce sont des calcaires compacts qui deviennent facilement plus ou moins grenus, et dont la majorité a une cassure de couleur bleuâtre, ordinairement plus foncée que la surface, également bleue ou bleu-gris, tandis que la minorité est à cassure brun-gris, parfois sombre et à patine plus claire, grisâtre (bleu-gris, gris, blanchâtre, jaunâtre). Ces deux types peuvent se trouver ensemble et il y a des passages entre eux. On a parfois l'impression que les calcaires brun-gris se trouvent de préférence au sommet du niveau supérieur, mais on ne peut guère en faire une règle. Au flanc ouest du Windspillen, par exemple, ils débutent dès la base de ce niveau.

La surface de ces calcaires est à peine rugueuse au toucher et parfois même lisse, les aspérités sont minuscules et l'on n'y voit point de grains distincts en saillie, exception faite des traces d'algues silicifiées qui sont souvent en relief sur la surface des bancs. Ce sont surtout les fines ramifications des Chondrites qu'on observe, mais aussi d'autres traces indéterminables, et enfin les formes irrégulières des concrétions siliceuses qui n'abondent qu'à certains endroits. Les Helminthoïdes semblent plus rares que les traces de fucoïdes. Sous le microscope, ces calcaires se révèlent comme de vrais calcaires à spicules. En effet, les spicules d'éponges y pullulent, presque toujours calcifiés et souvent à canal élargi: un peu de silice secondaire en agrégat ou grain très fin est répandue dans la pâte de calcite granuleuse ou grenue.

Ces calcaires à spicules du niveau supérieur se trouvent généralement en petites couches de quelques centimètres (souvent 5—10 cm.). Par accolement cependant, ils peuvent atteindre plusieurs décimètres, ou même une cinquantaine de centimètres de puissance. Très souvent ils se trouvent collés sans délit contre du calcaire gréseux, du grès polygénique ou même de la fine brèche, réunis dans un même banc. Ailleurs, les calcaires à spicules font partie de fausses brèches calcaires, qui sont ici aussi fréquentes.

On doit rattacher à ce groupe des calcaires schistoïdes et grenus à patine gris-bleu ou grisâtre qui deviennent rarement très marneux, mais pour le reste ne se distinguent en rien des calcaires bleuâtres du niveau moyen, également calcaires à spicules décrits plus haut (p. 12).

§ 6. Calcaires sableux et spathiques (à Bryozoaires).

On trouve, assez répandu dans le niveau supérieur, un calcaire en même temps sableux et spathique, dont les équivalents n'existent pas dans les niveaux inférieurs. Aussi bien à première vue que sous le microscope, il se montre très différent des calcaires finement sableux dont il a été question plus haut (p. 12) à propos du niveau moyen et qui sont des calcaires à spicules.

Donnons quelques exemples:

1° Un calcaire spathique à peine sableux de la Forêt au N. de Stotzene-Vorsass.

Macroscopiquement: Calcaire à patine grisâtre, compact, avec des parties rugueuses, dues à des particules de sable fin, cassure finement spathique, sombre.

Sous le microscope: Le fond de la roche, fait de calcite en grande partie recristallisée, se montre très riche en fragments d'organismes et ne contient que peu de quartz, surtout secondaire. Des sections de Bryozoaires s'y trouvent abondamment (quelques sections permettent de reconnaître des Cheilostomes) et à côté d'elles on aperçoit encore quelques Foraminifères, dont seuls des Textilaires à test granuleux sont reconnaissables, et de rares fragments d'Echinodermes. C'est un vrai calcaire à Bryozoaires.

2° Calcaire sableux du Gifferhorn, environ deux cents mètres à l'ENE. du sommet.

Macroscopiquement: Calcaire distinctement sableux à patine et cassure bleuâtre, peu spathique. Les grains clairsemés qui sont en saillie à la surface ont souvent quelques millimètres de diamètre et sont formés principalement de quartz, mais parfois de feldspath blanc, de dolomie ou de petits fragments de schiste noir. Il n'est pas rare qu'on distingue déjà à la loupe des débris de Bryozoaires.

Sous le microscope: C'est de nouveau un calcaire zoogène. Les Bryozoaires prédominent de beaucoup; en outre, on distingue quelques Miliolidés, des fragments d'autres Foraminifères, d'Algues indéterminables et quelques débris d'Echinodermes. Plusieurs petits cailloux (calcaire à Calpionelles et autres calcaires granuleux) sont pris dans ce calcaire à Bryozoaires et on y trouve enfin une certaine quantité de grains de quartz qui sont, en partie en tout cas, secondaires parce qu'ils interrompent irrégulièrement les rangées de cellules de Bryozoaires et silicifient un Miliolidé.

Au-dessus de Moosfangvorsässe (Windspillen), au Bissendürriberg (Wasserngrat), au petit col de l'arête sud-ouest du Dürrenwald (Lenk), pour ne nommer que quelques localités principales, on trouvera facilement d'autres beaux exemples de ce calcaire à Bryozoaires, bien typique du niveau supérieur.

§ 7. Les calcaires gréseux.

Ils sont moins intéressants. Ce sont en somme les mêmes qu'aux niveaux moyen et inférieur. Tantôt ils contiennent des spicules ou quelque Foraminifère, tantôt ils sont stériles. De grain fin, ils forment des couches de calcaire siliceux à patine rousse; plus grossiers, on y distingue souvent entre les nombreux grains de sable qui font saillie à la surface, d'autres éléments, fragments de dolomie et de schistes noirs et l'on passe graduellement à des roches d'aspect polygénique très prononcé.

§ 8. Grès et brèches polygéniques.

Ces «Grès» et brèches polygéniques, qui jouent un rôle de première importance dans le niveau supérieur et le caractérisent surtout, à côté des calcaires bleus, diffèrent dans leur ensemble de ceux du niveau moyen par la grosseur plus grande de leurs éléments. En effet, les grès polygéniques grossiers sont ici plus fréquents et aussi les brèches dépassent souvent de beaucoup la grossièreté maximale de celles du niveau gréso-calcaire.

a) Types très répandus.

Les grès et brèches polygéniques du niveau moyen, caractérisés par leur cassure claire, généralement grise et le rôle assez modeste qu'y jouent les feuillettes de schiste noir, se retrouvent dans le niveau supérieur, mais avec une cassure souvent bleuâtre. Ils nous intéressent moins que les nombreux grès et brèches polygéniques riches en *feuillettes de schiste noir* avec une cassure souvent plus sombre et qui sont propres au niveau calcaréo-bréchoïde; ceux-ci contiennent les mêmes éléments que les précédents: quartz, dolomie, muscovite, feldspaths (blanc). Le feldspath rose, si fréquent dans les grès et brèches des Préalpes externes (Berra), fait entièrement défaut (67).

Vis-à-vis de Tromvorsass, à côté de la grande route Lauenen-Gstaad, mais sur la rive gauche du Lauibach, se trouve une carrière qui met à nu une belle série de couches très redressées du niveau supérieur, où l'on a l'occasion d'observer les grès et brèches en question, qui sont ici des plus typiques et qu'on retrouve avec les mêmes caractères à Bodmen, à Berzgumm, au Dürrenwald, en un mot, dans tout le front de la chaîne. Ils sont très riches en petits feuillettes de 1 à 10 mm., ou lambeaux assez étendus (plusieurs centimètres) de schistes noirs un peu luisants. Ces schistes sont sans mica lorsqu'ils ne forment que des pellicules, mais souvent un peu micacés quand plusieurs feuillettes se superposent. Parfois, ces bancs montrent une certaine schistosité. Les grès passent graduellement aux brèches souvent dans le même banc. Le diamètre des éléments y surpasse rarement un centimètre. On rencontre aussi à Tromvorsass des sortes de fausses brèches, où du calcaire à spicules présente des traînées gréseuses polygéniques. Ailleurs nous avons observé du calcaire sableux — le sable étant noyé dans un abondant ciment calcaire — passant à du grès polygénique grossier.

b) Ciment et grossièreté.

Et ceci nous amène à la question du ciment de ces grès et brèches du type de la carrière de Tromvorsass. Il est en somme peu abondant. Lorsqu'il est calcaire, on ne le voit généralement pas, si ce n'est quand la roche passe graduellement à du calcaire sableux ou spiculaire. Mais ces

passages sont peu fréquents, et le plus souvent le ciment calcaire ne se décèle qu'au microscope. Il est en effet très rare qu'on puisse décider à la loupe si les interstices calcaires visibles entre les éléments représentent du ciment ou des petits cailloux calcaires moulés les uns sur les autres.

A ce point de vue, les deux coupes minces suivantes sont intéressantes.

Coupe mince I. Brèche polygénique fine de la carrière de Tromvorsass.

Des éléments: quartz, feldspath, dolomie, schiste noir et mica, les trois premiers sont souvent entourés de couronnes secondaires de calcite ou en partie parfois de silice. On observe en outre plusieurs agrégats de silice secondaire formant une fine mosaïque. Le ciment est donc principalement calcaire.

Coupe mince II. Brèche polygénique fine des environs de Berzgumm.

Comme éléments, on constate: du quartz, des plagioclases assez abondants, de la dolomie ou du mica, du schiste noir; ensuite plusieurs fragments calcaires (cailloux de calcaire grenu à Miliolites et *Diplopora Mühlbergi* [Crétacé inférieur]; cailloux de calcaire granuleux à Radiolaires). Autour des quartz, il y a de grandes auréoles de calcite secondaire, la silice secondaire n'est que très accessoire. A un endroit, du calcaire à spicules, granuleux, figure clairement comme ciment. Le ciment est donc de nouveau calcaire.

D'autre part, on observe que les schistes noirs formant des feuillets dans les grès, se développent plus largement dans les brèches et peuvent donner lieu à des délits schisteux minces intercalés; ils font alors partie du ciment de la brèche.

Les brèches qu'on vient de décrire restent le plus souvent fines (éléments généralement jusqu'à 1 cm., sauf les lambeaux de schiste noir, plus grands). Les brèches plus grossières, à éléments jusqu'à 2—3 cm., sont bien moins répandues dans le niveau supérieur, et celles dont quelques éléments atteignent 1 dm. y sont enfin tout à fait rares.

Les brèches plus grossières ont un aspect différent, leurs éléments plus grands sont en même temps plus variés. Le ciment peut être plus ou moins développé, ou calcaire ou gréseux. D'autres variétés de brèche grossière donnent l'impression d'avoir un ciment calcaire bleuâtre très abondant, mais de près on se rend compte qu'on a généralement affaire à des éléments de calcaires divers moulés les uns sur les autres. La taille des éléments n'est pas uniforme, à côté de parties grossières, on peut trouver des parties plus fines, riches en fragments anguleux de quartz ou d'autres minéraux.

Les éléments ne sont pas toujours anguleux et on peut passer ainsi très localement à des sortes de poudingues.

c) Eléments des grès et brèches.

Nous avons dit que les éléments de ces brèches du niveau supérieur sont variés. En effet, outre les constituants ordinaires — quartz, dolomie, feldspath, mica et schiste noir —, la grossièreté du sédiment nous permet de distinguer des inclusions de roches très diverses.

Malheureusement les dimensions de ces éléments restent chez nous très modestes (dans la règle entre 3 mm. et 3 cm.), ce qui empêche de récolter un matériel suffisant pour une étude détaillée. Nous devons donc nous contenter des quelques considérations suivantes:

Parmi les éléments cristallins, ce sont surtout les granites verdâtres que l'on rencontre. Le quartz est souvent peu abondant. De l'orthose rose ne s'y observe point. Les feldspaths sont toujours blancs ou faiblement verdâtres. Ils sont de grain moyen et peuvent passer à du granite blanc. On trouve aussi fréquemment des gneiss et micaschistes à muscovite grisâtre ou faiblement verdâtre et des schistes cristallins vert foncé (schistes chlorito-sériciteux, en partie du type «schistes de Cassanna»; aussi, mais moins, des roches ophiolithiques, etc.).

On rencontre encore quelques variétés de schistes verdâtres d'origine sédimentaire, à aspect différent des schistes chlorito-sériciteux, des schistes argileux brillants, des schistes talqueux, généralement en petits feuillets.

Tous ces schistes verts, d'origine éruptive ou secondaire, répandus un peu partout dans les brèches du niveau supérieur, n'y jouent cependant qu'un rôle accessoire, dans les limites de notre champ d'étude. Souvent ils semblent faire défaut et il est rare qu'ils soient bien apparents au premier abord.

Dans le soubassement et dans la zone submédiane, nous rencontrons (voir p. 49, 95) des brèches du Flysch, appartenant également à la nappe du Niesen, mais bien plus riches en débris de schistes verts (surtout «schistes de Casanna»).

Les grosses brèches de Brandberg (voir description régionale, p. 23) nous ont fourni plusieurs échantillons d'orthogneiss gris-vert, dont un bloc de 1 m³ représente le plus grand élément que nous connaissions dans le Flysch de la Palette de notre région. Nous y avons vu aussi des roches porphyriques, malheureusement indéterminables à cause de leur altération. Les porphyres rouges, aussi bien que des granites de cette couleur, font entièrement défaut dans la nappe du Niesen. Nous aurons plus tard l'occasion de revenir là-dessus, après avoir passé en revue les brèches des autres parties de la nappe.

Presque tous les cailloux calcaires que contiennent les brèches du niveau supérieur sont, chez nous, d'âge indéterminable; ce sont des calcaires compacts ou grenus, le plus souvent à surface bleutée. Les calcaires spathiques ou oolithiques n'y figurent que de façon très subordonnée. L'examen microscopique ne donne en général aucun renseignement sur l'âge, cependant les coupes minces révèlent parfois des cailloux de calcaire à spicules — empruntés au Flysch du Niesen lui-même — ou bien, moins fréquemment, de calcaire compact à Calpionelles (probablement Jurassique supérieur). Nous n'avons rencontré qu'une fois, en coupe mince, du calcaire barrémien à Miliolidés et *Diplopora Mühlbergi*.

A l'œil nu, tous ces calcaires se différencient à peine, à cause de la petite taille (généralement à diamètre inférieur à 2 cm.) des éléments.

Le calcaire dolomitique à patine gris jaunâtre ou orange est un élément commun. Le plus grand fragment qui nous en soit connu dans le Flysch de la Palette (exception faite des brèches basales) se trouve de nouveau à Brandberg et mesure 40 cm. Les grès, calcaires gréseux, schistes marneux et silex ne sont que très faiblement représentés parmi les éléments des brèches.

La discussion de la provenance des éléments des brèches du Flysch du Niesen sera, pour différentes raisons, réservée au dernier chapitre.

Chapitre IV.

Niveau schistoïde.

Au bord du Laubach, tout près de Trom, on peut observer la limite supérieure du Flysch de la chaîne du Niesen (voir carte géologique) à l'extrémité septentrionale d'une partie étranglée en gorge du ruisseau.

Les dernières couches qu'on doit encore attribuer à ce Flysch forment un complexe très schisteux, plongeant fortement au NW. et en contact anormal avec des calcaires crétaciques qui lui font suite au N. et appartiennent à ce que nous appelons la Zone Submédiane. Ce complexe, qui s'individualise bien près du contact, perd bientôt, lorsqu'on le poursuit vers le S. dans la petite gorge étroite, son caractère schisteux et on le voit passer graduellement aux séries typiques du niveau calcaréo-bréchoïde.

Les schistes qu'il contient, généralement très argileux, sont noirs, et fortement, mais irrégulièrement feuilletés; ils contiennent, surtout près du contact, des nodules ou des bancs écrasés de calcaire finement saccharoïde gris sombre; il y a aussi des schistes noirs, plus marneux, qui passent insensiblement à des calcaires finement plaquetés.

De rares lentilles de calcaire sableux s'y intercalent. Un échantillon provenant des couches tout à fait supérieures s'en est révélé, en coupe mince, riche en organismes (Lithothamnies, un Nodosaire et plusieurs autres Foraminifères indéterminables, rares débris de Bryozoaires et d'Echi-

nodernes). C'est seulement à cause de sa richesse en Algues calcaires que nous le citons, car son rôle dans l'ensemble du complexe schisteux est tout à fait négligeable.

Les calcaires compacts et les brèches polygéniques font défaut dans la partie supérieure du complexe, mais vers le S. ils s'insèrent graduellement dans les successions, d'abord les brèches, ensuite les calcaires compacts et environ 300 m. au SE. du contact, à l'autre extrémité de la petite gorge, on est déjà entièrement dans le niveau calcaréo-bréchoïde.

Près de St-Stéphan (voir feuille topographique de Zweisimmen), sur le versant occidental de la vallée de la Simme, nous avons retrouvé des séries schisteuses très analogues dans la forêt de Schwarzbrand; mais dans le domaine du Simmental, nous ne les avons pas poursuivies vers le SW., la région étant située en dehors de notre champ d'étude. Entre le col de Zwitzeregge et la Sarine, la couverture épaisse de glaciaire nous empêche de savoir s'il existe toujours, à la partie supérieure du Flysch, un complexe schisteux. Ce n'est qu'à Trom qu'on le constate. On se demande alors s'il y a lieu de distinguer d'une façon générale, dans notre territoire, un niveau schistoïde supérieur au niveau calcaréo-bréchoïde, d'autant plus que des intercalations schisteuses n'y font localement pas défaut. Et nous n'hésiterions pas à négliger cette distinction si le complexe schistoïde ne prenait pas, en dehors de notre région, un plus ample développement qu'à Trom où il n'a que quelques dizaines de mètres de puissance. C'est le cas notamment dans la partie orientale de la chaîne. *Bornhauser* (70), qui l'a étudiée — et ses subdivisions du Flysch sont tout à fait comparables aux nôtres —, décrit et figure sur sa carte géologique une zone de Flysch schisteux qui longe le bord radical des Préalpes médianes et constitue un niveau constant, quoique peu développé, supérieur à son niveau calcaréo-bréchoïde (Kalk-Breccien-Zone). Le mince liséré qu'elle forme ne s'élargit un peu, suivant cet auteur, qu'au pied du Niesen. Il devient dès lors probable que dans le lit du Lauibach, c'est à l'équivalent de ce même niveau que nous avons affaire.

Chapitre V.

Description régionale.

Introduction.

Maintenant que nous avons détaillé la composition stratigraphique de chacun de nos niveaux du Flysch inférieur du Niesen, il devient intéressant d'étudier rapidement les arêtes principales de nos montagnes en se déplaçant du S. au N. et d'indiquer en grands traits le caractère des successions qu'on y rencontre. La tectonique simple de notre Flysch fait que régulièrement la partie méridionale de ces arêtes est taillée dans le niveau inférieur, la partie médiane dans le niveau moyen et la partie septentrionale dans le niveau supérieur (voir coupes, pl. I, fig. 1 et 2).

§ 1. Arête du Windspillen.

C'est près du point coté le plus méridional (1816 m.) du Hohe Windspillen, que le niveau inférieur du Flysch débute sur l'arête avec ses successions schisteuses. Une cinquantaine de mètres au N. de la cote 1829 des calcaires bleuâtres de cassure et de patine, un peu siliceux ou marneux, commencent à se développer à côté du grès quartzeux ou polygénique. On passe ainsi dans le niveau moyen dont la partie basale contient encore de fortes intercalations de schistes noirs (jusqu'à 400 m. au N. du point 1829).

Au signal de Grünholzstand (1938,9) et une soixantaine de mètres au NW. du chalet d'Oberes Grünholz où se dressent quelques rochers, il s'insère, dans ces alternances où les grès deviennent un peu plus grossiers, plusieurs couches de calcaire bleu, très beau, en partie compact et quelques bancs de fausses brèches calcaires. Il n'y a plus de schistes. Ce sont des couches basales du niveau supérieur.

A mi-chemin entre le chalet d'Oberes Grünholz et le chalet Obere Bodmen se présente un petit replat à sol marécageux, indiqué sur la carte géologique; il est dominé à l'W. par une pente

assez raide, rocheuse. C'est là qu'on rencontre pour la première fois plusieurs bancs (50 cm. à 1 m. de puissance) de brèche polygénique (les éléments en atteignent 1 cm., mais sont en général plus fins) pris dans une série pour le reste identique à celle de la base du niveau.

Puis, une centaine de mètres au S. du chalet d'Obere Bodmen, le Flysch devient schisteux, les calcaires compacts disparaissent et on n'a que des bancs gréseux où s'intercalent des paquets de schistes d'un décimètre ou plus (1 m.). Mais ce changement a un caractère local et immédiatement au N. du dit chalet les brèches polygéniques et les calcaires compacts, avec leurs variétés, reviennent à côté des grès et calcaires gréseux, polygéniques ou non, après quoi les caractères restent les mêmes sur toute la partie septentrionale de l'arête du Windspillen (Untere Bodmen-Spitalvorsass-Gmündten).

Notons que les calcaires compacts et leurs variétés impures fréquentes (un peu schisteuses ou un peu siliceuses), affleurant dans la région de Bodmen, représentent ordinairement le type à cassure brun-gris et patine grise ou blanchâtre et ne sont donc pas des calcaires bleus proprement dit.

§ 2. Arête du Lauenenhorn-Gifferhorn.

En montant du point 1988 (Trüttlisberg) jusqu'au sommet du Lauenenhorn (2477,1), suivant l'arête à direction SE.-NW., on ne rencontre d'abord, jusqu'à 2060 m. d'altitude environ, que des traces de schistes, de grès ou calcaire gréseux plaqueté et de gros blocs de grès parfois quartzitiques et typiques du niveau inférieur. Le plus souvent, la roche en place est cachée par la terre végétale.

Depuis 2150 m., la série prend un aspect plaqueté prononcé; elle est pauvre en schistes, constituée principalement par des grès calcaires et des calcaires gréseux. Les schistes ne reviennent qu'en un seul endroit en fortes intercalations (de 2200 à 2210) dans cette série qui représente déjà le niveau moyen.

De 2400 m. jusqu'au sommet (2477 m.) le niveau moyen contient déjà passablement de bancs de calcaire bleuâtre souvent schisteux ou finement grenu et fréquemment en contact brusque avec du grès polygénique. Les intercalations schisteuses continuent à manquer.

Quand on se rend maintenant du signal 2477 à la cote 2389, on est frappé par la quantité de gros bancs de plus d'un mètre souvent, qui affleurent sur l'arête; on y trouve à chaque pas des exemples de contact brusque de calcaire bleu-gris schisteux avec du grès ou calcaire gréseux souvent finement polygéniques. Les fausses brèches calcaires y sont aussi très développées et passent ou bien à du calcaire bleuâtre à traînées gréseuses irrégulières ou à une roche gréseuse contenant quelques petits lambeaux de calcaire schisteux, comme nous l'avons décrit plus haut (p. 13).

Immédiatement au N. du point coté 2389, l'arête monte rapidement en gradins d'escalier successifs, jusqu'au sommet du Gifferhorn, et dès les premiers gradins on voit des changements dans les successions. On entre dans le niveau supérieur, dont la partie basale (par exemple au N. du mot Gifferhorn) est très riche en beaux calcaires bleus: ils forment des bancs à tranche verticale, à patine et cassure très bleue, souvent un peu siliceux, et sont associés à des calcaires gréseux et grès ordinaires de grain plutôt fin et à du calcaire sableux à Bryozoaires, qui n'est pas rare. En descendant l'arête du Gifferhorn, à partir du sommet vers le N., on voit bien comment le caractère des bancs calcaires non gréseux est sujet à des variations locales. D'abord du signal 2541,3 jusqu'à environ 2300 m., un calcaire schistoïde grisâtre ou gris-bleu de surface, qui rappelle tout à fait ceux du niveau moyen, abonde, tandis que de 2300 m. jusqu'à la Gifferhütte, les beaux calcaires bleus prédominent, parfois avec des concrétions siliceuses; ces calcaires sont réduits, vers l'altitude de 2060 m., par un nouveau développement, bien plus restreint, de calcaire schistoïde. Ces calcaires bleus ou grisâtres de l'arête du Gifferhorn — souvent un peu siliceux — alternent continuellement avec des calcaires gréseux ou grès calcaires, polygéniques ou non et généralement de grain assez fin. Par endroits, ils se trouvent en contact direct avec eux, et dans ce cas, il arrive que les faciès calcaire et gréseux se mélangent et donnent lieu à la formation de fausses brèches calcaires. Ce qui frappe sur l'arête principale du Gifferhorn, c'est la rareté relative de

sédiments un peu grossiers, de brèches polygéniques et même de grès grossiers. C'est seulement dans la région de Berzgumm que les brèches polygéniques prennent un développement considérable.

§ 3. Arête du Wasserengrat.

Au Wasserengrat, les séries ressemblent fort à celles de l'arête de Lauenen-Gifferhorn, mais les brèches y sont plus fréquentes. On en trouve déjà plusieurs bancs environ trois cents mètres au NW. de la cote 2116,4. C'est le type pur des brèches ou grès polygéniques grossiers du niveau moyen, avec leur cassure claire, et pauvres en feuillets de schiste noir. On en retrouve également dès la base du niveau supérieur. Ainsi, entre les signaux topographiques 2203 et 2191,2, on rencontre au moins quatre grands bancs de brèche plus ou moins grossière.

Plus au nord, les bancs de brèches restent espacés et ne deviennent plus fréquents que lorsqu'on s'approche de Dürreschild.

§ 4. Arête du Wistätthorn.

L'arête du Wistätthorn ne nous présente pas grand'chose de nouveau. Il n'y a rien à remarquer sur son niveau inférieur. Dans le niveau moyen, ce qui frappe, c'est la rareté des calcaires schistoïdes bleuâtres et des fausses brèches calcaires, la rareté aussi des contacts brusques de calcaire et de grès, si fréquents au nord du sommet du Lauenenhorn.

D'un autre côté, on trouve ici jusque dans la base du niveau supérieur de faibles intercalations de schistes (quelques centimètres).

Dans ce niveau supérieur, d'abord les calcaires gris-bleu schistoïdes se développent mieux. Ensuite, près du signal 2357,9 (voir coupe p. 14), ce sont les vrais calcaires bleus qui prennent le dessus et, au nord de ce signal, ils forment souvent plus de la moitié de la masse. Les sédiments grossiers ont été toujours exceptionnels jusqu'ici. Mais depuis quelques centaines de mètres au sud de Brandberg (cote 2227,9), des bancs de brèche polygénique deviennent un peu plus fréquents, tandis que les calcaires bleus contiennent parfois de grandes concrétions siliceuses de forme irrégulière. Les brèches polygéniques se développent cependant bien davantage au N. du point 2227, où l'on trouve même le banc le plus épais que nous connaissons dans notre niveau supérieur (10 m. de puissance; plus ou moins 200 m. au N. de 2227).

D'après cette description des arêtes, on pourrait croire qu'il y a lieu de distinguer un sous-niveau à brèches comprenant la partie supérieure du niveau calcaréo-bréchoïde. Ce n'est cependant guère possible. Les successions sont trop sujettes à des variations locales.

Et ce qui serait encore possible pour les arêtes ne l'est plus quand on prend en considération les flancs des montagnes. C'est ainsi qu'au flanc ouest du Windspillen, le niveau supérieur a une composition très uniforme. Dès sa base, les brèches polygéniques y sont fort bien développées.

Au flanc occidental du Wasserengrat, au Dürrenwald (près de Lenk), une division de ce niveau supérieur est également impossible.

Chapitre VI.

Stratigraphie générale du Flysch de la chaîne du Niesen.

Maintenant que nous avons analysé la série stratigraphique de la chaîne principale du Niesen, il importe d'en fixer les traits principaux en les comparant aux constatations qu'ont pu faire, dans d'autres segments de cette chaîne, *Studer* (3), *Schardt* (9, 10), *Lugeon* et *Andrau* (66, 69), *Beck* (46), *Bornhauser* (70), *McConnell* (71).

On pourra s'étonner de nous voir tirer ces conclusions avant d'avoir décrit les zones de Flysch du Niesen qui s'alignent dans le soubassement de la chaîne principale (voir p. 1). Mais c'est que dans ces zones du Tauben, d'Ochsenweid (sans parler de celles du Lochberg, de Stand et d'Ober-

Trüttlisberg qui sont en dehors de notre carte), le Flysch est fort écrasé et laminé. On n'y peut guère préciser des recherches stratigraphiques. Au contraire, pour l'analyse de ces zones, les résultats que nous exposons ici pourront nous être utiles et éclairer des faits que, de par l'écrasement, nous aurions peine sans cela à démêler.

§ 1. Constitution du Flysch dans le Pic Chaussy.

C'est dans le massif du Chaussy, à l'extrémité occidentale de la chaîne du Niesen, que les différents niveaux du Flysch ont été pour la première fois bien individualisés et caractérisés par *M. Lugeon* et *E. Andrau* (66, 69). En laissant de côté les détails, nous pouvons ramener les dix horizons ¹⁾ qu'*Andrau* distingue dans sa monographie, à six niveaux principaux, comme il le fait du reste lui-même dans la légende de sa coupe générale (69, pl. X).

Nous avons alors, de bas en haut :

Flysch inférieur	{	Flysch schisteux (1), Flysch à brèches (2, 3, 4), Flysch à calcaires blancs (5, 6).
Flysch moyen	{	Conglomérat moyen (7), Flysch à Nodosaires (8).
Flysch supérieur		(9, 10).

Flysch inférieur →

Flysch schisteux (1).

Partout dans le massif du Chaussy où l'écrasement n'a pas été trop fort, la base schisteuse du Flysch du Niesen a été conservée. *Andrau* constate qu'elle est faite de schistes marno-calcaires (c'est ce que nous appelons des «schistes marneux») qui peuvent atteindre et dépasser une vingtaine de mètres d'épaisseur. Dans ces schistes s'intercalent plus haut des lits généralement minces de grès fin et ces alternances de grès et de schistes forment un complexe de 60 à 80 m. d'épaisseur. L'ensemble du Flysch schisteux (1) peut donc avoir une puissance de 100 m.

Flysch à brèches.

C'est un complexe essentiellement fait de brèches polygéniques avec des intercalations de grès micacés, de calcaire siliceux et de schistes. La grossièreté des brèches est variable, mais souvent considérable.

Andrau cite au milieu de son Flysch à brèches un horizon de grès échinodermique fossilifère (une vingtaine de mètres de puissance) qui divise le complexe en trois :

- Brèche polygénique de base (2),
- Grès échinodermique (3),
- Brèche polygénique intermédiaire (4).

Flysch à calcaires blancs.

Ce niveau (5) qui a 60 à 70 m. d'épaisseur est tellement curieux que nous citerons la description même d'*Andrau* (69, p. 21) : «(II) est formé de bancs de calcaire blanc, de 0,05 à 0,10 m. alternant de façon irrégulière avec des grès polygéniques, assez grossiers, à éléments cristallins, généralement plus épais que les calcaires. Ces calcaires, blancs à la surface, sont grisâtres à la cassure, de pâte porcelainée; à la surface font saillie de petits silex jaunâtres, qui sont des restes de spongiaires, comme l'indiquent les coupes minces. Celles-ci révèlent en outre des radiolaires épars dans la roche. Le dos des couches montre aussi de beaux helminthoïdes (*Helm. labyrinthica*). Les grès ne montrent pas de limite franche avec les calcaires: il y a une zone de passage où des nodules de calcaire à contours mal définis nagent dans une pâte gréseuse.»

On n'a qu'à comparer cette description avec celle que nous donnons plus haut du niveau calcaréo-bréchoïde pour être frappé de la ressemblance.

¹⁾ Nous numérotions les dix niveaux, en les citant de bas en haut, par des chiffres arabes entre parenthèses.

Le contact avec le niveau suivant se fait par l'intermédiaire d'un horizon schisteux (6) auquel *M. Lugeon* et *E. Andrau* reconnaissent une épaisseur d'une vingtaine de mètres, et où les calcaires blancs jouent un rôle plus effacé, finissant même par disparaître.

Le Flysch moyen.

Conglomérat moyen (7).

C'est un complexe très reconnaissable de gros bancs de conglomérat, sans intercalations schisteuses, qui peut atteindre 100 mètres d'épaisseur. La grosseur des éléments est très variable d'un banc à l'autre; il y a des couches dans lesquelles la grossièreté peut descendre jusqu'à celle d'un grès, mais aussi des bancs formés d'énormes blocs de plusieurs mètres cubes. *Andrau* y signale, à côté des éléments cristallins et dolomitiques, une quantité de cailloux de calcaire blanc à spicules de spongiaires, identique à celui qui forme des bancs continus dans le niveau précédent.

Flysch à Nodosaires (8).

Ce niveau représente un complexe de marnes schisteuses sombres, de calcaires siliceux et de grès. Par endroits, on observe de petits foraminifères qui font saillie à la surface des couches: ce sont notamment des Nodosaires. Même en l'absence de ces organismes, on reconnaît facilement ce niveau par l'aspect de ses roches, et par sa position au-dessus du conglomérat moyen.

Le Flysch supérieur (9 et 10).

Il est constitué par d'énormes masses de schistes marneux et argileux et de grès micacés. L'ensemble du Flysch supérieur est homogène et d'aspect plus banal que les autres niveaux.

§ 2. Constitution du Flysch à l'Est du Pic Chaussy.

McConnell, qui a entrepris l'étude détaillée de la partie de la chaîne du Niesen comprise entre le Chaussy et la haute vallée de la Sarine, a poursuivi vers l'E. les niveaux du Chaussy distingués par *Andrau*. Dans son manuscrit qu'il a bien voulu me montrer, *McConnell* conserve à peu de chose près le schéma stratigraphique exposé ci-dessus. Les Flyschs moyen et supérieur se retrouvent avec les mêmes caractères. Le Flysch inférieur, qui prend chez *McConnell* un énorme développement, a, comme au Chaussy, une base schisteuse et une partie supérieure caractérisée par de beaux calcaires à spicules (les «calcaires blancs» d'*Andrau*). Quant à la partie moyenne du Flysch inférieur, on y retrouve l'équivalent des «brèches polygéniques intermédiaires» d'*Andrau* («niveau à gros bancs de conglomérat» de *McConnell*), reposant par l'intermédiaire d'un niveau grésocalcaire sur la série schisteuse basale.

Un coup d'œil sur la succession des niveaux de *Lugeon* et *Andrau* et de *McConnell* suffit pour se convaincre que chez nous, entre la Sarine et la Simme, n'existent que les horizons du Flysch inférieur; et pour la partie orientale de la chaîne comprise entre la haute Simme et le lac de Thoun (*Bornhauser*) on peut faire la même remarque. Le conglomérat moyen, le Flysch à Nodosaires et également, semble-t-il, le Flysch supérieur, ne se trouvent plus à l'E. de la Sarine.

Les recherches encore inachevées de *McConnell* dans la vallée de Meyelsgrund font déjà entrevoir les causes tantôt tectoniques (écrasement), tantôt stratigraphiques (absence de dépôt) de cette disparition curieuse. La complexité du problème où des passages latéraux peuvent jouer un certain rôle, impose cependant une grande prudence dans les tentatives de parallélisation précise des niveaux, de part et d'autre de la Sarine.

Toutefois, l'incertitude ne porte que sur la limite supérieure de notre Flysch inférieur.

Le tableau suivant résume la composition du Flysch dans les différents segments de la chaîne.

Subdivisions du Flysch du Niesen.

Segment occidental de la Chaîne	Segment médian de la Chaîne	Segment oriental de la Chaîne
<i>Lugeon et Andrau.</i> Massif du Chaussy	<i>McConnell.</i> Massif de la Tornettaz	<i>Bornhauser.</i> Massif Albristhorn-Niesen
Flysch supérieur (schistes)	Flysch supérieur	—
Flysch moyen	Niveau à Nodosaires	—
	Conglomérat moyen	—
Flysch inférieur	= niveau à calcaires à spicules	Breccien-Kalk-Ton-schieferzone
	= niveau à gros bancs de conglomérat	
	Niveau grésocalcaire =	Sandsteinzone
Flysch schisteux =	Niveau grésoschisteux =	Frutigserie

§ 3. Ensemble de la chaîne du Niesen.

Considérons maintenant la chaîne du Niesen dans son ensemble. En rappelant le faible rôle que joue le niveau schistoïde et son équivalent vers l'E., chez *Bornhauser*, nous pouvons distinguer, en gros, dans le *Flysch inférieur du Niesen*, qui édifie à lui seul la plus grande partie de la chaîne, deux divisions principales :

1. un flysch schisteux basal,
2. un flysch gréso-calcaire à brèches.

La division supérieure comprend les trois niveaux gréso-calcaire, calcaréo-bréchoïde et schistoïde. *Studer* (3), entre Wimmis et la Lenk, avait établi déjà une pareille distinction en deux complexes et nous ne faisons en somme que l'étendre à l'ensemble de la chaîne.

A. Le *Flysch schisteux*.

Il arrive qu'il débute par des brèches de base bien développées. Mais dans les parties occidentale et médiane de la chaîne, elles ne se trouvent qu'en de très rares endroits.

Dans la partie orientale, elles seraient, à en croire *Bornhauser*, plus fréquentes. Cet auteur les signale à maints endroits à la base de la «Frutigserie». Le *Flysch* du Niesen repose là sur une «Gipszone» et c'est directement au-dessus de ce gypse que les dites brèches formeraient un horizon constant.

Les échantillons de *Bornhauser*, que M. le professeur *Arbenz* nous a très aimablement montrés, nous inclinent à penser qu'une partie de ces brèches appartiennent à l'équivalent de notre *Flysch* du Tauben dont nous avons décrit les faciès principaux et la position tectonique dans notre note préliminaire. Le gypse sous-jacent correspond peut-être en partie au gypse du Tauben (voir pl. I, fig. 3). En effet, la zone mésozoïque de Gschwend, qui sépare chez nous le *Flysch* du Tauben du *Flysch* principal de la chaîne, s'écrase parfois entièrement, ou s'amincit à un tel point qu'elle peut facilement passer inaperçue. Il est possible qu'il n'existe plus trace de cette zone mésozoïque à l'est du Hahnenmoos. Cependant, il nous semble qu'on pourrait distinguer même alors les brèches polygéniques laminées du *Flysch* du Tauben, qui ont un aspect si typique tout le long du pied de la chaîne, de Gsteig à la Lenk; et j'ai bien cru les reconnaître, parmi les échantillons de l'Institut de Berne, à côté d'autres, très différents, qui me rappelaient exactement mes rares brèches dolomitiques de la base du niveau schisto-gréseux. (Voir p. 8—10.)

Nous avons déjà vu dans le chapitre I que l'on a parfois la preuve que les brèches de base du *Flysch schisteux* sont des brèches de transgression (par exemple transgression du Nummulitique sur le Sinémurien près de Unter-Lochberg). Mais en parlant des brèches du *Flysch* du Tauben, nous verrons que les meilleurs exemples de brèches de transgression se trouvent dans le soubassement de la chaîne, près de Gsteig.

Revenons à notre *Flysch schisteux*; à part les brèches dont on vient de parler, il est formé en gros d'une alternance de schistes marneux ou parfois argileux, de calcaire gréseux et de grès. C'est le niveau le plus argileux du *Flysch inférieur*, les calcaires y sont toujours très impurs et on y trouve les grès les plus siliceux (grès quartzitiques). Les sédiments sont dans leur ensemble de grain plus fin que dans les autres niveaux du *Flysch inférieur* et c'est seulement à l'extrémité nord-est de la chaîne que des sédiments grossiers y prennent un plus grand développement (dans la Frutigserie de *Bornhauser*, près du Niesen) (70, p. 68).

Ce *Flysch* s'est déposé pendant une époque de calme relatif et, sauf parfois la base, loin du rivage.

B. Le *Flysch gréso-calcaire à brèches*.

Nous comprenons dans ce groupe tout le reste du *Flysch inférieur*. Malgré des changements latéraux de faciès très fréquents, il présente quelques caractères qu'on retrouve d'un bout à l'autre de la chaîne et qui frappent particulièrement. C'est d'une part la fréquence, surtout dans la partie

supérieure de la série, de calcaire compact, à spicules, bien lité et à surface bleuâtre ou blanchâtre. Leur aspect est très typique. C'est, d'autre part, le grand développement des conglomérats polygéniques.

La grossièreté de ces brèches est variable. Dans la règle, c'est à la base de la série qu'elles sont le moins grossières. Elles atteignent la plus grande grossièreté dans la Kalk-Breccienzone de *Bornhauser*, dans notre niveau calcaréo-bréchoïde, dans le niveau à gros bancs de conglomérats de *McConnell*.

§ 4. Sédimentation des conglomérats.

En lisant le manuscrit de *McConnell*, j'ai été frappé par le fait que dans son niveau à gros bancs de conglomérats ses brèches sont, dans leur ensemble, beaucoup plus grossières que les nôtres. Sans doute, la plupart de leurs éléments ne dépasse pas les dimensions pugilaires, mais on trouve ici et là des blocs (surtout de calcaire à *Aptychus*, granite, gneiss) dont le volume varie entre 30 et 100 m³. Et *McConnell* signale même un bloc cyclopéen, au S. du Col de Jable, qui dépasse mille mètres cubes.

Bornhauser ne décrit rien de tel dans son Albristserie. Cependant, chez lui aussi, les brèches atteignent une plus grande grossièreté que chez nous.

Il nous apprend que des conglomérats, dont la moitié des éléments atteint un diamètre supérieur à 5 cm., se développent au milieu de son Albristserie (dans la «Kalk-Breccienzone») à côté des brèches moins grossières, et observe en outre que l'ensemble de la série devient plus bréchoïde et plus grossier lorsqu'on s'approche du Niesen en allant vers l'E. Il avait déjà fait une observation pareille, comme nous l'avons rappelé plus haut, à propos de sa Frutigserie. Par contre, les fausses brèches calcaires, auxquelles nous avons fait allusion plusieurs fois à propos de nos niveaux moyen et supérieur, se retrouvent dans les niveaux correspondants d'une extrémité à l'autre de la chaîne; et il en est de même, croyons-nous, des contacts brusques du calcaire et du grès à l'intérieur des couches (p. 11/12).

§ 5. Problèmes de sédimentation.

Comment expliquer les passages latéraux et les alternances continues entre ces faciès si différents: grès polygéniques, calcaires à spicules, brèches polygéniques et schistes, et la brusquerie avec laquelle on passe souvent d'un faciès à l'autre? Pourquoi le dépôt des boues calcaires est-il constamment interrompu par des apports détritiques, parfois très grossiers? Ces relations, bien entendu, ne s'expliquent que par des variations rapides et répétées dans les conditions de sédimentation. Mais il nous semble qu'elles n'impliquent pas d'oscillations continues et qui seraient excessives, de la profondeur de la mer.

Dans le manuscrit qu'il nous a prêté, *McConnell* montre à l'évidence que ses blocs cyclopéens, dont le transport par les courants est évidemment exclu, ne se sont pas déposés près du rivage. Car en déroulant les plis, il établit que ces brèches grossières s'étendent, sans modification essentielle, sur une distance transversale de plus de 10 km. Ces brèches se sont donc déposées jusque fort avant dans la mer, et le transport de très gros blocs sur de si grandes distances ne s'explique que par le glissement sur une pente très forte du fond de la mer, aboutissant, loin du rivage, à des profondeurs considérables.

Nous ne voulons pas anticiper sur l'étude de *McConnell*, qui apporte encore bien d'autres preuves. Mais nous nous rallions entièrement à son idée.

Il est certain que c'est pendant une phase d'orogénèse très active que s'est déposé le Flysch du Niesen. La ride géantclinale, au S. du bassin de sédimentation, devait passer, de stades de surrection où son talus frontal laissait écrouler jusque fort loin des brèches, à des phases d'immersion pendant lesquelles se déposaient des vases, des calcaires ou des grès fins. Ces passages ont dû se produire de façon brusque et se répéter des milliers de fois. Mais le bassin de sédimentation lui-même n'a pas nécessairement dû changer de zone bathymétrique aussi souvent. Ces zones, du

reste, ne se distinguent plus guère, puisque les brèches, par glissement sur le fond, se déposaient jusque dans les grandes profondeurs.

Une remarque encore. Nous avons vu que dans notre champ d'étude, qui représente la partie médiane de la chaîne du Niesen, les brèches sont en moyenne moins grossières que dans les régions occidentale et orientale de cette chaîne. Ce phénomène demande une explication.

On pourrait penser à une inflexion de la ligne du rivage vers le S., d'où suivrait que la zone de sédimentation, dans notre segment médian, aurait été plus éloignée de la côte que ses voisins. Mais nous avons vu que la distance à la côte ne joue pas un grand rôle dans la constitution de nos conglomérats.

Nous sommes plutôt enclins à attribuer cette différence de sédimentation à une dépression axiale du géantoclinal situé au S., correspondant à une moindre raideur du talus frontal d'où provenaient les brèches.

Peut-être l'influence du massif de l'Aar et de celui des Aiguilles Rouges s'est-elle fait sentir en profondeur sur le géantoclinal en mouvement et a-t-elle provoqué d'anciennes élévations de son axe en arrière de ces obstacles, avec une dépression axiale entre deux. Ainsi les jeux d'axe embryonnaires auraient été, à l'Eocène, analogues, quoiqu'un peu obliques aux dispositions actuelles: dépression axiale suivant le haut Simmental, montée axiale d'un côté vers le Niesen, de l'autre vers le Chaussy. Les mouvements de ce géantoclinal avaient certainement une répercussion sur le fond de la mer du Flysch; c'était un fond mobile de géosynclinal, dont la descente graduelle nous est manifestée par l'épaisseur du Flysch, qui dépasse un millier de mètres. On peut rapporter à l'action du géantoclinal ce qu'il y a de varié, à l'action géosynclinale ce qu'il y a de monotone dans la sédimentation du Flysch du Niesen. Il est clair que des courants marins, variables, jouaient un grand rôle dans ces bassins de forme incessamment modifiée. Nous croyons en saisir l'influence dans les contacts brusques de calcaires et de grès; ces limites tranchées comme par une lame de couteau, indiqueraient leur action.

Le Flysch du Niesen est d'une extrême pauvreté en organismes fossiles. On n'y trouve que des Spongiaires (spicules), des Bryozoaires, de rares Nummulites ou autres Foraminifères, des Algues et exceptionnellement des Radiolaires et des débris d'Echinodermes. Par contre, certains de ces êtres, comme les éponges, ont dû pulluler par endroits. Les mollusques font pour ainsi dire entièrement défaut. Quelles que soient les hypothèses qu'on peut proposer, la cause de cette stérilité nous reste inconnue.

B. Tectonique.

La tectonique de la masse du Flysch du Niesen a un caractère simple, entre la Sarine et la Simme. Cela ressort immédiatement d'un examen des coupes transversales pl. I, fig. 1 et 2. Notre Flysch est taillé tout entier dans le dos d'un immense pli de carapace anticlinal de la digitation de la Palette (voir p. 31) de la nappe du Niesen; pli légèrement plongeant vers le NW. et à faible descente axiale vers le NE.

L'intérieur de la masse anticlinale est intensément plissoté; ses nombreux replis sont en genou, en cascade ou en escalier. Les formes digitales allongées de plis couchés, ne sont que peu développées et ne prédominent jamais.

La direction de la majorité de ces plis varie entre N 50° E et N 60° E, coïncide donc en général avec la direction du segment de la chaîne qui nous occupe. Dans la partie nord du Windspillen, la direction semble souvent un peu plus septentrionale, mais il faut se garder de faire une règle de quelques observations isolées parce que les charnières à direction déviée sont très fréquentes. J'ai ainsi plusieurs fois rencontré de petites charnières à direction W.-E., et une fois une charnière N.-S., mais ce ne sont que des exceptions, et généralement les déviations sont bien moins fortes (N. 35—40° E.; N. 70° E.).

Ces directions anormales ne sont pas pour nous étonner. L'ensemble très homogène, dépourvu d'assises bien résistantes, qui eussent imposé une plus grande régularité et une plus grande allure au plissement, était favorable à ces déviations et il ne s'agit d'ailleurs jamais que de petits plis de détail.

Un seul endroit de notre terrain nous a montré des charnières à direction anormale extraordinairement développées. C'est dans le socle du Lauenen-Gifferhorn: le flanc oriental de cette montagne présente un pli transversal d'une envergure considérable. Sa direction N. 60° W. n'est pas exactement transversale, mais peu s'en faut. Dans la masse ainsi plissée, on voit des charnières normales, mais plus faibles à côté de celles dont la direction est NW. Et vers le pied de la paroi du Gifferhorn, les replis normaux prédominent de nouveau.

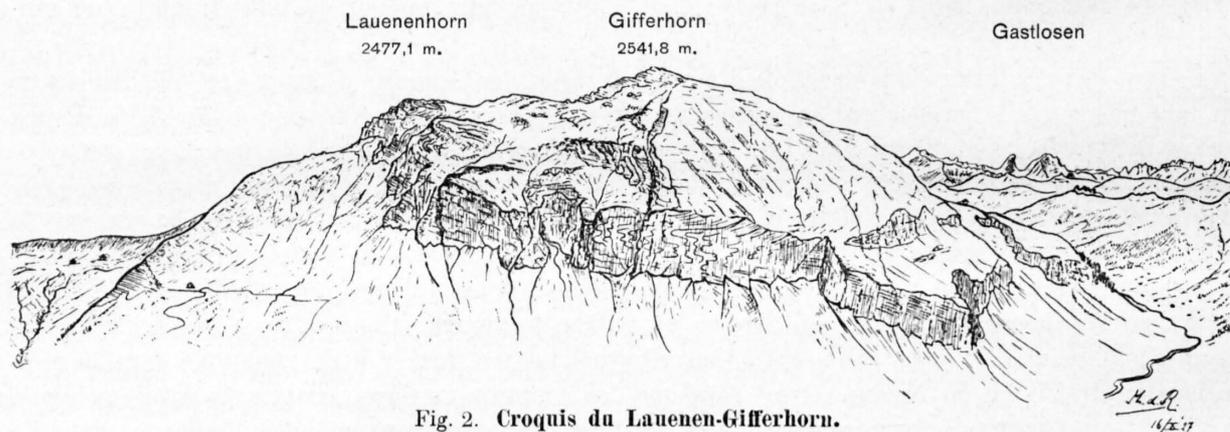


Fig. 2. Croquis du Lauenen-Gifferhorn.
Vu du versant occidental du Wistättgrat.

Le croquis du Gifferhorn (fig. 2) pris du versant droit de la vallée du Turbach, montre assez bien ce repli anormal dont on voit s'amorcer la charnière principale et qui semble rouler obliquement vers cette vallée transversale, au lieu de s'enfoncer dans la montagne comme le feraient les plis normaux.

L'absence de plis à formes très allongées et étirées et le caractère des plissements nous indique que l'énorme masse de Flysch, en mouvement, a subi la résistance frontale d'un obstacle, les Préalpes médianes. Il est remarquable, en effet, que la masse principale du Niesen n'ait pas été laminée par les nappes préalpines supérieures, mais qu'elle en ait elle-même redressé le bord radical.

Nous verrons cependant dans la suite qu'une zone intermédiaire, notre «Zone Submédiane», a éprouvé un écrasement intense.

2^e partie.

Le soubassement du Flysch principal de la chaîne du Niesen entre Gsteig et la Lenk.

Introduction.

Le soubassement de l'énorme masse de Flysch de la chaîne du Niesen est d'une complexité extraordinaire. Nous avons déjà énuméré dans l'introduction générale de l'ouvrage les zones longitudinales qu'on arrive à distinguer dans la partie qui nous concerne (voir p. 1).

Très brièvement, nous avons noté quelques traits de leur composition et discuté leur signification tectonique dans une note préliminaire (71) dont nous résumerons ici quelques conclusions avant d'aborder l'étude de la stratigraphie. Nous savons depuis les recherches de *McConnell* que la brèche de transgression classique, qui recouvre près de Gsteig le Trias et les schistes de Casanna, appartient à une zone de Flysch qui se poursuit vers l'W. d'abord en mince bande le long du bord radical de la chaîne et s'élargit ensuite énormément pour enfin édifier tout le massif du Chaussy à l'extrémité occidentale de la chaîne. Nous, de notre part, avons poursuivi ce Flysch vers le NE. et lui avons donné le nom de *Flysch du Tauben*. A Gsteig, ce Flysch est stratigraphiquement lié par sa base au Trias et aux schistes de Casanna ¹⁾. Ce Trias (les schistes de Casanna ne sont représentés qu'à Gsteig) se retrouve chez nous accompagné d'autres terrains à la base du Flysch du Tauben: c'est la *zone mésozoïque de Krinnen*. Ces deux zones, de Flysch et de terrains mésozoïques, représentent la *digitation du Chaussy* de la nappe du Niesen avec le reste de son noyau mésozoïque.

Le Flysch du Tauben est recouvert, avec un plan de chevauchement important, par une deuxième zone mésozoïque (*zone de Gschwend*), très laminée, comme la première, et qui n'est autre chose que le noyau d'une *digitation supérieure*, dite de la *Palette*, à laquelle appartient le Flysch de toutes les arêtes de la chaîne comprises entre le col qui sépare le Tarent de la Tornettaz et le lac de Thoun. C'est ce qui, dans notre territoire, constitue le Flysch principal de la chaîne du Niesen. Le Flysch des deux digitations a une composition très analogue et c'est pour cela qu'on a pu parler dans le chapitre précédent (VI) de la stratigraphie du Flysch principal de la chaîne sans faire intervenir la distinction de ces deux digitations.

Sous le Mésozoïque de la zone de Krinnen, nous avons de nouveau une zone de Flysch constante, mais très amincie, reposant sur une zone mésozoïque à peine conservée. Ce sont les *zones dites d'Ochsenweid*. Leurs sédiments ressemblent à ceux de la digitation du Chaussy, dont ils ne représentent peut-être qu'un repli basal.

Sous l'ensemble de ces zones, qui toutes font partie de la nappe du Niesen, se trouve une large bande de Lias schisteux appartenant à la nappe du Laubhorn; elle forme la limite méridionale de notre région; en un seul endroit (voir fig. 10, p. 78), notre carte empiète sur une zone inférieure, apparaissant sous ce Lias: c'est la *zone du Lochberg*, unité curieuse se rattachant de nouveau à la nappe du Niesen.

¹⁾ Nous pouvons affirmer, *McConnell* et moi, qu'à Gsteig la brèche basale du Niesen transgresse directement sur le Trias, sans interposition de calcaire liasique.

Pour la liaison stratigraphique avec la coupe du Sulzgraben, voir p. 32/33 et 47.

La nappe du Niesen s'étend encore plus au S. dans la zone des cols, mais ici nous sommes en dehors de notre carte géologique. Nous en avons brièvement exposé la tectonique dans la note préliminaire citée.

Les zones mésozoïques dont nous nous occuperons n'ont qu'une épaisseur très faible par suite de l'intense écrasement qu'elles ont subi. C'est ainsi que les zones mésozoïques de Gschwend et de Krinnen n'ont généralement pas plus d'une vingtaine de mètres d'épaisseur. Le Flysch d'Ochsenweid a souvent des épaisseurs pareilles, mais peut atteindre plus. La zone mésozoïque d'Ochsenweid, qui n'existe qu'à quelques endroits, est la plus écrasée de toutes. Il n'en reste que quelques lentilles de quelques mètres d'épaisseur. Le Flysch du Tauben, quoique parfois fort réduit, atteint souvent une plus grande puissance et peut avoir par exemple 10, 20, 30, 60 mètres, et même plus.

A. Stratigraphie.

1^{re} section.

Stratigraphie de la nappe du Niesen dans le soubassement de la chaîne.

Quelques remarques générales.

Dans les zones du soubassement du Flysch de la chaîne du Niesen, il est difficile de reconstituer une série stratigraphique tant soit peu complète. Il est généralement impossible d'établir l'exacte superposition des niveaux qui représenteraient une succession normale originelle et cela pour deux raisons :

- 1^o Les zones sont fortement laminées et écrasées, presque toujours en contact anormal l'une sur l'autre.
- 2^o Ces zones elles-mêmes, surtout les zones mésozoïques, sont fréquemment constituées par plusieurs écaillés, ce qui pose la question souvent insoluble : répétition tectonique ou récurrence stratigraphique ?

Il est clair que, dans ces conditions, les résultats d'une étude stratigraphique seront forcément incomplets.

Une autre difficulté, purement stratigraphique cette fois, se présente. Ce sont les récurrences de faciès, fréquentes dans la nappe du Niesen. Elles tendent à effacer les caractères distinctifs des terrains d'âge différents, en mettant au premier plan le caractère commun. Le faciès récurrent qui joue chez nous le rôle le plus important, est celui des «schistes brillants». Certains marbres et les calcaires à entroques en sont d'autres exemples, mais moins typiques. Mon ami *McConnell* [voir note préliminaire (71)] a donné le nom de «schistes brillants» à des schistes argileux noirs, gris ou vert pomme, à éclat particulièrement fort, généralement non micacés, qui se trouvent stratigraphiquement associés aux terrains les plus divers de la nappe du Niesen.

L'exemple le meilleur qu'il en ait donné se voit dans le ravin du Sulzgraben, environ 2 km. à l'W. de Gsteig, à la base de la digitation du Chaussy. Cette série à «schistes brillants» s'y développe au-dessus du Trias. A un certain niveau, on y trouve entre autres du marbre à Calpionelles comme intercalation stratigraphique, mais sans que le caractère des schistes ne change; plus haut vient la brèche de base du Flysch et au-dessus de cette brèche, qui correspond à la gigantesque brèche de la route de Gsteig, les schistes brillants reviennent tels quels parmi les grès éocènes. Ces constatations ont convaincu *McConnell* que la zone mésozoïque supportant le Flysch du Chaussy n'est que le noyau mésozoïque de la digitation du Chaussy de la nappe du Niesen.

Les schistes brillants de *McConnell* se retrouvent sur notre terrain, mais tandis qu'ils sont souvent noirs ou gris chez mon ami, ils sont chez nous presque exclusivement verdâtres. Ce sont des schistes argileux, non micacés, à surfaces singulièrement brillantes: ils ont un aspect très particulier qui les distingue au premier coup d'œil.

Ces vrais schistes brillants, très purement argileux, ne sont pas si fréquents dans la région que nous avons cartographiée; ils n'y sont bien représentés que par places. Mais ils apparaissent liés par des passages graduels à des schistes verdâtres, moins typiques, souvent micacés, contenant parfois de la pyrite fortement divisée et dépourvus de l'éclat caractéristique. Ces schistes, moins purement argileux, sont beaucoup plus abondants chez nous que les véritables «schistes brillants», mais ils sont de même nature et il nous arrivera de les désigner du même nom.

Les schistes brillants se trouvent en feuillets isolés, surtout dans les brèches polygéniques où ils enveloppent d'une pellicule verdâtre certaines lentilles, mais ils frappent davantage lorsqu'ils forment de vraies intercalations et des complexes schisteux verts caractéristiques.

Dans ces complexes, il y a cependant toujours une grande quantité de lentilles et de lits d'autres roches — souvent des marbres et des grès calcaires — et les schistes verts dans lesquels ces roches sont prises ne prédominent que très rarement.

Nous n'avons pas d'exemple indiscutable, sur le territoire de notre carte, de schistes brillants du Jurassique moyen, supérieur, ou du Crétacé, sauf peut-être dans les marbres à *Aptychus* de Gschwend (zone de Gschwend).

Dans la zone mésozoïque de Krinnen, les calcaires à *Calpionelles* et à *Rosalines* n'en contiennent pas, tandis que *McConnell*, dans la zone correspondante (de Murgaz), en connaît dans les calcaires à *Calpionelles* du Sulzgraben.

Sur notre territoire, c'est dans la zone du Lochberg que ces schistes sont le plus développés. On ne peut déterminer rigoureusement l'âge des schistes brillants que là où ils alternent, en série continue, avec des couches ou des lentilles de calcaire à entroques, de dolomie, ou de calcaire à *Nummulites*. On peut alors comparer ces schistes d'âge différent et se convaincre que chacune de leurs variétés se retrouve telle quelle dans le Trias, le Lias et dans l'Eocène.

Dans la région de Tiefenkastel (Grisons), à Nivaigl et aux environs de Mundaditsch, nous avons observé des complexes de schistes verts, d'aspect tout à fait identique à ceux de notre Zone du Lochberg ou du Sulzgraben, avec de semblables lentilles de marbre et des grès polygéniques analogues, mais avec quelques amas de serpentine et des injections ophiolithiques. (Nous ne croyons cependant pas, comme *E. Ott*, que ces schistes verts soient tous l'effet d'injections.)

E. Ott, qui a étudié cette région (64), insiste sur le caractère mystérieux de cette «série de Curvèr-Nivaigl».

L'étude en coupe mince des lentilles qu'elle contient serait certainement d'un grand intérêt et permettrait sans doute d'établir sa nature de faciès récurrent, comme dans notre nappe du Niesen.

Chapitre 1^{er}.

Paléozoïque.

Les terrains paléozoïques ne sont représentés dans la chaîne du Niesen que par des schistes cristallins du type des *schistes de Casanna* de la nappe du Grand St-Bernard. Ils n'existent du reste en place qu'en un seul point, dans l'affleurement classique de la route de Gsteig que *M. Lugeon* a découvert en 1914 (52, 53). Cet affleurement est quelque peu en dehors des limites de notre carte. On n'y voit ces schistes que sur 5 m. d'épaisseur.

Ce sont des schistes cristallins verts, chlorito-sériciteux, dépourvus de calcaire.

Comme éléments des brèches polygéniques, par contre, ces schistes cristallins sont très fréquents dans la chaîne du Niesen.

Nous les trouvons, par exemple, avec toutes les dimensions possibles, dans les brèches polygéniques du Flysch du Tauben.

En petits fragments pris dans les brèches, on pourrait toutefois les confondre avec d'autres schistes verts, soit avec certaines prasinites écrasées, soit surtout avec les «schistes brillants». Mais ils se distinguent nettement des «schistes brillants» par leur dureté, due à des lamelles quartzitiques intercalées, parfois en abondance, parmi les schistes verts. Ces lamelles ne donnent aucune effervescence à l'acide chlorhydrique.

En outre, l'éclat argenté que ces schistes cristallins présentent fréquemment, grâce à leur séricite, est bien caractéristique.

Chapitre II.

Trias.

Le Trias est représenté chez nous par des calcaires dolomitiques et des cornieules, du gypse, des quartzites, des schistes et des marbres, sans que l'écrasement permette jamais d'établir une succession stratigraphique normale. Mais l'affleurement de la route de Gsteig (légèrement en dehors de notre carte) montre que les quartzites sont à la base de la série. Quand aux autres éléments lithologiques, il est impossible de leur assigner une place dans la série stratigraphique et nous en parlerons dans l'ordre de leur fréquence.

§ 1. Quartzites.

Les quartzites de la route de Gsteig, intercalés entre les schistes de Casanna et les calcaires dolomitiques, appartiennent à la zone de Krinnen. Dans notre territoire, nous ne les avons jamais retrouvés dans cette zone-là.

Mais ils existent, très faiblement développés, dans la zone de Gschwend, par exemple à Ochsenweid (voir pl. I, fig. 5). Ce sont des quartzites clairs, souvent même blancs, d'aspect cristallin, qui peuvent être plaquetés par laminage. Les plaques sont alors couvertes de pellicules sériciteuses souvent blanchâtres et soyeuses. Par endroits, ce quartzite est moins pur.

§ 2. Calcaires dolomitiques.

Ce sont des calcaires magnésiens de différentes teintes (gris, jaunâtre-brunâtre). On les trouve en bancs bien lités ou en plaquettes.

Ces plaquettes parfois irrégulières par suite de laminage sont souvent séparées l'une de l'autre par des pellicules sériciteuses, de minces délits schisteux ou de vraies intercalations de schistes triasiques.

Les calcaires dolomitiques ont souvent une cassure terne, entièrement compacte, ou bien ils sont finement cristallins et à la loupe d'aspect saccharoïde. Ces deux variétés principales sont, par endroits, distinctement recristallisées. Une troisième variété serait terreuse, mais ce n'est qu'un produit d'altération.

La présence de fer se manifeste ici et là par de la pyrite généralement teintée en rouge, par de l'hématite ou bien par une coloration rose de certaines parties des dolomies. Il n'est pas rare que nos dolomies contiennent un peu de silice, mais en grains beaucoup trop fins pour apparaître en saillie à la surface; elle ne se trahit que par un essai de dureté ou en coupe mince.

Le calcaire dolomitique peut passer à des faciès bréchoïdes et à la cornieule. Les dolomies bréchoïdes sont souvent l'objet de graves méprises, car on les confond facilement avec des brèches à éléments dolomitiques dont le ciment est fort réduit, et qui sont d'âge tout différent. Nous en avons décrit déjà à la base du Flysch (e. a. p. 9); nous en retrouverons dans le Lias. Dans les schistes qui semblent bien être triasiques et que nous décrivons plus loin (p. 44) existent pourtant, en lentilles, de fines brèches dolomitiques; elles seraient probablement triasiques.

Quant aux dolomies bréchoïdes, c'est souvent à leurs dépens que se constitue la cornieule.

§ 3. Cornieule.

Elle peut être alliée à la dolomie ou former des bandes indépendantes. Elle peut être soit monogénique et n'est alors souvent qu'une dolomie bréchoïde transformée, soit riche en débris de schistes verts triasiques ou autres inclusions. Dans ce dernier cas, la présence d'éléments posttriasiques indique la part que des phénomènes tectoniques ont eue dans sa formation.

Près des chalets d'Ober-Lochberg, la bande de cornieule qui représente la zone de Krinnen est localement très «polygénique». Sa genèse pose bien des questions, que nous ne prétendons pas résoudre entièrement. Il faudrait pour cela une étude spéciale de l'ensemble des cornieules des Alpes. Cette cornieule, qui se trouve en grands blocs entre l'éroulement du calcaire spathique (voir carte) et le chalet supérieur (1910 m.) d'Ober-Lochberg, frappe par l'abondance des inclusions étrangères. On y voit une quantité de morceaux divers, dans la règle anguleux, de Flysch, les plus remarquables sont de gros fragments (parfois plus de 50 cm. de longueur) de la brèche polygénique caractéristique du Flysch du Tauben.

Au premier abord, on se croirait devant un dépôt d'ancienne source dans lequel des morceaux provenant de l'éboulis sont englobés par un ciment dolomitique secondaire. Mais on s'aperçoit bientôt qu'il ne peut pas s'agir ici d'un tuf calcaire et magnésien simulant la cornieule. C'est bien de la cornieule en place, surmontée par l'éroulement liasique. Malheureusement, cet éroulement cache son contact avec le Flysch du Tauben. Quelques centaines de mètres au NE. de l'éroulement, la continuation de cette cornieule, s'élevant en rochers ruiniformes à contours capricieux, interrompt la morphologie régulière du versant qui domine le chemin. Ici la cornieule est moins polygénique, mais on y peut observer dans un grand bloc éroulé le passage de la dolomie compacte, litée, à de la cornieule grenue, fine, localement polygénique. Comment la cornieule s'est-elle formée ici? Nos observations (voir fig.3, couches I, II, III) nous suggèrent l'explication suivante.

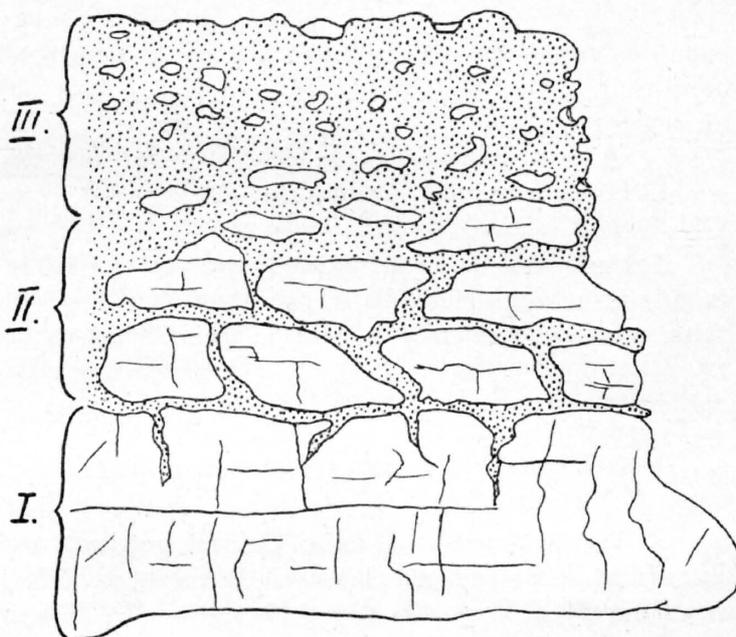
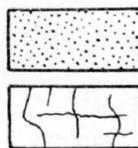


Fig. 3. Génèse de cornieule à Ober-Lochberg.



Matière calcaire et calcaréo-magnésienne recristallisée.

Dolomie originelle.

La cornieule fine (III) est le résultat d'un remaniement tectonique et chimique des bancs de calcaire dolomitique (I) et ne serait en somme qu'une brèche de friction à ciment magnésien secondaire. Lorsque le broyage devient extrêmement fort, des fragments empruntés au toit (dans notre cas au Flysch) peuvent se mélanger aux fragments triasiques et constituer une cornieule «polygénique». Nous n'avons cependant jamais eu l'occasion de constater sur notre terrain des dislocations manifestes dans les couches basales du Flysch formant le toit des cornieules polygéniques, et nous nous demandons pourquoi — si notre explication est juste — l'effet du broyage se voit seulement dans les assises triasiques.

Revenons à notre croquis.

Le complexe I est formé de dolomie grise saccharoïde qui se divise en bancs parcourus d'innombrables petites fissures (diaclasses), comme c'est fréquemment le cas dans nos dolomies. Les fissures sont remplies de calcite ou plus souvent de matière calcaréo-magnésienne recristallisée. Dans le complexe II, les effets de broyage se font sentir plus fortement. Les fissures se sont élargies; les

délits qui séparaient les bancs originels sont devenus méconnaissables. Et enfin, dans le complexe III, la trituration a été si grande qu'il ne reste que peu de chose de la dolomie originelle et qu'il s'est formé une cornieule fine.

Les fissures des complexes I et II sont remplies d'une matière plus dure que la dolomie originelle, car elles sont en saillie. C'est la poudre provenant du broyage qui s'est ici recristallisée, prenant ainsi une cohérence, une résistance plus grandes. Et c'est cette poudre recristallisée qui forme presque toute la matière du complexe III, de la cornieule fine, laquelle ne fait plus qu'englober de petits fragments de dolomie originelle en creux ou de Flysch.

Ici donc, la cornieule semble n'être qu'un produit recristallisé du broyage.

Mais nous nous garderons de généraliser: la genèse de certaines cornieules reste mystérieuse et complexe. Il en est qui contiennent des fragments de schistes verts triasiques. Nous avons même observé, avec M. *Lugeon*, dans le massif du Chamossaire, une cornieule contenant des débris de vrais schistes de Casanna, sans que ces schistes se voient nulle part en contact avec elle.

§ 4. Gypse.

Le gypse ne se trouve, dans les limites de notre terrain, que dans la zone de Krinnen, et nullement dans celle de Gschwend. Il se présente en masses lenticulaires, comme toujours dans la zone des cols.

§ 5. Grès.

Les grès, comme les quartzites, jouent un très faible rôle dans notre Trias. On ne peut leur assigner un niveau défini. Ils se présentent en petits lits, dont la teinte est grise ou bleuâtre; on trouve aussi des grès micacés, plus ou moins schisteux.

§ 6. Schistes.

Les schistes du Trias sont très complexes de teinte et de composition. On peut distinguer les trois variétés suivantes:

1^o *Schistes rouges ou violacés*. Ils sont purement argileux, sauf lorsqu'ils deviennent dolomitiques [c'est le cas par exemple sous le Laubberg, au NE. de la Lenk, dont la coupe est décrite par *Arn. Heim* (59, t. II, p. 504) et par *Bornhauser* (70, Basisprofil im äussern Seitenbach, fig. 1, p. 45)]. Ils ne sont en tout cas jamais marneux, ni micacés. Leur éclat est luisant ou mat. Ils sont bien individualisés et on ne peut les confondre avec des schistes d'un autre âge.

2^o *Schistes verdâtres non gréseux*. Leur teinte est aussi souvent grisâtre, et rarement noire. Ils sont, dans la plupart des cas, purement argileux, mais on trouve des variétés marneuses. Ils sont dépourvus de mica, ou très légèrement micacés. Lorsqu'ils sont cassants et durs, leur surface est plutôt luisante; ils peuvent aussi être mous et mats. Ce sont ces schistes qui peuvent prendre le faciès des «schistes brillants».

3^o *Schistes brillants*. On trouve souvent des schistes verdâtres ou dorés (par altération) surtout en contact avec le Trias (dolomie, etc.) de la zone de Krinnen ou avec des lentilles de calcaire généralement impur, soit gréseux. Dans la plupart des cas, il s'agit de Flysch vert (voir p. 32/33, schistes brillants) qui encadre souvent la zone mésozoïque et dont on peut prouver à certains endroits l'âge nummulitique; mais à d'autres endroits, on reste dans le doute, et une partie de ces couches pourrait être du Trias. Ce sont des complexes de «schistes brillants» (dans le sens large du mot) et l'on sait que ce faciès se retrouve à des étages divers: il est donc parfois impossible de les dater.

Le Trias de la nappe du Niesen est stérile. Nous avons cependant eu la chance de découvrir dans la cornieule qui supporte la grande lentille de gypse du Tauben un fossile unique et curieux. La conservation est partiellement très bonne, il semble bien que ce soit une sorte de crinoïde, mais dont le genre et l'espèce seraient nouveaux.

Elie Gagnebin a récemment décrit et figuré, sous le nom de *Pogocrinus raafensis*, ce fossile encore inconnu (72).

C'est la première fois, croyons-nous, qu'on trouve un fossile macroscopique dans la cornieule du Trias suisse.

Chapitre III.

Lias.

Dans le soubassement de la chaîne du Niesen, on trouve dans certaines zones des calcaires à entroques gris clair ou roses, grossièrement spathiques et souvent riches en petites fragments de dolomie. Ils sont parfois très développés. Chez nous ils se trouvent principalement dans la zone de Gschwend, chez *Andrau* et *McConnell* ils ne sont pas rares dans la zone de Murgaz, qui est, comme nous l'avons montré dans une note préliminaire (71), l'équivalent de notre zone de Krinnen. Nous n'avons pu, *McConnell* et moi, établir cette équivalence qu'après avoir poursuivi et cartographié, pas à pas, les différentes zones du soubassement.

Avant que cette équivalence soit découverte, on pouvait croire que ces calcaires à entroques étaient caractéristiques d'une seule et même zone à la base du Flysch du Niesen. C'est ainsi qu'en 1920, *M. Lugeon* (62) avait défini une «nappe ou écaille du calcaire spathique», y comprenant les calcaires de Murgaz et notre zone de Gschwend, tandis qu'il en séparait, sous le nom de «bande triasique du Tauben», notre zone de Krinnen (et le Flysch du Tauben). Nous savons aujourd'hui que ces calcaires spathiques n'appartiennent pas à une seule écaille, mais peuvent se trouver dans toutes les zones constituant les noyaux mésozoïques de la nappe du Niesen.

Ces calcaires spathiques, qui ont déjà attiré plusieurs fois l'attention des géologues, appartiennent à toute une famille de roches dont les membres sont liés entre eux par des passages. Pour les raisons d'ordre tectonique et stratigraphique exposées dans notre introduction (voir p. 32) et aussi parce qu'il existe des passages latéraux, on n'arrive pas à reconstituer la superposition originale des différentes entités lithologiques.

Pour une partie de ces roches, l'âge liasique est prouvé par les *Arietites* qu'on y trouve. C'est du Sinémurien. Ces calcaires à Ariétites se trouvent du Tauben jusqu'à la Lenk (torrent d'Unter-Flösch) comme horizon bien défini dans la zone mésozoïque de Gschwend. Mais à part ces calcaires fossilifères, l'ensemble de ces roches est très pauvre en organismes caractéristiques. Dans les calcaires spathiques roses et dans les brèches et schistes qui les accompagnent on trouve de rares Bélemnites, parfois du type *acutus*, mais généralement indéterminables.

Il faut se garder de conclure que ce calcaire spathique et les roches auxquelles on le voit faire passage sont toujours sinémuriens. Au contraire, on connaît des endroits où il est certainement *toarcien*, et même plus jeune encore, du Dogger ou du Malm. Nous avons donc affaire ici à un de ces *faciès récurrents* si fréquents dans la nappe du Niesen (note préliminaire, 71, p. 101) et l'on ne peut assigner un âge défini à l'ensemble des roches de cette famille.

Toutefois, dans les limites de notre terrain, ces calcaires (passant à des schistes et à des brèches) sont probablement tous liasiques. Nous les avons figurés comme tels sur notre carte.

Voyons maintenant les diverses variétés lithologiques qui constituent cette famille.

Famille des calcaires spathiques roses.

Le Lias de la nappe du Niesen — nous ne répéterons plus chaque fois la restriction que ce terme implique — montre chez nous une grande diversité de roches — calcaires, brèches (grès), schistes — parfois unis dans un seul banc par passages latéraux et verticaux. En deux endroits, ce Lias atteint une trentaine de mètres. Mais en général son épaisseur varie entre quelques décimètres, quelques mètres et une quinzaine de mètres. Et cette hauteur représente encore parfois l'épaisseur de plusieurs écailles superposées.

Nous distinguons dans «la famille des calcaires spathiques» plusieurs types qui, malgré les passages continuels, s'individualisent assez bien.

§ 1. Calcaires à entroques grossiers.

Ce sont des calcaires franchement spathiques, à gravier dolomitique plus ou moins développé, très variables de couleur; le diamètre des entroques varie entre 2 et 5 mm. Les variétés claires sont souvent roses, rougeâtres ou légèrement violacées, mais aussi grises, avec différentes nuances. Les couleurs peuvent changer à l'intérieur d'un même banc, ce qui donne alors un aspect bariolé. On trouve à côté de ces roches claires des variétés foncées, grossièrement spathiques aussi, qui y passent. Ils peuvent même être noirs, mais exceptionnellement, par exemple dans la zone de Krinnen, sous Unter-Halten, dans le Lias sous le chalet méridional d'Ober-Trüttlisberg (au S. du territoire cartographié).

Les calcaires à grosses entroques deviennent facilement bréchoïdes et accompagnés de schistes verts liasiques qui se trouvent appliqués sur leurs bancs ou pénètrent dans le calcaire même (voir p. 44, schistes à Bélemnites). D'après ce que nous savons, ces calcaires représentent le faciès le plus répandu du Lias de la nappe du Niesen. On les trouve chez nous dans la zone de Gschwend et en un endroit dans la zone de Krinnen, mais dans notre note préliminaire, nous avons montré qu'ils existent aussi en dehors de notre terrain.

§ 2. Calcaires finement grenus (le plus souvent foncés).

Dans ce groupe de calcaires moins important que le premier, deux types frappent particulièrement, dont un seulement, que nous appellerons calcaire à Ariétites, atteint un développement assez considérable.

a) Calcaire à Ariétites.

C'est un calcaire souvent distinctement spathique (entroques), mais toujours de grain relativement fin, à cassure sombre ou (moins fréquemment) assez claire et à patine bleuâtre, souvent tachetée de jaune. On observe ici et là des pellicules sériceuses à la surface ou dans l'intérieur du calcaire. Le calcaire à Ariétites contient souvent des concrétions siliceuses, mais les fragments de dolomie qui sont si caractéristiques des calcaires spathiques du groupe 1, font ici presque entièrement défaut.

Les variétés claires ont souvent une cassure brunâtre, bien spathique (entroques). Les variétés foncées, qui sont les plus fréquentes, sont en partie finement spathiques — des petites entroques disséminées dans la pâte sont visibles à la loupe —, en partie presque compactes ou si finement grenues qu'on n'arrive plus à y distinguer d'entroques.

Entre Sulzig et le torrent principal d'Unter-Flösch (voir fig. 10, p. 78), le calcaire à Ariétites, particulièrement sombre ici, devient parfois assez schisteux et peut même avoir de petites intercalations de schistes noirs.

Le calcaire à Ariétites typique est localisé dans la zone mésozoïque de Gschwend. Et dans cette zone on le voit seulement en deux endroits passer à des calcaires des groupes 1 et 3, notamment à du calcaire gris clair, grossier, à entroques et à gravier dolomitique; le calcaire à Ariétites est rarement lié à des schistes verts liasiques, mais cependant nous en connaissons qui interpénètrent ce calcaire en formant des plaquages sur ses bancs.

Nous avons donné le nom de «calcaire à Ariétites» à la roche qu'on vient de décrire parce qu'elle contient des Ammonites sinémuriennes du genre *Arietites*. *Ischer* (8) connaissait déjà ce calcaire fossilifère, au Tauben, et il y a trouvé, le premier, une *Ammonites Bucklandi* et plusieurs Bélemnites; *Roessinger* (33, p. 16) y signale *Belemnites acutus*. Nous y avons retrouvé ces mêmes fossiles, mais les exemplaires d'Ammonites récoltés ne nous ont pas permis une détermination spécifique précise.

A côté de ces Céphalopodes plutôt rares, le calcaire à Ariétites contient une quantité de débris de Crinoïdes qui lui donnent son aspect spathique; ce sont en partie des Pentacrines.

Le calcaire à Ariétites se reconnaît facilement sur le terrain par le caractère lité de ses bancs. Il n'a généralement que quelques mètres d'épaisseur et ne dépasse jamais dix mètres de puissance.

Il nous est connu du Tauben jusqu'au torrent principal d'Unter-Flösch, très discontinu par écrasement et généralement juste à la base du Flysch principal de la chaîne.

Dans la zone de Krinnen on ne trouve qu'en un endroit (sous Unter-Halten), dans une lentille liasique, des calcaires finement grenus sombres, assez analogues.

b) Lumachelle foncée.

La zone mésozoïque de Gschwend contient là où elle traverse l'arête de Windspillen et directement à l'W. de cette arête, des lumachelles sombres, généralement en blocs isolés. On trouve aux mêmes endroits des brèches dolomitiques qui contiennent cette lumachelle comme constituant principal.

La lumachelle a une pâte calcaire à cassure bleu-gris foncé, très finement grenue, souvent un peu spathique, mais généralement sans qu'on y voie des encrines. Sa patine habituellement bleuâtre, mais parfois jaune par une décomposition avancée, fait voir tout un enchevêtrement de débris de coquilles. Certaines variétés charrient dans leur pâte une grande quantité de très petits cailloux roulés. Les brèches dolomitiques, qui contiennent de la dolomie et des morceaux souvent grands de cette lumachelle ou de calcaires sombres analogues, moins chargés de débris organiques, ont un ciment dolomitique jaune; on distingue dans ce ciment, à côté de particules de dolomie, des éléments spathiques dispersés et parfois, dirait-on, les mêmes petits cailloux roulés et débris de test que dans le calcaire lumachelique foncé. Le ciment devient localement schisteux et abondant et la roche peut ainsi se transformer en schistes grésocalcaires micacés, contenant une quantité variable de petits fragments de dolomie. Dans les couches bréchoïdes, on peut avoir de la peine à distinguer les parties altérées jaunes de la lumachelle, du ciment dolomitique également jaune qui les entoure. Un petit cailloux de calcaire à entroques gris clair m'a, en un seul endroit, frappé dans cette brèche.

L'âge exact de la lumachelle liasique nous est inconnu. Peut-être est-elle rhétienne? Mais toutes les lumachelles liasiques ne sont pas d'âge rhétien et faute de fossiles déterminables il faut s'abstenir d'une conclusion. Le type de calcaire qui forme la lumachelle rappelle beaucoup, à part sa richesse localement extraordinaire en débris de coquilles, la variété foncée du calcaire à Ariétites. Mais ce dernier n'est jamais accompagné de pareilles brèches.

On trouve aux mêmes endroits que la lumachelle des calcaires du même genre, mais qui ne sont pas lumacheliques.

§ 3. Calcaires compacts à petites entroques disséminées.

Dans les calcaires spathiques du groupe 1 (rarement du groupe 2) s'insèrent localement des parties plus ou moins compactes, de couleur variable comme eux-mêmes, souvent rosâtres ou violacés, à fragments de dolomie ou non. Les entroques ne forment plus tout le fond de la roche; une boue calcaire fine pénètre entre elles, les éparpillé de plus en plus et peut finir par constituer seule la pâte.

Une étude très attentive de la pâte des calcaires avec une forte loupe et sur leur cassure mouillée nous a révélé à quelques endroits la présence de débris ou sections intactes de minuscules Ammonites à tours surbaissés et d'un Foraminifère rotalidé. Il faut bien de la patience pour les découvrir ici, d'autant plus que les parties compactes un peu considérables et pas trop stériles sont déjà rares. Ces traces d'Ammonites et de Foraminifères sont beaucoup plus fréquentes dans la *Zone Submédiane* (cf. note préliminaire, 71), dans des roches à faciès tout à fait comparable, par exemple dans les calcaires rouges compacts et en partie spathiques qui affleurent, dans la vallée de la Grande Eau, à Exergillod le long de la ligne du chemin de fer, ou bien dans les cailloux du calcaire compact rose inclus dans la brèche crétacique de Trom (voir p. 94) et dans certains calcaires de Zünegg et de Hohmad (cf. note préliminaire, 71). Il vaut donc la peine de donner quelques détails sur ces restes organiques curieux.

Ammonites minuscules.

Leurs débris se dessinent sur la cassure mouillée par des lignes extraordinairement fines, courbées d'une façon très souple comme des cheveux. A côté de ces fragments de test qui sont les plus fréquents, mais assez difficilement visibles, on voit des sections intactes plus souvent perpendiculaires que parallèles au plan d'enroulement de la coquille. Ces sections nous donnent une idée de la grandeur des Ammonites: j'en ai vu quelques-unes qui n'atteignent pas même 2 mm., mais c'est une exception. La plupart mesurent de 3 à 10 mm. de diamètre ou encore 15 mm. Les formes de 2 à 3 cm. sont déjà rares. Leurs tours sont surbaissés et semblent l'être d'autant plus qu'ils sont plus petits.

Ces Ammonites font tellement corps avec la gangue dans laquelle elles sont prises qu'elles ne font jamais saillie sur les cassures: aussi ne réussit-on pas à les dégager ni à les déterminer.

Foraminifère rotalidé.

Tandis que les débris d'Ammonites se trahissent sur la cassure mouillée par des lignes à peine visibles, ces Foraminifères sont marqués par un fort contour noir caractéristique. Ils ont des formes de petites spirales à cloisons ou la forme très typique d'un œil, suivant les sections. Ils varient entre 0,5 mm. et 1 mm. de diamètre.

La présence de ces Foraminifères et de ces Ammonites, souvent accompagnés d'un article de Pentacrine, dans des calcaires lithologiquement identiques, compacts, mais de très différents endroits (soubassement du Niesen, Zone Submédiane), caractérise un faciès parfaitement bien défini et remarquable. Ce faciès est souvent d'âge liasique, mais pas nécessairement.

Dans certains cas, les calcaires du groupe 3 prennent un aspect bréchoïde, s'enrichissant en fragments de dolomie et se chargeant de pellicules schisteuses vertes. Ces brèches généralement bigarrées, dont le ciment est mi-compact, mi-spathique, se trouvent ici et là en plaques ou collées sur les bancs de calcaire à entroques rose auquel elles passent. Mais on ne les trouve jamais sur le calcaire à Ariétites.

§ 4. Brèches diverses.

Les brèches peuvent se séparer en deux types suivant les éléments qu'elles contiennent.

A. Brèches à éléments triasiques (dolomie).

Pour étudier ces brèches, un petit ravin oriental (n° 18, voir fig. 9, p. 70) des ravinelements de Halten et sa berge gauche nous offrent vers 1700 m. d'altitude des affleurements très intéressants. (Les dits affleurements se trouvent sur la carte au 1 : 25,000 5 mm. au N. du 2 du chiffre 1621). On est dans la zone mésozoïque de Gschwend.

Nous étudierons d'abord une coupe (fig. 4) suivant le lit du petit ravin et comprenant toute l'épaisseur de la zone de Gschwend. Nous nous occuperons ici seulement de la base liasique de cette coupe et parlerons de sa partie supérieure au § 6 (p. 44).

La grosse brèche dolomitique (6) par laquelle le Lias débute repose sur plus d'un mètre de dolomie rougeâtre visible dans le lit du ruisseau. La brèche est composée de grands blocs de dolomie, avec un maigre ciment de schistes gréseux plus ou moins argileux et légèrement verdâtres. Ces schistes, généralement pas calcaires, sont en même temps micacés et très finement pyriteux. Ici, les morceaux de dolomie sont collés l'un contre l'autre sans ciment; là le ciment est conservé en petites traînées schisteuses entre les blocs ou plus ou moins visiblement sur la surface des gros blocs qui sortent de la brèche. Du ciment spathique rouge s'aperçoit seulement en un endroit à la base, mais devient très important tout de suite à l'est du ruisseau (voir plus bas). Les schistes qui forment le ciment de cette brèche sont très typiques et se retrouvent tels quels dans la brèche dolomitique beaucoup plus fine désignée par le chiffre 5. Les fragments de dolomie, qui

n'atteignent généralement pas 1 cm. de diamètre dans cette fine brèche, sont ou directement l'un contre l'autre ou séparés par un peu de calcaire gris-noir spathique, qui forme ciment avec de petites entroques de 1 mm. de diamètre en moyenne. Vers le haut, cette brèche dolomitique (5) passe graduellement aux schistes du complexe 4, dernier terme du Lias, qui est composé des mêmes schistes gréseux et pyriteux qu'en bas, de teintes sombres (voir p. 44, «schistes à Bélemnites»).

Quelques dizaines de mètres à l'E. du ruisseau on a des brèches dolomitiques (éléments parfois plus grands que 1 cm.), à ciment foncé spathique et minces délits schisteux noirs, tout à fait du type que représente le banc 5 du ruisseau. Liées à elles, on voit des brèches dolomitiques très analogues, de même grossièreté, à ciment spathique gris clair, souvent à pellicules sériciteuses argentées. Dans ces dernières, le ciment gris clair spathique (entroques) est souvent à peine visible. Puis on y trouve des brèches plus grossières à ciment spathique rose très développé, liées à du grès clair qui forme des masses lenticulaires. Ce grès a de nouveau des pellicules argentées de séricite. Ses nombreux quartz se trouvent dans un ciment calcaire cristallin, il contient beaucoup de pyrite finement divisée et prend des croûtes ou bords bruns, ferrugineux par altération. Nous ne le connaissons qu'ici où l'on est fort étonné de le voir passer à du calcaire à entroques rose.

La coupe suivante nous montre la liaison du grès avec les calcaires à entroques et les brèches liasiques.

De bas en haut :

- a) 1 m. Calcaire spathique gris ou rose, à parties compactes et à gravier dolomitique passant à de la brèche dolomitique. (Les fragments de dolomie y peuvent dépasser 10 cm. de diamètre.)
- b) 10 cm. Grès en forme de lentille.

- c) 85 cm. Calcaire spathique et brèche dolomitique comme a.
- d) 15 cm. Plaquettes de brèche dolomitique peu grossière, à ciment spathique clair et pellicules grises et sériciteuses ou noires.
- e) Grès, formant une longue lentille de 25 cm. d'épaisseur.
- f) 20 cm. Grès contenant une traînée de brèche dolomitique (fragments de dolomie de 1 à 5 cm.), à ciment spatho-compact gris ou rose.
- g) 50 cm. Grès pénétré de calcaire en partie compact, rose, à entroques et à petits fragments de dolomie (ce calcaire n'y forme que quelques minces traînées). Ce banc de grès contient en outre quelques morceaux de dolomie de plusieurs centimètres de diamètre, pris directement dans la pâte gréseuse.
- h) Quelques mètres plus à l'W., on voit de la brèche grossière qui doit surmonter le grès. Le ciment de calcaire spathique ou compact rouge qui s'enfile entre les blocs de dolomie est à peine développé.

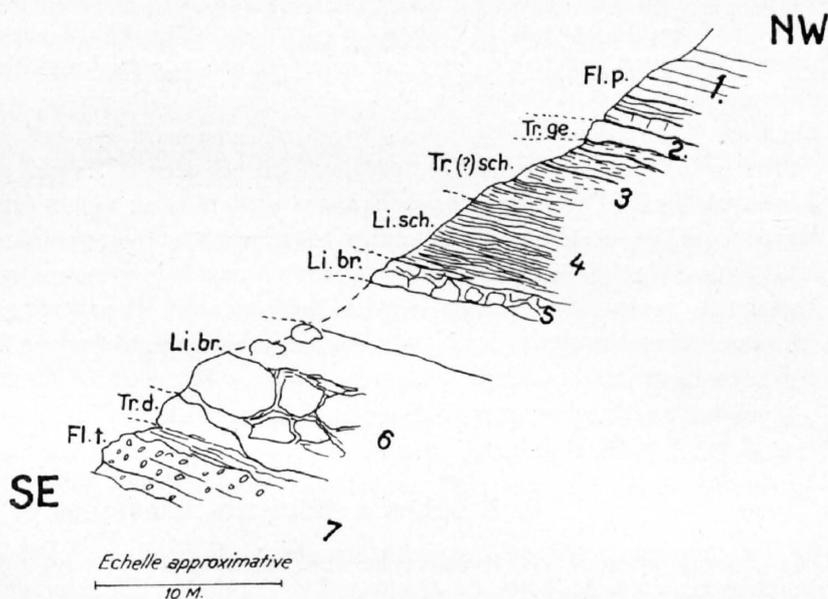


Fig. 4. Coupe schématique de la zone de Gschwend.
Ruisseau n° 18, Halten oriental.

Fl = Flysch	{ de la Palette (p) du Tauben (t)	Tr = Trias	{ Dolomie (d) Cornieule (ge) Schistes (sch)
Li = Lias	{ Brèches (br) Schistes (sch)		

Enfin, nous voyons obliquement au-dessous de ce complexe à grès (*a—h*) un petit escarpement qui simule à s'y tromper de la dolomie triasique, mais qui est en réalité formé d'une grosse brèche du genre de *h*. Elle se trouve tout à fait à la base du Lias et correspond à la grosse brèche du ruisseau (fig. 4, n° 6).

La description détaillée précédente nous montre clairement comment tous les faciès décrits sont apparentés entre eux et se rattachent directement ou indirectement à des calcaires à entroques liasiques (du groupe 1 ou 3). Tout indique qu'on est ici devant un phénomène de transgression. Le Lias transgresse avec une grosse brèche basale entièrement faite d'éléments triasiques sur la surface dolomitique altérée du Trias (dolomie rouge), tandis que les premières couches témoignent encore d'une irrégularité de sédimentation remarquable et bien typique.

Un autre bel exemple de brèche dolomitique liasique nous est offert par le calcaire bréchoïde qui affleure aux bords du seul ruisseau permanent (ruisseau 45) des petits ravinements d'Äusseren Seiten (voir esquisse d'orientation fig. 10, p. 78). Elle se trouve dans une écaïlle mésozoïque qui est pincée dans le Flysch du Tauben (voir description régionale, p. 83); au versant droit elle repose (épaisseur 2,50 m.) sur de la dolomie et de la cornieule et est surmontée par des «schistes à Bélemnites». L'aspect bréchoïde du calcaire est causé par la présence d'une quantité de morceaux de dolomie, qui peuvent atteindre plus de 50 cm. de diamètre et qui transforment le calcaire localement en vraie brèche dolomitique. En outre, le calcaire, qui est un calcaire distinctement spathique (entroques) à parties compactes, contient des schistes qui s'y insèrent sous forme de pellicules ou d'intercalations. Partiellement, ces schistes sont plus ou moins gréseux, micacés, du même type que les paquets de «schistes à Bélemnites» sus-jacent, et comparables aux schistes qui pénètrent dans la brèche du n° 6 (voir p. 41, fig. 4). Mais on observe en outre des schistes argileux de couleur vert foncé, assez mats et dans la règle non micacés. Leur présence accentue l'aspect bréchoïde du calcaire. Avec ces deux descriptions, nous avons donné les meilleurs exemples de brèche liasique sur notre terrain.

Aux fines brèches, plus fréquentes, nous avons fait allusion en décrivant les roches des groupes 1 et 3 (voir p. 38 et 40).

B. Brèches à éléments triasiques et liasiques.

Il ne nous reste qu'à signaler l'existence de brèches à cailloux triasiques et liasiques. Nous en connaissons dans la zone de Gschwend à l'arête du Windspillen (cf. brèches p. 39) et au Tauben quelques fragments. Le rôle qu'elles jouent dans le Lias de notre région est négligeable et nous n'insistons donc pas.

Notons cependant qu'au S. du terrain cartographié, on en trouve quelques beaux exemples, de nouveau dans le Lias du Niesen (à Ober-Trüttlisberg et au Stüblenen).

§ 5. Grès clairs et calcaires gréseux.

Ce sont des faciès peu communs dans le Lias de notre terrain. Le seul bel exemple de grès liasique est celui qu'on vient de décrire dans le paragraphe sur les brèches. Il existe en outre ici et là des grès plus ou moins calcaires, distinctement verts, micacés et schisteux qui passent aux variétés gréseuses des schistes à Bélemnites et sont associés à des calcaires spathiques.

On a enfin des complexes schisteux souvent verdâtres, à lentilles de calcaires gréseux, mais il est rare qu'ils se rattachent manifestement à des roches liasiques. Deux cents mètres au NNW. du chalet inférieur (1660) d'Unter-Lochberg, on voit sur les calcaires à Ariétites des schistes verts micacés à lentilles ou plaquettes de calcaire souvent gréseux, recristallisé et en partie marmoréen; ici, le calcaire est bien liasique, mais c'est à peu près le seul cas qui ne semble pas ambigu.

§ 6. Les schistes.

Les calcaires à entroques et les brèches liasiques sont presque régulièrement accompagnés de schistes. Ces schistes sont très variables de composition et d'aspect et se confondent parfois facile-

ment avec des schistes du Trias ou du Flysch, seuls autres terrains qui entrent en contact avec nos schistes.

Dans deux circonstances seulement, on peut être certain de ne pas faire pareille confusion :

Soit lorsqu'on observe un passage de ces complexes schisteux à des calcaires à entroques et des brèches, soit lorsqu'on y trouve des Bélemnites.

Considérons le premier cas.

Les schistes qui sont en contact avec les roches spathiques, et y sont liés étroitement, ont le plus souvent une teinte verdâtre, moins fréquemment grisâtre et exceptionnellement (dans les parties bréchoïdes) noire. Ils se trouvent, sous forme de pellicules, de minces délits ou parfois de petites intercalations, dans l'intérieur des bancs de calcaire et brèches spathiques (et dolomitiques) et constituent les premières couches schisteuses surmontant ou supportant ces bancs. Ces schistes sont très divers; nous en signalons seulement les types suivants :

- 1^o a) Schistes gréseux verdâtres, souvent à pyrite, plus ou moins argileux et calcaires, micacés;
- b) mêmes schistes, mais localement chargés de petits fragments de dolomie;
- c) mêmes schistes, mais avec des entroques à côté des fragments de dolomie.
- 2^o Schistes spathiques noirs ou jaunâtres (seulement à Ober-Lochberg), non micacés.
- 3^o Schistes argileux verts (parfois vert foncé), généralement non micacés, brillants, surtout comme pellicules.

Les schistes (deuxième cas) dans lesquels nous avons trouvé des Bélemnites, se rapprochent surtout du type 1 a et on les y voit souvent passer. Ce sont des schistes finement gréseux, généralement gris-noir ou gris-brun tachetés. Ils sont parfois un peu rugueux au toucher, d'autant plus qu'ils deviennent plus sableux et la teneur en argile et calcaire est très variable. Ils peuvent contenir de la pyrite. Ils constituent souvent des paquets compacts régulièrement feuilletés. Le type de schistes à Bélemnites qu'on vient de décrire est le plus répandu et représente un moyen terme entre deux extrêmes, à savoir des schistes argileux ou marneux micacés (exceptionnellement verdâtres) et des grès schisteux micacés (généralement verdâtres), l'un comme l'autre beaucoup moins communs.

Les Bélemnites que nous avons pu trouver dans ces schistes n'étaient que fragmentaires, indéterminables et bien rares. *Roessinger* (33) qui connaissait ces schistes, les a considérés comme triasiques. Pour nous, constatant leur liaison avec les calcaires à entroques, nous supposons qu'ils ont dans leur ensemble un âge liasique. Mais évidemment, il n'est pas impossible qu'ils montent en partie plus haut dans l'échelle stratigraphique.

La couleur verte des schistes liasiques.

(Croûtes chloriteuses.)

Les bancs de calcaires à entroques contiennent parfois des traînées schisteuses irrégulières dures et de couleur vert foncé, particulièrement riches en fer. Ici et là, à de rares endroits, dans ces traînées, qui font souvent saillie à l'extérieur comme croûtes résistantes, les oxydes de fer se concentrent au point de sembler de petits amas d'hématite à éclat métallique.

Ces traînées vert foncé passent généralement à des schistes du type 1 a susmentionné. Une coupe mince nous a montré qu'il s'agit dans ces croûtes vertes de vrais schistes chloriteux. On voit sous le microscope que tout le fond de la roche est fait de chlorite: dans cette pâte chloriteuse nagent une quantité de petits fragments de quartz, quelques sections de crinoïdes isolées et quelques fragments de dolomie. Chacun de ces trois éléments est fortement attaqué par la chlorite qui y pénètre, et il est clair ici que ce minéral a emprunté sa magnésie à la dolomie. Son aluminium et sa silice proviennent de la matière argileuse et gréseuse des traînées schisteuses. Le fer a également été emprunté directement à la roche. La pauvreté relative en calcaire de ces croûtes vertes n'est pas originelle. La dissolution sélective y a joué un rôle et a déterminé la concentration du fer.

Nous désignerons brièvement comme «schistes à Bélemnites» tous les schistes qui se relient stratigraphiquement, directement ou indirectement, aux roches «liasiques» de notre terrain. Leur épaisseur maximale est d'environ 30 m. (près d'Ober-Lochberg).

Examinons maintenant le complexe schisteux de la coupe fig. 4 dont nous avons étudié la partie inférieure dans le paragraphe sur les brèches (p. 40 et s.) pour nous rendre compte des difficultés qui peuvent se présenter.

Le banc 5 représente une assez fine brèche dolomitique à ciment spathique, comme nous l'avons décrite plus haut. Cette brèche passe par l'intermédiaire de quelques centimètres de schistes à fragments de dolomie, au complexe 4, qui est constitué de schistes tout à fait comparables à ceux qui pénètrent dans les brèches (5 et 6) sous-jacentes, mais plus foncés. Ce sont des schistes gréseux, micacés et pyriteux, plus ou moins argileux et calcaires, de teinte gris-noir ou parfois gris à peine verdâtre; par décomposition (de la pyrite) ils deviennent roux. Ce sont des «schistes à Bélemnites».

Là-dessus vient un complexe de schistes (3), gris teinté de vert ou gris sombre, argileux ou marneux, à surfaces souvent lisses, parfois brillantes. Ils contiennent encore de la pyrite et parfois du mica ou du sable, mais en proportion bien plus faible que les schistes 4.

Vu la grande variabilité des schistes à Bélemnites, les schistes 3 pourraient bien également représenter des schistes liasiques, mais les quelques minces lits durs qu'on y aperçoit demandent notre attention. Ce sont des petits lits de fine brèche dolomitique, ressemblant en quelque sorte à 5, mais sans ciment spathique. Ensuite on constate ici et là une petite couche dolomitique, qui semble bien être de la dolomie et non de la brèche dolomitique.

Au sommet des schistes 3 se trouve enfin un banc de cornieule (2). Dans des complexes aussi laminés que nos zones mésozoïques, il faut se garder de prendre des répétitions tectoniques pour des intercalations stratigraphiques. Et la présence de dolomie dans des schistes ne veut donc pas nécessairement dire que le complexe schisteux soit triasique.

Nous nous abstenons d'une conclusion définitive. Cependant, les relations entre la dolomie et les schistes — qui semblent dolomitiques à un endroit — nous inclinent à penser qu'une partie au moins des schistes 3 est triasique. Malheureusement, on ne trouve pas, parmi ces schistes, les variétés bariolées, violacées et vertes, propres au Trias, qui nous tireraient tout de suite d'embarras.

Dans le ravin (n° 23) qui descend immédiatement à l'W. des chalets d'Ochsenweid et dans ses alentours, se présentent des difficultés de même genre. Un complexe schisteux problématique (voir «série à grès roux», p. 56) de position tectonique pareille (directement sous le Flysch de la Palette), y est plusieurs fois interrompu par de la dolomie et de la cornieule. Mais là, il s'agit bien d'un Flysch à faciès spécial qui est en répétition tectonique avec du Trias de la zone de Gschwend. Il n'est pas impossible que la plus grande partie des schistes n° 3 susmentionnés, représentent un Flysch pareil.

Mais à part ces quelques cas équivoques entre Lauenen et le Tauben, les relations des «schistes liasiques» avec le Trias et le Flysch sont peu ambiguës.

Chapitre IV.

Malm (calcaire à Calpionelles).

Il s'agit de calcaires compacts foncés, bien lités, qui se trouvent surtout bien développés entre le col de Krinnen et Lauenen, dans la zone mésozoïque de Krinnen. Entre le col de Krinnen et Gsteig, on n'en trouve presque plus trace, et de même entre Lauenen et la Lenk ce calcaire semble continuellement écrasé, exception faite de deux endroits (voir carte), près d'Ochsenweid (dans la zone mésozoïque d'Ochsenweid) et entre les chalets d'Unter-Lochberg (dans la zone mésozoïque de Krinnen). Jamais nous ne les avons trouvés dans la zone de Gschwend.

Ce calcaire à Calpionelles a généralement une épaisseur de quelques mètres et ne dépasse guère une dizaine de mètres. Ses couches forment des ressauts rocheux bien caractéristiques.

Nous avons fait une série de coupes minces dans des échantillons provenant de ces calcaires et y avons découvert des *Calpionella alpina*, LORENTZ, bien typiques, souvent en grande quantité.

Le type le plus reconnaissable et le plus répandu est un calcaire très compact (souvent à cassure subconchoïdale), bleu foncé à l'intérieur, mais à patine claire blanchâtre ou gris bleuté. Des concrétions siliceuses font parfois saillie à la surface. Dans la pâte on remarque souvent des petites mouches jaunâtres de pyrite décomposée ou plus rarement des taches irrégulières faiblement rosées, surtout visibles sur une surface humide.

Nous n'avons pas trouvé dans ce calcaire de fossiles macroscopiques déterminables, on n'y voit que très rarement un fragment de Bélemnite, une petite section d'Ammonite ou un débris de test quelconque (Brachiopodes).

A côté de ce calcaire foncé — parfois très foncé — on trouve, seulement en quelques endroits, des variétés claires qui y sont liées par passages, et n'en diffèrent que par leur couleur (nous y rencontrons du calcaire compact à cassure un peu brunâtre ou bleuâtre et à patine légèrement bleuâtre, ou du calcaire à cassure gris-brun clair et patine gris clair ou blanchâtre (par exemple Unter-Lochberg). A Unter-Lochberg, la variété claire est bien représentée dans les couches qui affleurent à côté du chemin qui réunit les deux chalets (voir carte géologique); elle a ici un aspect de Malm, et *M. Lugeon*, qui connaissait cet affleurement, parle déjà dans sa note de 1920 (voir 62) d'un lambeau de Malm qui se trouve à Unter-Lochberg, sous le Trias de sa bande triasique du Tauben (= notre Trias de la zone de Krinnen).

Quelques dizaines de mètres à l'E. de cet affleurement, on retrouve les calcaires cachés sous la végétation sur la petite croupe boisée qui se termine immédiatement derrière le chalet inférieur (1660); là c'est surtout le type usuel, foncé, qui est bien développé; c'est un calcaire à cassure bleu foncé typique, souvent un peu schistoïde, mais — chose exceptionnelle — il contient en un point plusieurs lentilles gréseuses bombées. Le grès très quartzeux se trouve directement pris dans la pâte calcaire; les fragments de quartz peuvent atteindre 2 à 3 mm. de diamètre, ce qui détermine le caractère grossier de ces inclusions. Il ne s'agit probablement pas de cailloux exotiques, mais de parties spécialement gréseuses de la roche même; une coupe mince nous montre une quantité de Calpionelles dans le fond calcaire qui sépare les lentilles gréseuses.

Il valait la peine de mentionner ce faciès curieux du calcaire à Calpionelles, quoiqu'il n'affleure que sur quelques décimètres d'épaisseur et ne nous soit pas connu ailleurs. Enfin, nous noterons que le calcaire à Calpionelles contient dans quelques affleurements des pellicules ou des minces intercalations de schistes noirs, non micaés, et qu'il peut devenir un peu marneux; il peut perdre en même temps aussi ses caractères de calcaire compact régulièrement lité, bleu foncé, et devenir difficile à distinguer des calcaires et schistes du Flysch (région de Brüchli). Le calcaire à Calpionelles représente le Jurassique supérieur de la nappe du Niesen dans les limites de notre carte. Il n'est évidemment pas impossible qu'il monte jusque dans le Valanginien.

Chapitre V.

Crétacé.

§ 1. Crétacé inférieur.

(Calcaire à Orbitolines.)

En 1920, *M. Lugeon* signalait (62), au SW. de la Lenk, des calcaires à Orbitolines, avec des algues rappelant *Diplopore Mühlbergi*, à la base d'une série schisteuse, dont il se demandait alors si elle ne représentait pas le Gault. Il considérait cet ensemble comme une unité tectonique distincte, qu'il appelait la *nappe du Lochberg*. Dès lors, nous avons montré que cette série schisteuse était de l'Aalénien de la nappe du Laubhorn, et que ces calcaires à Orbitolines faisaient partie d'une zone distincte et sous-jacente, qui se rattache à la nappe du Niesen: la zone du Lochberg (note préliminaire, 71).

Ces calcaires créacés de la zone du Lochberg se trouvent en dehors de notre carte. Mais dans notre terrain d'étude, nous en retrouvons quelques petites lentilles dans une zone supérieure à la bande aalénienne, dans notre *Zone mésozoïque d'Ochsenweid*.

Cette zone mésozoïque d'Ochsenweid est très localisée; elle n'existe, écrasée entre le Flysch d'Ochsenweid et l'Aalénien des cols, qu'à l'W. de l'arête du Tauben.

Lorsqu'on descend depuis le point coté 1988 m. au-dessus de Trüttlisberg, par le sentier cartographié qui se dirige vers le S., on trouve, vers l'altitude de 1910 m., un petit escarpement qui descend vers l'W. et que la carte topographique indique; il est formé de Flysch d'Ochsenweid. Entre l'extrémité inférieure de cette paroi et la branche orientale du ravin descendant des chalets d'Ochsenweid, on découvre, en contact visible avec l'Aalénien sous-jacent et avec le Flysch, quelques lentilles d'un calcaire gréseux, plus ou moins spathique, d'un gris noir ou bleu foncé, parfois associé à du calcaire compact à patine claire, mais à cassure sombre.

Il est parfois difficile de distinguer ce complexe du Flysch sus-jacent. Cependant l'âge en est bien différent. Nous avons en effet découvert de belles Orbitolines dans ces calcaires gréseux; à la loupe, on les devine ici et là et l'examen microscopique confirme leur présence. Ce sont de très petites formes, souvent bombées, spécifiquement indéterminables. Les petits amas de quartz qu'on voit dans ces calcaires ne sont, en partie, que des Orbitolines, ou des fragments d'Orbitolines entièrement silicifiés. Ils sont formés d'une mosaïque de silice secondaire en grains diversement orientés, mais qui respectent généralement la structure des Foraminifères.

Nous n'avons pas trouvé, dans ces calcaires à Orbitolines, de Miliolites ni de *Diplopora Mühlbergi*, comme dans la zone du Lochberg. Mais ce sont les mêmes formes d'Orbitolines, très probablement barrémiennes, et les mêmes faciès.

Parmi ces lentilles d'Ochsenweid, on en trouve une de calcaire à Calpionelles (bien distinctes au microscope) identique à ceux de la zone de Krinnen. Ce complexe appartient donc nettement, comme celui de la zone du Lochberg, comme aussi les lentilles à Miliolites et à *Diplopora Mühlbergi* que *McConnell* signale dans sa «zone de Rard» (note préliminaire, 71, p. 100), à l'un des replis basaux de la nappe du Niesen.

§ 2. Crétacé supérieur.

(Calcaire à Rosalines et Globigérines.)

C'est un calcaire compact, généralement clair; la cassure est grise, légèrement teintée de brun. La patine blanchâtre ou gris clair, couverte en partie de lambeaux très irréguliers de pellicules argileuses noires. Ces pellicules peuvent se développer au point de constituer un complexe de calcschistes très finement et régulièrement feuilletés. Ces pellicules, pratiquement dépourvues de mica, sont extrêmement lisses au toucher et souvent fort luisantes. Les calcschistes fins contiennent en outre des délités de schistes gris satinés.

Dans la pâte du calcaire, on voit souvent un réseau de veinules noires: ce sont de nombreuses petites cassures remplies de matière argileuse. Elles se détachent en un tissu sombre sur la cassure plus claire du calcaire. Les Foraminifères apparaissent aussi comme des points foncés. On y distingue souvent déjà à la loupe des Rosalines (*Discorbina canaliculata*, REUSS) et des Globigérines parfois en quantité considérable.

Ces calcaires et calcschistes à Rosalines ne sont représentés chez nous que par trois lentilles, ne dépassant pas 5 m. d'épaisseur, toujours accompagnées d'autres lentilles de calcaire à Calpionelles et localisées dans la zone mésozoïque de Krinnen, entre le col de Krinnen et Lauenen.

Cette localisation, cette association, et le fait qu'on ne trouve jamais de calcaires à Rosalines dans le Flysch éocène du Niesen, me font supposer que ces calcaires sont Crétacés (turoniens ou sénoniens). Sans doute, la preuve directe n'en est pas faite, en l'absence de fossiles macroscopiques, puisque les Rosalines comme les Globigérines persistent dans les temps tertiaires. Cependant, l'âge de ces calcaires ne pose pas, dans la nappe du Niesen, de questions aussi délicates que dans le Wildflysch des nappes ultrahelvétiques.

Chapitre VI.

Tertiaire (Flysch).

Introduction.

Le Nummulitique du soubassement, dans la région cartographiée, appartient à deux zones: la zone du Flysch du Tauben et la zone du Flysch d'Ochsenweid. Ces zones de Flysch sont tellement laminées, écrasées, et leur épaisseur est à tel point réduite qu'il est devenu impossible de distinguer des niveaux dans chaque zone.

On sait (voir introduction, p. 1) que ces deux zones sont séparées par une bande de terrains mésozoïques, la zone de Krinnen; le Flysch du Tauben est avec elle en contact par sa base, le Flysch d'Ochsenweid par son sommet. Aux contacts avec le mésozoïque, les deux Flyschs prennent chez nous assez souvent un faciès particulier, très curieux (Flysch vert), dont nous nous occuperons à la fin de ce chapitre.

§ 1. Le Flysch du Tauben.

Nous avons vu (p. 31) que *McConnell* a pu poursuivre le Flysch du Chaussy jusqu'à Gsteig et que nous, de notre côté, l'avons suivi de Gsteig jusqu'à la Lenk en l'appelant: Flysch du Tauben. Nous lui avons donné ce nom parce que des couches de ce Flysch affleurent au sommet (signal 2106,9) de la montagne du Tauben. Sur le territoire étudié par mon ami, ce Flysch se relie en deux endroits stratigraphiquement à sa base mésozoïque originelle: au Sulzgraben, et à Gsteig.

A Gsteig, la liaison stratigraphique se fait de la façon suivante: au bord de la grande route de Gstaad, on voit, 500 m. au N. du village, des brèches polygéniques du Flysch du Tauben en transgression manifeste sur le Trias de la zone de Krinnen, qui recouvre à son tour des schistes cristallins verts du type des *schistes de Casanna*. C'est l'affleurement classique découvert en 1914 par *M. Lugeon*. Les brèches basales du Flysch ont emprunté leurs éléments au Trias et au Paléozoïque sous-jacent.

Dans le Sulzgraben, c'est le faciès récurrent des schistes brillants qui lie stratigraphiquement le Mésozoïque au Tertiaire. Le Flysch du Tauben (Chaussy) débute ici de nouveau par une brèche de transgression, mais la lacune stratigraphique est bien moins grande qu'à Gsteig. *McConnell* signale en effet un niveau à Calpionelles entre le Trias et le Nummulitique et, suivant mon ami, il est probable que les assises qui séparent les marbres à Calpionelles de la brèche nummulitique représentent du Crétacé à faciès brillant. On observe donc, au Sulzgraben, la transgression du Nummulitique sur le Crétacé ou le Malm, et seulement quelques kilomètres plus à l'W., dans la même digitation du Chaussy, à Gsteig, la transgression du Nummulitique sur le Trias. Rappelons encore (cf. p. 8 et 10) qu'on observe au NE. d'Unter-Lochberg la transgression du Flysch sur le Lias, mais là il s'agit de la digitation de la Palette. Nous constatons donc, chose très importante, que le Flysch du Niesen transgresse sur des terrains d'âge très différent suivant les endroits. Chez nous, des liaisons directes et originelles entre le Flysch du Tauben et le Mésozoïque de la zone de Krinnen n'existent plus et les lacunes qu'on observe entre le Mésozoïque du noyau et le Flysch sus-jacent de la digitation du Chaussy, ont toujours une origine à la fois tectonique et stratigraphique sans qu'on puisse dire laquelle des deux causes a été la plus importante.

Le Flysch du Tauben se trouve par sa base en contact mécanique, non stratigraphique, avec du Trias, du Lias, du calcaire à Calpionelles ou rarement du calcaire à Rosalines, suivant les endroits.

Bien souvent ses premières assises qui reposent sur le Mésozoïque ne sont pas bréchoïdes. Là même où le Flysch débute directement par des brèches, il est impossible de savoir si ce sont de vraies brèches de transgression, comme à la route de Gsteig. On a ici, au contraire, plutôt l'impression d'avoir affaire à des brèches qui doivent leur position basale à l'écrasement des couches inférieures. En effet, à maints endroits, on trouve au milieu du Flysch du Tauben, ou au sommet, des brèches entièrement identiques à celles de la base. Là où l'écrasement a été exceptionnellement fort, tout le Flysch du Tauben a été réduit à un seul banc de brèche.

Le Flysch du Tauben est toujours en contact mécanique, par un plan de chevauchement, avec la zone mésozoïque de Gschwend qui le surmonte.

Coupe représentative.

Donnons un exemple de la succession des couches du Flysch du Tauben. La coupe suivante, très typique, s'observe dans un des petits ruisseaux (ruisseau n° 6, fig. 7, p. 65) qui descend du Windspillen vers le replat des chalets de Brüchli.

Dans ce ruisseau, l'affleurement commence à 1550 m. Des matériaux de déjection cachent les premières couches du Flysch et sa base mésozoïque (zone de Krinnen).

Nous avons de bas en haut :

- a) 30 m. Série de lits de calcaire siliceux fin et de grès avec intercalations de schistes argileux et marneux.
- b) 25 m. Calcaire finement plaqueté et calcschistes foncés avec lits ou bancs de brèche polygénique intercalés. Au sommet, un banc de 5 m.; il représente ici le banc principal de brèche polygénique.
- c) 10 m. Calcaire compact marmoréen régulièrement et finement plaqueté (quelques mètres) supportant un grand paquet de schistes noirs avec quelques petits lits de calcaire gréseux.
- d) 4 m. Cornieule (Trias de la zone de Gschwend).
- e) Grande épaisseur de Flysch (Flysch de la Palette, niveau inférieur).

Cette coupe est intéressante, car elle réunit la plupart des faciès habituels du Flysch du Tauben. Les calcaires siliceux fins et les grès mentionnés sous *a*, ainsi que les calcaires gréseux de *c* forment avec les schistes qui les accompagnent les termes les plus banaux du Flysch. Ce sont des faciès que nous connaissons déjà dans le niveau inférieur du Flysch de la Palette. Cependant, les grès semblent ici moins polygéniques et ne deviennent pas des «grès quartzitiques».

Dans les schistes (voir *a* et *c*) on retrouve les deux variétés caractéristiques de la base du Flysch de la Palette: schistes noirs argileux, non micacés, durs, cassants et à surfaces lisses et luisantes, et schistes marneux noirs ternes.

Les autres faciès que nous avons indiqués dans la coupe ont un cachet propre, qui les distingue de ceux du Flysch de la Palette, quoique les analogies restent fortes. On les rencontre dans toute la zone du Flysch du Tauben. Décrivons-les brièvement.

A. Calcaires en plaquettes.

Des lits de calcaires finement plaquetés, à délits rigoureusement parallèles, sont très communs dans le Flysch du Tauben. Leurs plaquettes n'ont généralement que quelques millimètres d'épaisseur; elles peuvent d'un côté devenir si minces qu'on passe à des calcschistes, d'autre part former des plaques plus épaisses (quelques centimètres) par accolage. Elles déterminent la cassure en gradins réguliers très caractéristique de ce calcaire. On distingue deux types principaux d'aspect très différent :

- 1° Calcaire de structure grenue, mais de grain relativement fin, à délits micacés de couleur chocolat, cassure bleu foncé avec ou sans yeux de quartz. Ce calcaire est souvent plus ou moins siliceux, se débite en plaques de différentes épaisseurs et peut passer à des calcschistes foncés (par exemple *b*, coupe ci-dessus).
- 2° Calcaire compact, souvent marmoréen, gris clair, finement et très régulièrement plaqueté. Les délits ne sont jamais micacés, mais contiennent parfois des pellicules argileuses noires, luisantes; sa patine est volontiers blanchâtre. Sa cassure est généralement gris-bleu ou gris-brun clair; la teinte brunâtre ressort particulièrement sur les surfaces humides (par exemple *c*, coupe ci-dessus). Ce calcaire plaqueté passe souvent à de vrais calcschistes clairs et durs, cassants. C'est le calcaire le plus pur du Flysch du Tauben. Il a un habitus très reconnaissable.

Tandis que le premier type se trouve n'importe où dans le Flysch du Tauben, le type 2 se trouve presque exclusivement au sommet de ce Flysch, souvent en contact direct avec le Mésozoïque de la zone de Gschwend.

Avant de parler des brèches polygéniques, dernier faciès qu'il nous reste à décrire de la coupe précédente, nous nous occuperons encore de quelques roches caractéristiques du Flysch du Tauben, mais qui ne sont pas représentées dans notre coupe.

B. Calcaires à patine gris-bleu.

Ici et là on voit dans le Flysch du Tauben des calcaires qui nous rappellent ceux du niveau moyen du Flysch inférieur de la Palette. Ce sont des calcaires marneux ou schistoïdes à patine grise teintée de bleu ou surtout des calcaires sableux. Les ressemblances ne sont pas seulement superficielles.

Un calcaire finement sableux à patine gris-bleu clair, par exemple, s'est révélé en coupes minces comme un vrai calcaire à spicules d'éponges (comparez avec les calcaires à spicules du niveau moyen, p. 12). Des calcaires sableux moins fins, à grains de silice distinctement en saillie, sur la surface bleutée, et à cassure bleu plus foncé se trouvent à côté de calcaire plus ou moins compact, à patine et cassure de même teinte, assez développés non loin du chalet 1605 de Sattellegg, près du sentier montant au col de Krinnen. Mais ce ne sont que des faciès exceptionnels et très localisés.

C. Grès et brèches polygéniques.

Des brèches polygéniques *grossières*, généralement laminées, à éléments étirés, sont la roche la plus typique du Flysch du Tauben. Elles forment des lits souvent épais, qui donnent volontiers naissance à de petites parois escarpées. Les éléments cristallins et calcaires atteignent souvent plusieurs centimètres de longueur, parfois plusieurs décimètres ou plus encore.

Ces brèches semblent extrêmement dépourvues de ciment, et le sont en effet dans la plupart des cas. Cependant, parfois, on observe que les minces pellicules et feuillets schisteux qui s'insèrent fréquemment dans les brèches, s'épaississent par superposition des feuillets et donnent lieu à de petites intercalations de schistes. Il s'agit de schiste noir, gris, banal, ou de schistes brillants verdâtres. Ce n'est qu'à de rares endroits que ce ciment schisteux se développe fortement.

Nous n'avons jamais observé de ciment calcaire dans les brèches polygéniques grossières; les cailloux de calcaire bleuâtre moulés les uns sur les autres peuvent simuler un ciment calcaire, surtout quand leurs contours individuels tendent à s'effacer. Ce n'est que dans les brèches polygéniques fines qui passent à des grès, que l'on a constaté quelquefois un ciment calcaire qui sépare les éléments. Des nombreux éléments qu'on distingue dans les brèches grossières, nous ne signalerons que les suivants:

Parmi les éléments cristallins, on est surtout frappé par la fréquence de fragments de schistes de Casanna (schistes verts chlorito-sériciteux) et de granite et gneiss (souvent laminés) blancs ou verdâtres. Les roches éruptives vertes, comme les Prasinites et les autres roches ophiolithiques sont bien moins fréquentes. Les granites et porphyres rouges font défaut.

A Äusseren Seiten, nous avons constaté, dans le lit d'un ruisseau (n° 45b, voir fig. 12, p. 83), comme un banc de Prasinite, de 1,50 m. de puissance, dans la brèche du Tauben. Les éboulis empêchent de le poursuivre de part et d'autre, et il n'affleure que sur une faible longueur. Il représente, sans doute, un grand élément de la brèche, mais la rareté du cas valait la peine de le signaler. On trouve parfois des micaschistes. La brèche contient aussi des cailloux calcaires, souvent en grande quantité. Ces calcaires ont en général une patine bleue et une cassure bleue ou brun-gris: la plupart sont compacts. Parfois, on rencontre du calcaire oolithique. La dolomie est un élément commun des brèches et enfin on a divers calcaires gréseux ou grès, et des silex. Des schistes non cristallins, comme ceux du ciment, se trouvent sous forme de lambeaux irréguliers dans la brèche et sont en partie verdâtres; dans ce cas, surtout quand les fragments sont petits, il n'est pas toujours facile, voire possible, de les distinguer sur le terrain des schistes verts cristallins.

Les brèches fines ou grès polygéniques peuvent contenir, à côté du quartz, du feldspath, de la dolomie, parfois de petits feuillets de schiste noir ou verdâtre (p. p. Casanna). Mais les grès surtout ne sont pas toujours très polygéniques.

Les brèches du Flysch du Tauben se distinguent des brèches du Flysch de la Palette, dans notre région, par leur plus grande grossièreté, et l'importance qu'y prennent les schistes de Casanna. Autrement elles peuvent ressembler parfaitement à certaines brèches grossières du niveau supérieur (notamment à celles qui manquent de ciment). Tandis que, en général, les bancs de brèche du Tauben contiennent souvent en abondance des cailloux calcaires, la brèche de transgression à Gsteig en est dépourvue; ses éléments sont exclusivement empruntés au Trias et au Paléozoïque.

D. Blocs isolés.

En dehors des brèches polygéniques, on trouve dans le Flysch du Tauben, en plusieurs endroits, d'énormes blocs de schistes de Casanna, ou plus rarement de gneiss laminé et un bloc de grès carbonifère (?), englobés dans des sédiments fins. On n'en trouve jamais d'aussi grands dans les brèches polygéniques elles-mêmes, bien que souvent elles en soient voisines.

M. Lugeon, ayant remarqué quelques-uns de ces blocs, les estimait trop grands pour être des éléments détritiques, et s'est demandé s'ils ne représentent pas des lames tectoniques de schistes cristallins (52).

Pourtant, à l'examen, leur nature détritique est certaine. Mais leur forme est très intéressante: ils sont toujours aplatis et lenticulaires. Nous avons mesuré les dimensions suivantes: sur l'un 10 m. de longueur pour 1 m. d'épaisseur; sur un autre, 8 m. de longueur pour 0,50 m. de hauteur; sur un troisième, 12 m. de longueur pour une épaisseur maximale de 3 m.

Cette forme très particulière confirme nettement l'idée de *McConnell* que nous avons exposée précédemment (p. 28) sur l'origine des brèches du Flysch par *glissement* des blocs. Ceux-ci ont certainement dû glisser sur un fond vaseux; leur forme de dalles exclut un roulement et un charriage fluvial.

E. Epaisseur.

L'épaisseur du Flysch du Tauben est très variable suivant les endroits; elle varie normalement entre 20 et 60 m. Des épaisseurs plus grandes et plus petites sont assez exceptionnelles. Il est rare qu'il atteigne plus de 100 m. ou qu'il soit entièrement écrasé. L'ensemble du Flysch du Tauben a un caractère moins schisteux que le Flysch de notre niveau inférieur de la Palette (chaîne principale du Niesen). Les brèches sont souvent laminées à un tel point qu'on les reconnaît à peine.

§ 2. Le Flysch d'Ochsenweid.

Sous la zone mésozoïque de Krinnen se trouve «la zone de Flysch d'Ochsenweid» dont la base mésozoïque est seulement conservée à quelques endroits près de Trüttlisberg, sous forme de lentilles de calcaire à Calpionelles et de calcaire à Orbitolines (voir carte et fig. 9). Le Flysch repose, partout ailleurs, sur l'Aalénien de la nappe du Laubhorn.

Les relations stratigraphiques originelles entre le Flysch et sa base mésozoïque sont donc impossibles à reconstituer.

Presque tous les faciès du Flysch d'Ochsenweid se retrouvent dans le Flysch du Tauben que nous venons de décrire: nous n'aurons pas à nous y attarder. Mais la réciproque n'est pas vraie, le Flysch du Tauben a une plus grande variété de roches.

Les principaux sédiments communs aux deux zones sont les suivants:

Schistes marneux noirs, peu ou pas micacés.

Calcaire siliceux, gréseux et grès calcaires banaux (comme ceux de la coupe de la p. 48 sous *a* et *c*), à cassure gris-bleu ou grisâtre généralement claire et à délits micacés.

«Calcaire en plaquettes» (voir p. 48, type 1) à cassure bleu foncé, de structure grenue, souvent à petits yeux de quartz.

En outre, mais rares dans la zone du Flysch d'Ochsenweid, on peut citer les schistes argileux noirs luisants et les calcaires ou caleschistes clairs (voir type 2 des «calcaires en plaquettes», p. 48).

On ne retrouve, par contre, dans le Flysch d'Ochsenweid, ni les gros blocs isolés, ni les brèches polygéniques grossières si importantes dans le Flysch du Tauben. On ne sait évidemment pas, étant donné l'extrême laminage de la zone d'Ochsenweid, si cette absence est originelle ou tectonique.

Les grès polygéniques sont aussi beaucoup moins fréquents que dans le Flysch du Tauben. En revanche, les schistes noirs se développent ici davantage, et déterminent l'aspect sombre et feuilleté que prend en général le Flysch d'Ochsenweid.

Comme roches propres au Flysch d'Ochsenweid, nous ne pouvons guère citer qu'un conglomérat granitique, qui est bien caractéristique. Mais on ne le trouve qu'en une seule région, la région d'Ochsenweid.

C'est un conglomérat grossier dans lequel on voit souvent des éléments d'une dizaine de centimètres, et qui forme à quelques endroits un banc de plusieurs mètres d'épaisseur.

Comme éléments, on a principalement des cailloux de granite blanc ou faiblement verdâtre, accompagnés de façon très subordonnée de roches cristallines vertes, de silex et de quelques cailloux calcaires, etc. La grossièreté des éléments et l'abondance du ciment sont sujettes à de grandes variations. Dans les parties grossières, les cailloux sont généralement collés les uns contre les autres et on ne distingue guère de ciment, à part quelques traînées schisteuses. Ailleurs on passe à une fine brèche, à ciment calcaire zoogène très développé; dans ces parties fines, de petites Nummulites pullulent à maints endroits. *Roessinger* les connaissait déjà (**33**, p. 21, 52), ce sont de petites formes indéterminables.

Outre ces brèches granitiques, on pourrait citer, comme élément propre au Flysch d'Ochsenweid, un calcaire compact, faiblement marneux. Mais d'une part, il y est rarement représenté, d'autre part, il ressemble à certains calcaires du Flysch de la Palette.

Dans un des ruisseaux (n° 3, fig. 7, p. 65) de Brüchli, sur le versant gauche de la vallée de Lauenen, il est impossible de distinguer macroscopiquement ces calcaires du Flysch, intercalés en petits lits dans des schistes, des calcaires à Calpionelles de la zone de Krinnen qui les surmontent.

La zone du Flysch d'Ochsenweid a généralement une épaisseur inférieure à celle du Tauben. En plusieurs endroits, elle est totalement écrasée et alors le Mésozoïque de la zone de Krinnen entre en contact avec l'Aalénien de la nappe du Laubhorn.

Chapitre VII.

Faciès particuliers du Flysch du Tauben et d'Ochsenweid.

Par «faciès particuliers», nous entendons les aspects du Flysch différents des types normaux que nous avons décrits ci-dessus, aspects exceptionnels et localisés. Ils résultent à la fois de conditions spéciales de sédimentation et d'un broyage particulièrement intense près des surfaces de chevauchement.

Faciès particulier I.

Les Flyschs du Tauben et d'Ochsenweid entrent en plusieurs endroits de notre terrain en contact avec le Mésozoïque de la zone de Krinnen par l'intermédiaire d'un complexe de couches verdâtres ou, par altération, dorées, généralement schisteuses. Le plus souvent, elles prennent l'aspect de schistes verts à lentilles.

L'âge de ces couches et leur signification nous a longtemps intrigué. Nous avons maintenant, en divers endroits, des preuves qu'elles appartiennent au Nummulitique de la nappe du Niesen; en d'autres endroits, ces preuves manquent, mais la même solution reste probable.

Les couches en question sont principalement composées des roches suivantes:

1° *Calcaires gréseux ou grès calcaires*, micacés ou non, riches en pyrite très finement divisée. La cassure claire, grise, le plus souvent teintée de vert, a volontiers un aspect cristallin, par recristallisation de la roche, et souvent on y distingue, surtout quand elle est mouillée, de très petits points verts, ou de petits grains de quelques millimètres, en relief, provenant d'une matière chloriteuse distribuée dans la pâte. Le quartz est souvent visible en petits yeux. Ces roches ne contiennent pour ainsi dire pas de fragments de dolomie, ni de feuilletés de schistes noirs. A l'extérieur, elles prennent souvent une croûte d'altération brune ou de couleur dorée typique. On

trouve généralement ces calcaires sous forme de petites lentilles enveloppées de schistes verdâtres, plus rarement en plaques ou en lits continus. Leur habitus est reconnaissable et très particulier. Ces roches grésocalcaires sont l'élément constitutif principal du complexe verdâtre en question. On les trouve partout où ce complexe est développé.

2° *Marbres*. Des marbres ou calcaires compacts marmoréens accompagnent, en quelques endroits seulement (versant gauche de la vallée de Lauenen) les calcaires gréseux ou grès décrits plus haut. Nous ne les connaissons pas en lits réguliers dans les schistes verts du complexe, mais seulement en petites lentilles. Ces lentilles de marbre sont de couleur variable et parfois fortement broyées. A Brüchli, nous avons observé de petits débris d'Ammonites dans ces lentilles. Mais généralement on n'y trouve pas trace d'organismes, et leur âge reste alors tout à fait indéterminé, mésozoïque ou tertiaire.

3° *Calcaires zoogènes et variétés*. Ce calcaire nous est seulement connu sur le versant droit de la vallée de Lauenen, dans la région d'Ochsenweid, en lentilles dans les schistes verts à côté de lentilles du grès verdâtre décrit plus haut. On y voit toute une faune de Foraminifères, Bryozoaires, Algues (Lithothamnies). Les Nummulites et Orthophragmines indiscutables que nous avons découvertes dans ce calcaire prouvent son âge éocène.

Il est souvent très détritique, contenant des quartz et des feldspaths, ou charriant de petits fragments ou de vrais cailloux de granite blanc dans sa pâte et il peut passer de cette façon à un grès clair, fin ou grossier (grès granitoïde), plus ou moins calcareux. Des fragments de dolomie sont rares. Le granite blanc de ce calcaire zoogène est identique à celui des conglomérats granitiques (voir Flysch d'Ochsenweid). Les Nummulites sont généralement difficiles à découvrir.

4° *Schistes verdâtres*. Les trois types de roches qu'on vient de décrire se trouvent généralement en lentilles dans des schistes souvent bien développés et déterminant l'aspect habituel des complexes.

Ce sont des schistes argileux, parfois un peu marneux, le plus souvent non micacés, de teinte légèrement ou distinctement verdâtre (exceptionnellement noirs), ou dorée (par altération). Souvent ils contiennent de la pyrite en petits cristaux ou en traces irrégulières. Leur éclat généralement assez faible devient parfois fort et ces schistes peuvent ainsi devenir de vrais «Schistes brillants».

Décrivons maintenant quelques affleurements importants et typiques de ce complexe verdâtre.

A. Col de Krinnen. Dans la région du col de Krinnen, un peu de ces couches verdâtres ou dorées reposent généralement par intermédiaire de Trias ou de calcaires marmoréens gris clair mésozoïques, sur le calcaire à Calpionelles de la zone de Krinnen; elles forment la base du Flysch du Tauben et sont composées de lits de grès calcaire pyriteux, faiblement verdâtre, ou de lentilles de la même roche enveloppées de schistes verts et dorés. Quelques petites lentilles de marbre d'âge incertain accompagnent les lentilles gréseuses immédiatement au N. de l'arête du col; elles se trouvent également dans les schistes verdâtres.

Un peu plus au N., le Mésozoïque de la zone de Krinnen est interrompu sur plus de 100 m. par du Quaternaire qui monte jusqu'à environ 1700 m. (voir pour cette description la carte géologique et l'esquisse d'orientation, fig. 7, p. 65). Il ressort de cette couverture quaternaire extrêmement laminé: ce n'est plus qu'un peu de cornieule, relayée quelques dizaines de mètres plus au NE. par du calcaire à Calpionelles et des calcaires à Rosalines. Sur ces quelques dizaines de mètres la zone de Krinnen est entièrement écrasée et il n'en reste que le complexe verdâtre qui l'accompagnait près du col. Tandis que près du col on n'avait pas d'indices pour l'âge du complexe, on le voit si intimement ici associé aux faciès habituels du Flysch qu'il est impossible de l'en séparer.

En effet, dans les schistes à lentilles verdâtres, on voit encastrée une grosse lentille de brèche polygénique à granite blanc et schistes de Casanna, typique du Flysch. Et ensuite, sous la brèche, le complexe verdâtre perd parfois ces caractères spéciaux et passe au Flysch ordinaire.

Au-dessus de la brèche, les couches verdâtres s'individualisent bien. On y trouve des lentilles de grès calcaire verdâtre, de grès grossier à grands quartz, de grès fin quartzitique gris-vert, de marbre bleu-gris clair compact, etc. Les schistes verts eux-mêmes, sans lentilles, se développent par endroits et peuvent se trouver en paquets compacts de plus de 1 décimètre d'épaisseur.

B. Brüchli. Un autre bel exemple de ce curieux complexe vert se trouve dans un petit ruisseau près de Brüchli (ruisseau 5, voir fig. 7, esquisse d'orientation). La carte topographique indique une clairière dans la forêt environ 300 m. au S. d'Altläger (1603) et un sentier qui descend de cette clairière vers le replat de Brüchli. Au sortir du bois, le sentier s'interrompt près d'un petit cône de déjection, premier d'une série qui se poursuit vers le S. Le deuxième est celui du ruisseau qui nous occupe. On observe dans ce ruisseau les complexes suivants, de bas en haut, en commençant aux premières couches qu'on voit affleurer en remontant depuis le replat de Brüchli:

- a) une alternance de calcaires siliceux gréseux, grisâtres, avec des schistes noirs. Ils contiennent à la base un lit de brèche polygénique (Flysch). A plus ou moins 1520 m. d'altitude, un changement se fait sentir. On trouve quelques mètres de
- b) calcschistes gréseux sombres, accompagnés de calcaire compact schistoïde brun-gris (pyriteux). En coupe mince, ces calcaires montrent des Foraminifères recristallisés (Flysch?);
- c) schistes verdâtres à lentilles de marbre, de calcaire compact, de calcaire gréseux et de grès calcaire. Epaisseur seulement quelques mètres;
- d) schistes verdâtres à lentilles ou lits de calcaire gréseux. Epaisseur plus ou moins 1 m. En contact brusque avec
- e) calcaire, souvent finement plaqueté, plus ou moins gréseux, à cassure bleu foncé, alternant avec du calcaire compact brun-gris en lits ou lentilles. En coupe mince, ce calcaire compact révèle la présence de Calpionelles. Epaisseur plus ou moins 1 m. Jurassique supérieur ou Crétacé inférieur;
- f) sur le complexe à Calpionelles on a quelques mètres de couches d'aspect flyschôide, séparées de la grande masse de Flysch du Tauben par un peu de schistes verdâtres problématiques, accompagnés de traces de dolomie. (Ce Trias n'est pas figuré sur la carte.)

Ce qui donne une grande importance à cette coupe, c'est la présence du complexe *c* et *d* de schistes verts avec de nombreuses lentilles de marbres, de calcaire gréseux et de grès, sous-jacent au complexe à Calpionelles de la zone de Krinnen. C'est une série de couches analogues à celles que nous venons de décrire aux environs du col de Krinnen. Ses calcaires gréseux et grès souvent un peu verdâtres ont le type habituel défini au commencement de ce paragraphe (p. 51/52). Mais ce sont les marbres qui attirent surtout l'attention. Nulle part ailleurs sur notre terrain on ne les trouve si abondamment qu'ici, associés à la zone de Krinnen. Après un examen patient, nous sommes arrivés à discerner des débris d'Ammonites, des fragments d'Aptychus et d'autres traces organiques dans ces marbres, ce qui rend probable leur âge mésozoïque.

Il est probable qu'on doit considérer les lentilles de marbres comme des cailloux exotiques et que les complexes *c* et *d* ne représentent de nouveau qu'un faciès spécial du Flysch. Et pour cela deux raisons. On a vu comment, non loin du col de Krinnen, des complexes schisteux analogues étaient inséparables du Flysch normal. Ensuite, comme nous l'avons exposé dans une note préliminaire (71), il existe dans la zone du Lochberg un complexe tout à fait comparable — schistes verdâtres à lentilles de beaux marbres et de grès — et nous avons découvert dans une de ces lentilles gréseuses des Nummulites.

Nous ne nous prononcerons cependant pas d'une façon catégorique à cause de certaines difficultés qui interviennent: Le complexe schisteux est très broyé et par conséquent les relations entre les marbres, les schistes enveloppants et les calcaires gréseux ne sont pas toujours claires, quoique parfois le marbre apparaisse en cailloux très bien délimités.

Enfin, il faut une extrême prudence en jugeant l'âge de pareils complexes à schistes verdâtres, parce que la récurrence des faciès peut y jouer son rôle. On est en effet bien en présence d'une série très analogue à celle des «schistes brillants» du Sulzgraben, décrits par *McConnell* dans notre note préliminaire.

Transportons-nous maintenant vers le versant oriental de la vallée de Lauenen. Nous y trouverons deux exemples, de toute beauté, d'un développement spécial du Flysch dans la région d'Ochsenweid.

C. Ochsenweid, partie occidentale. A la limite occidentale d'Ochsenweid (voir orientation topographique, fig. 9, p. 70), la carte indique une presqu'île d'affleurement entre les déjections de deux petits ruisseaux (n^{os} 19 et 20). En bas affleure le Flysch d'Ochsenweid, surmonté de Trias (dolomie) de la zone de Krinnen. Le Flysch d'Ochsenweid est composé de schistes noirs, en alternance avec des calcaires siliceux et des grès un peu polygéniques.

En un endroit, un complexe schisteux vert, qu'on observe seulement sur quelques mètres carrés, s'intercale, au sommet, entre le Trias qui repose immédiatement sur lui et le Flysch noir. Ces couches vertes ont la même position tectonique que celles de Brüchli qu'on a décrites en détail plus haut, mais ici il n'y a point de doute sur leur âge. Quelques-unes des nombreuses lentilles qu'elles contiennent nous ont livré des Nummulites et on est donc en présence d'un Nummulitique vert fort curieux.

Les schistes verts qui enveloppent les lentilles sont argileux, par endroits un peu marneux, parfois micacés et pyriteux; ils peuvent être luisants et même brillants (schistes verts noirs brillants non micacés).

Les lentilles du complexe sont constituées par du calcaire zoogène et des variétés que nous avons décrites à la p. 52. On a tous les passages entre un grès fin ou grossier de couleur gris clair, constitué principalement d'éléments provenant de granite et un calcaire zoogène gris-noir avec quelques fragments isolés de granite, de quartz et de feldspath.

D. Ochsenweid, partie orientale, ravin principal. Il s'agit du ravin qui descend immédiatement à l'W. des deux chalets d'Ochsenweid (ruisseau n^o 23).

La partie inférieure du ravin (voir pl. I, fig. 5).

Nous étudierons d'abord la partie inférieure du ruisseau: nous ne nous occuperons pas du versant gauche où la roche en place est trop souvent interrompue. Au bord supérieur de la berge droite du ravin que le ruisseau s'est taillé, les affleurements sont moins déchaussés que plus près du lit. On y observe de bas en haut, en commençant au pied des ravinements, les complexes suivants:

- 1^o Alternance de calcaire gréseux, de grès calcaire et de schistes marneux (au bord gauche du ruisseau un banc de brèche granitique s'intercale). Direction N. 70^o E.: plongement 40^o NW. Epaisseur environ 7 m. La base naturelle du complexe, qui représente la zone du Flysch d'Ochsenweid, est cachée sous des éboulis.
- 2^o Banc de cornieule, 4—5 m. Représente la zone mésozoïque de Krinnen.
- 3^o Complexe de schistes verts à lentilles de calcaire gréseux. Quelques-unes de ces lentilles — les plus calcaires — contiennent des *Nummulites*. C'est du Nummulitique vert. Epaisseur 5—7 m. Débris de pente sur une dizaine de mètres, où percent deux petits affleurements (4, 5).
- 4^o Sous une racine d'arbre affleure un peu de grès polygénique quartzeux, à dolomie et points verts, enveloppé de pellicules de schistes verts assez luisants. C'est du Flysch vert. En place?
- 5^o Débris de cornieule et de schistes verts. Trace de Trias. En place? Les affleurements continuent au-dessus moins interrompus.
- 6^o Brèche polygénique à dolomie, à fragments de schistes cristallins verts (Casanna) et de «schistes brillants» verts, à quartz anguleux blanc et granite blanc. Les «schistes brillants» forment des pellicules ou délits verts dans la brèche. 4 m. Flysch vert.
- 7^o Débris, avec traces de Trias (entre autres lentilles de dolomie). En place? Plus ou moins 2 m.
- 8^o Brèche et grès polygénique à belles intercalations de schistes verts brillants (argileux, sans mica ou très faiblement micacés). 2—3 m. Flysch vert.
- 9^o Traces de Trias. Lentilles de dolomie et cornieule accompagnées de Flysch émergeant de l'éboulis. 1—2 m. Dès lors, nous poursuivons ces complications à mi-pente de la berge.
- 10^o Une grande lentille de dolomie, qui est dans la continuation du Trias n^o 9, domine le ruisseau.
- 11^o Sur cette lentille se trouve, émergeant de l'éboulis, un banc dont les couches supérieures sont en brèche polygénique, les couches inférieures en marbre. Dans l'éboulis, on a encore un deuxième grand bloc de même composition, plus bas, à côté de la dolomie et plus près du ruisseau. Mais il est plus ou moins déchaussé.

Les marbres sont ici et là intimement liés aux brèches polygéniques qui sont du type du Flysch du Tauben; on voit parfois des traînées polygéniques dans les marbres. D'autre part, les brèches contiennent localement des petites intercalations ou inclusions de marbre. Ce sont de très beaux marbres, compacts et souvent verdâtres; ils peuvent atteindre 1 m. d'épaisseur, et sont dans le bloc inférieur intensément plissottés. Ces marbres semblent bien appartenir au Nummulitique comme les brèches polygéniques, quoique nous n'en ayons pas de preuves.

12° Sur la brèche polygénique du bloc supérieur à marbres repose du Trias, quelques décimètres de cornieule (en place?).

13° Et ensuite vient, après un peu d'éboulis, le Flysch du Tauben avec son développement habituel.

Attachons-nous d'abord au complexe 3 de notre coupe. C'est l'équivalent des complexes verdâtres qu'on a vus en contact avec la zone mésozoïque de Krinnen, tantôt dessus, tantôt dessous, au col de Krinnen, à Brüchli et à la limite occidentale d'Ochsenweid. Il contient, à côté de lentilles tout à fait identiques à celles de l'W. d'Ochsenweid (voir p. 54, variété gréseuse des calcaires zoogènes), des lentilles du grès calcaire habituel défini plus haut (p. 51/52). Des inclusions de marbres comme à Brüchli ne nous sont pas connues ici. L'âge du complexe est déterminé par la présence de Nummulites. *Roessinger* l'envisageait encore comme du Trias à cause de ses schistes verts. On a donc affaire ici à un Nummulitique vert qui forme la base du Flysch du Tauben.

Faciès particulier II.

Cette même coupe nous montre un autre type spécial du Flysch. En effet, au-dessus du complexe 3, le Flysch du Tauben, interrompu par des lentilles de Trias qui s'y trouvent pincées, tectoniquement, continue avec des faciès particuliers, mais différents (4—12). Les brèches polygéniques y sont extraordinairement riches en schistes brillants verts, qui peuvent aussi former des intercalations, et on trouve des lits de vrais marbres; ni l'un ni l'autre ne sont connus dans le Flysch normal.

Tous les complexes décrits dans notre coupe forment des masses lenticulaires, sauf 1, 2 et 13, qui sont continus. Et de même, à l'intérieur de chaque complexe, la disposition est souvent lenticulaire. Cela tient à l'intense écrasement de ces couches qui explique aussi l'extrême localisation de ces complications exceptionnelles.

Faciès particulier III.

La partie supérieure du ravin (pl. I, fig. 5).

Toujours dans le même ravin d'Ochsenweid (n° 23), au-dessus de la bande de Flysch du Tauben banal, les complications reprennent. Le long du lit du ruisseau, qui se trouve dans la partie orientale du ravinement, on relève la coupe suivante, qui est la suite de la coupe précédente.

De haut en bas:

22° Alternance de calcaire gréseux micacé en plaquettes avec des schistes argileux et marneux noirs. Quelques lits de fine brèche dolomitique intercalés. C'est la base du niveau schisto-gréseux du Flysch de la Palette.

21° Dolomie recristallisée reposant sur de la cornieule. 1,30 m. Trias de la zone de Gschwend.

20° Paquet de schistes grisâtres ou verdâtres contenant une quantité de lits ou de lentilles de grès pyriteux verdâtre et de fines brèches dolomitiques. Epaisseur environ 2 m. «Série à grès roux».

19° Paquet de schistes comme au n° 20, mais avec moins de lits durs; des schistes vert clair (Trias?) à la base. P. p. «série à grès roux». Epaisseur 3—4 m.

18° Banc de cornieule hétérogène: épaisseur 1 m. Trias de la zone de Gschwend.

17° Paquet de schistes comme au n° 20; surtout à la base, des lits de grès et de fines brèches dolomitiques intercalés. Epaisseur 6—8 m. «Série à grès roux.»

- 16° Complexe de calcaire dolomitique: au sommet quelques décimètres de brèche dolomitique (éléments jusqu'à 4 cm.) et de quartzite; à la base du marbre blanc strié et un peu de calcaire noir plissé. Epaisseur 4—5 m. Trias de la zone de Gschwend.
- 15° Un peu de schistes verdâtres à lentilles gréseuses, reposant sur du calcaire marmoréen brun-gris, régulièrement plaqueté (Flysch). Quelques décimètres.
- 14° Schistes comme au n° 20, avec fréquents lits de grès (décomposés). Epaisseur plus ou moins 7 m. «Série à grès roux.» Eboulis et déjections.
- 13° Flysch du Tauben banal.

Cette coupe nous montre comment plusieurs fois le Trias de la zone de Gschwend revient dans des paquets schisteux curieux, que nous avons appelés «série à grès roux». La grande difficulté ici est de savoir quelle signification, quel âge il faut attribuer à ces séries à grès roux. Sont-elles triasiques, intercalées stratigraphiquement entre les dolomies et les cornieules? Est-ce du Lias qui revient, associé au Trias (dolomie, cornieules), en plusieurs écaillés superposées? Nous croyons que ce n'est ni l'un, ni l'autre et qu'on a encore affaire à un type spécial du Flysch. Décrivons brièvement cette série problématique et voyons les arguments pour et contre son attribution au Flysch.

Ses schistes et ses grès sont très analogues à ceux des complexes verts en contact avec la zone de Krinnen (décrits p. ex. p. 51/52).

Mais ici ils sont accompagnés de brèches dolomitiques qu'on ne connaît pas dans ces complexes-là. Elles forment de minces plaquettes de couleur brun foncé caractéristique dans les schistes et sont souvent recouvertes ou pénétrées de pellicules argileuses noires, déchirées en petits lambeaux. Les fragments de dolomie sont souvent très petits, mais peuvent atteindre plus d'un centimètre de diamètre. Elles ont un ciment calcaire plus ou moins visible, et à côté des fragments de dolomie on discerne parfois de petits quartz arrondis. Ces brèches nous rappellent fort les petites brèches dolomitiques de la base du niveau schisto-gréseux du Flysch de la Palette (p. 8, § 6). Enfin on trouve rarement dans la «série à grès roux», des lentilles de calcaire gris-bleu, assez compact, à côté du grès caractéristique. Une coupe mince nous a montré qu'il s'agit d'un calcaire à spicules d'éponges, faciès très commun dans le Flysch du Niesen. Il semble donc bien que cette série à grès roux ne représente qu'un nouveau type spécial du Flysch. (Cette fois du Flysch de la Palette?) La couleur dorée ou rousse provient généralement de la décomposition de la pyrite.

Immédiatement à l'W. du lit du ruisseau en question, les ravinelements découvrent des séries schisteuses, dorées, pareilles. Mais ici les grès roux ne sont bien développés que dans les couches tout à fait supérieures qui supportent le Flysch de la Palette, par l'intermédiaire d'un banc de cornieule. Les couches supérieures ont bien l'air d'être du Flysch.

Plus bas, on a de grands paquets de schistes dorés d'âge en partie incertain, dans lesquels reviennent ici et là un lit de cornieule, ou de fines brèches dolomitiques; en un endroit, un peu de calcaire liasique, qui accompagne la dolomie.

On voit ici que lorsque la série à grès roux n'est pas développée d'une façon très complète, il devient impossible de la distinguer des complexes schisteux triasiques ou liasiques.

La série à grès roux, complexe de Flysch, caractérisé par ses schistes verdâtres et brèches dolomitiques, nous est seulement connue dans ce ravin oriental d'Ochsenweid. Peut-être cependant faut-il considérer une partie du complexe 3 de la coupe de Halten (voir p. 44) comme son équivalent.

Avant d'abandonner les faciès particuliers du Flysch, examinons encore une coupe qui s'observe environ 200 m. à l'W. du grand ravin qu'on vient de décrire en détail.

De bas en haut:

- 1° Flysch d'Ochsenweid, à schistes noirs, brèche granitique, etc.
- 2° Cornieule avec schistes verts triasiques typiques, intercalés: dolomie. C'est la bande triasique principale et continue qui représente la zone de Krinnen. Plusieurs mètres d'épaisseur.
- 3° Schistes verts (argileux, micacés) à lentilles ou lits de grès pyriteux verdâtre, et de calcaire gréseux gris à bords bruns. Plus ou moins 7 m.

4° Dolomie à schistes verts triasiques argileux, non micacés, lisses et fissiles. 75 cm.

5° Schistes verts gréseux, en partie vert foncé, non calcaires (Flysch vert?). 2 m.

6° Cornieule et dolomie. Plus ou moins 30 cm. Eboulis.

Flysch du Tauben normal.

Le complexe 3 est l'équivalent du complexe à lentilles nummulitiques du grand ravin. Ici, ces schistes verts peuvent passer à des schistes gréseux identiques à 5. Les grès rappellent beaucoup les grès roux. Les schistes verts de 2 et 4 sont bien différents de ceux de 3 et 5; les premiers sont certainement triasiques; les autres représentent bien, malgré leur ressemblance avec certains schistes mésozoïques, un Flysch vert. On aurait, comme dans le grand ravin, du Trias pincé tectoniquement dans du Flysch à faciès particulier. Plus haut, le Flysch du Tauben continue avec son développement habituel.

La carte géologique ne peut rendre que d'une façon très schématique les complications tectoniques dans le Flysch du Tauben de la région d'Ochsenweid. Nous n'avons pu qu'indiquer deux ou trois lentilles de Trias dans le Flysch.

Pour qu'on ne pense pas que de pareilles complications se trouvent à chaque instant sur notre terrain, nous indiquerons en grands traits la répartition des faciès particuliers du Flysch.

Près des chalets de Krinnen, on voit les premières traces des complexes verts à lentilles, en contact avec la zone de Krinnen. Entre le col de Krinnen et Lauenen, de pareils complexes se retrouvent au-dessus ou au-dessous de cette zone, mais souvent on n'en voit pas trace sur de longues distances et là où ils existent, ils ne forment toujours que de minces lisérés. Ils sont particulièrement bien développés près du col (voir p. 52), puis dans un ruisseau à Brüchli (voir p. 53) et enfin dans le petit ruisseau (n° 12) qui descend de l'W. à l'E. immédiatement au S. de Bühl.

Sur le versant oriental de la vallée de Lauenen, les complexes verts, en contact avec la zone mésozoïque de Krinnen, ne se développent bien que dans quatre affleurements, dont les trois principaux ont été décrits: 1° au bord occidental des grands ravinements de Halten; 2° dans la partie occidentale d'Ochsenweid (Nummulitique vert, faciès spécial du Flysch d'Ochsenweid); 3° 200 m. à l'W. du grand ravin oriental d'Ochsenweid n° 23 (complication tectonique: écailles de Trias); 4° au grand ravin oriental d'Ochsenweid (Nummulitique vert, faciès spécial du Flysch du Tauben, complication tectonique: écailles de Trias). Dans ce dernier ravin, les faciès spéciaux prennent leur développement maximum et se retrouvent même associés au Mésozoïque de la zone de Gschwend (série à grès roux). Sur le versant de la Lenk, entre le Trüttlisberg et le village, les faciès particuliers du Flysch ne jouent plus aucun rôle.

2^e section.

Stratigraphie du Lias de la nappe du Laubhorn.

(Dans les limites de la carte.)

A la limite méridionale de notre carte affleure du Lias de la nappe du Laubhorn.

I. Lias schisteux inférieur à l'Aalénien.

L'escarpement noir qui domine au N. le glissement de l'Äusseren Saaligraben, au NE. de Gsteig, est constitué par une série liasique, d'âge imprécisé, mais non aalénienne. Elle correspond au Lias de l'«Ecaille de Brand» de *McConnell* (voir 71) et forme de grands paquets schisteux marneux noirs, mats, sans mica ou localement faiblement micacés, à petits points noirs (d'aspect charbonneux) dans lesquels des lits de calcaires se trouvent intercalés. Ce sont des calcaires à cassures généralement sombres, bleuâtres ou brunâtres, saccharoïdes, souvent à très petits fragments de dolomie, et toujours à patine brune. On y distingue généralement, quoique souvent avec peine, de petites plages spathiques. Les calcaires sont plus ou moins siliceux, ont des délits noirs souvent très micacés et peuvent passer à des calcaires schisteux ou marneux sombres.

II. Aalénien.

Des chalets de Krinnen jusqu'à l'extrémité orientale de notre terrain, c'est l'Aalénien qui forme la limite méridionale de notre carte (sauf à Sulzisweidli). Ce sont d'immenses paquets de schistes purement argileux, noirs, d'aspect très reconnaissable, caractérisés par leurs rognons pyriteux avec de rares lits très siliceux à pyrite.

En certains endroits (voir ruisseau 47, fig. 13), la série perd son aspect finement feuilleté et se transforme en un complexe de grès siliceux schisteux, micacés, à traces bizarres (pistes? algues?) en relief.

Dans ces terrains, nous avons trouvé aux environs de Egg (versant oriental vallée de Lauenen) les Ammonites suivantes bien déterminables:

Harpoceras (Ludwigia) Murchisonae, Sow., au SE. de Egg, à 20 m. du Kellerœibach.

Harpoceras (Pleydellia) aalense, ZIETEN, dans la forêt entre Schwarzen- et Kellerœibach, 350 m. à l'W. du chalet de Egg, près du chemin cartographié.

Sonninia, sp. Plus ou moins 100 m. au S. de l'étable la plus occidentale de Hinter-Trüttlisberg (environ 600 m. à l'E. de Egg).

Phylloceras, sp. 200 m. au NE. du chalet de Egg.

Ces Ammonites datent bien nettement la plus grande partie de ce complexe, qui est sûrement Aalénien. Qu'une partie du Bajocien y soit représentée aussi, l'existence d'une *Sonninia*, dont la détermination générique semble bien certaine, le rend très probable. Pourrait-on préciser la limite de ces deux étages? Nous avouons que nous nous sommes trop peu arrêtés à l'étude de ces terrains de la nappe du Laubhorn pour trancher la question.

B. Tectonique.

Après une description stratigraphique si détaillée, nous pouvons traiter assez brièvement de la tectonique des écaïlles qui forment, sur notre territoire d'étude, le soubassement de la chaîne du Flysch du Niesen.

Nous partirons des coupes relevées sur les arêtes principales qui divisent notre région, et poursuivrons les diverses écaïlles de part et d'autre. Nous aurons donc la succession des chapitres suivants:

- I^o Arête de Krinnen.
- II^o Versant oriental de la vallée de la Sarine.
- III^o Versant occidental de la vallée de Lauenen.
- IV^o Arête du Tauben.
- V^o Versant oriental de la vallée de Lauenen.
- VI^o Versant occidental de la vallée de la Lenk.

Chapitre I.

Arête de Krinnen.

Commençons par décrire la belle coupe naturelle que nous offre l'arête du Windspillen (= arête de Krinnen) au NW. du col de Krinnen. (Voir coupe générale, pl. I, fig. 4, et coupes partielles, fig. 5 et 6.)

Nous rencontrons, de bas en haut, sur l'arête même (coupe générale, pl. I):

- 1^o Aalénien du col de Krinnen: gros paquets de schistes argileux à rognons pyriteux.
- 2^o Flysch d'Ochsenweid: schistes argileux ou marneux en alternance avec des calcaires gréseux et des grès en plaquettes.

- 3° Zone mésozoïque de Krinnen: calcaire à Globigérines et Rosalines (Crétacé), surmonté de calcaire à Calpionelles (Malm). Au sommet, du calcaire marmoréen d'âge inconnu.
- 4° Flysch du Tauben: alternance de calcaires gréseux, grès et brèches polygéniques et schistes.
- 5° Zone mésozoïque de Gschwend: chapeau de calcaires et schistes liasiques avec intercalations de Trias (dolomie).
- 6° Flysch du niveau schisto-gréseux (digitation de la Palette). Schistes, calcaires gréseux et grès.

Sur les Flyschs et sur l'Aalénien, nous n'avons rien à remarquer; ils ont une composition banale. Les faciès particuliers du Flysch (voir p. 51) ne s'observent pas sur la ligne même de l'arête.

Mais regardons de près les zones mésozoïques qui la traversent.

La zone mésozoïque de Krinnen. (Fig. 5.)

- 1° 1 m. Calcschistes gris à Globigérines et Rosalines (*Discorbina canaliculata*, REUSS).
- 2° 40—50 cm. Calcaire schisteux gris clair à Globigérines et Rosalines.

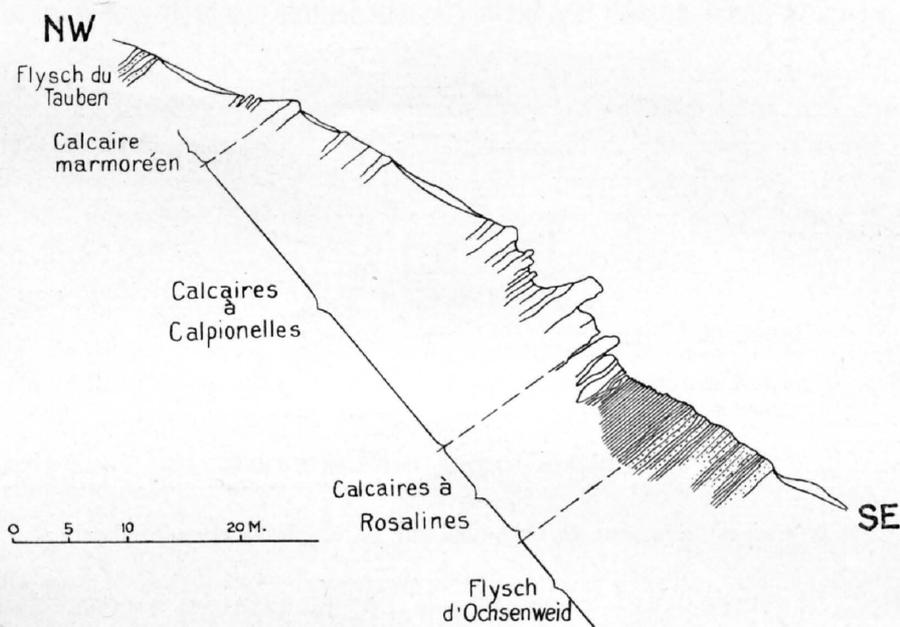


Fig. 5. Coupe de la zone de Krinnen sur l'arête de Krinnen-Windspillen.

- 3° 20 cm. Lit de calcaire compact grisâtre à Globigérines et Rosalines.
- 4° 2,50 m. Calcaire compact à Calpionelles à patine claire et cassure foncée. Souvent en lits de 25—30 cm.
- 5° 4 m. Même calcaire qu'au n° 4, mais en partie schistoïde.
- 6° 40 cm. Calcaire marmoréen gris clair; quelques paquets sortant de l'herbe. Débris de pente. Flysch du Tauben.

On pourrait interpréter cette coupe comme une série stratigraphique continue mais renversée, avec du Crétacé supérieur à la base, surmonté de Portlandien. Mais l'étude d'autres cas, que nous verrons plus loin dans la même zone, nous prouvera que ce serait une conclusion hâtive et trop simpliste. En effet, quelques centaines de mètres plus à l'E., le Crétacé surmonte le calcaire à Calpionelles: vers l'W., au contraire, c'est du Trias qui se superpose au Jurassique. En réalité, nous avons ici trois ensembles distincts, du Crétacé supérieur (1—3), puis du Portlandien (4 et 5), puis un calcaire marmoréen dont nous ignorons l'âge. L'ordre de leur superposition est tout occasionnel, et apparaît très variable au long de la zone.

La zone mésozoïque de Gschwend.

Elle est relativement très épaisse à l'arête et constitue une sorte de nœud dans le long chalet de lentilles de la zone. Sa grosseur est due à une superposition de plusieurs écailles épargnées par l'écrasement.

Dans la coupe générale, on voit que la zone de Gschwend à l'arête du Windspillen, est constituée de bas en haut de Trias, de Lias et de nouveau de Trias. Le Trias est composé de dolomie, le Lias de calcaire à entroques. Dans la série des trois coupes partielles, fig. 6, coupes *a* (*a'*), *b* et *c*, la position de l'arête avec cette succession simple est entre les coupes *a* et *b*. Et l'on voit qu'immédiatement à l'W. (*a*) et immédiatement à l'E. (*b*, *c*) de l'arête, les choses se compliquent. Considérons d'abord la coupe *a*, dont la direction est plus septentrionale que celle des coupes *b* et *c*. La base partant quelques dizaines de mètres à l'W. de l'arête, sa partie supérieure coïncide environ avec l'arête et s'approche fort de la partie supérieure de *b*.

La coupe *a* (combinée avec *a'*) montre les mêmes dispositions que la coupe générale. Seulement il apparaît une lentille de Lias (I) sous la bande triasique inférieure (II).

Cette lentille de Lias appartient à une écaille inférieure de Trias-Lias (I), qui est écrasée à l'endroit où la coupe générale passe. Examinons maintenant la coupe *b* qui passe immédiatement

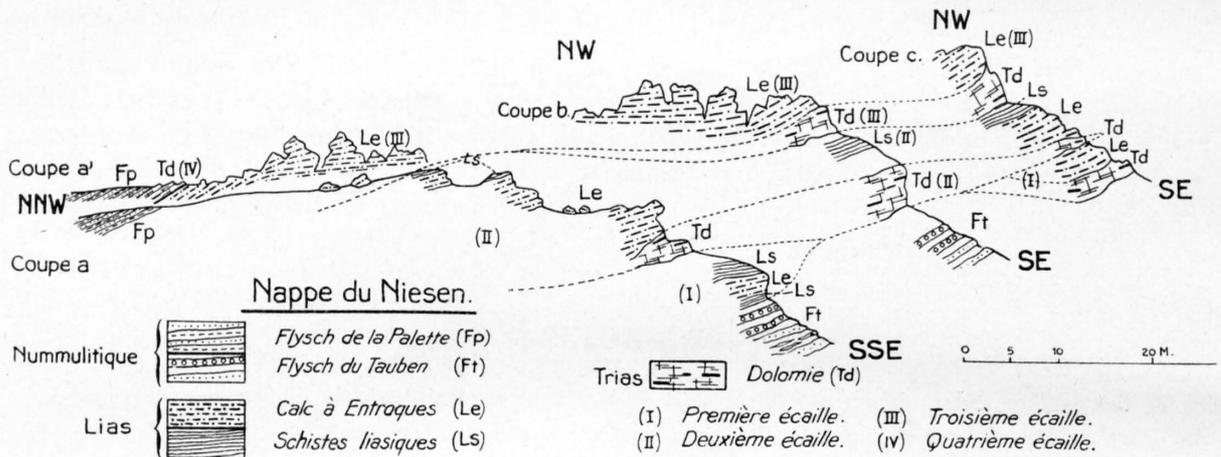


Fig. 6. Coupes de la zone de Gschwend sur l'arête de Krinnen-Windspillen.

au NE. de l'arête. Ici comme dans la coupe générale, l'écaille inférieure manque. Mais en revanche la grande masse de calcaires liasiques de la coupe générale qui correspond au Lias (II) et (III) des coupes *a* et *a'*, se divise en deux écailles par un nouveau Trias (III) qui s'enfile au milieu. Puis, dans la coupe *c* qui se trouve de nouveau quelques dizaines de mètres plus au NE., l'écaille basale est mieux développée; aussi bien le Trias (I) que le Lias (I) y sont représentés. Enfin, un peu plus au NE. de la coupe *c*, les Trias (II) et (III) s'écrasent dans le calcaire liasique et seuls les Trias (IV) et (I) semblent subsister (voir carte). On est ici à l'extrémité du nœud de ces écailles mésozoïques qui tout de suite après, pour quelques centaines de mètres, disparaissent entièrement.

Le Trias (III) repose d'une façon très constante sur un bon paquet de schistes liasiques. Ce sont des schistes à Bélemnites, typiques.

Les calcaires liasiques sont des calcaires à entroques gris ou rosés à gravier dolomitique. Les blocs d'aspect ruiniformes qui se trouvent sur le replat de l'arête autour du point coté 1816, sont formés de fines brèches dolomitiques. Le gravier dolomitique y prédomine à un tel point que le ciment spathique (crinoïdes) n'y est souvent plus visible. Le Trias est souvent représenté par du calcaire dolomitique, sauf une partie du Trias (IV) qui est en cornieule. Associés aux calcaires spathiques (II) on trouve des blocs isolés de calcaire foncé lumachellique et de brèche calcaire. Ils sont plus ou moins déchaussés et nous ne nous arrêterons pas à leur description.

Notons cependant que les blocs de calcaire foncé séparés, dans la coupe *a*, du Flysch du Tauben par une bonne épaisseur de Lias et de Trias, semblent immédiatement à l'W. de cette

coupe en contact direct avec ce Flysch. Peut-être un peu de Trias les en sépare-t-il encore. Cela indique que notre nœud d'écaïlles s'écrase aussi très fortement vers l'W.

Nous venons de voir que la zone mésozoïque de Gschwend, à l'arête du Windspillen, se compose de quatre écaïlles. L'écaïlle IV n'est représentée que par du Trias, mais toutes les autres contiennent du Trias à la base et du Lias au-dessus. On se rend très bien compte ici de la structure lenticulaire des roches qui donne lieu à des successions différentes, dans des coupes très rapprochées l'une de l'autre; c'est le caractère tectonique principal des zones mésozoïques de la base de notre chaîne.

En aucun autre point de notre région, on ne voit la zone de Gschwend formée d'autant d'écaïlles superposées.

Poursuivons les zones que nous avons constatées sur l'arête d'abord vers le SW. (versant oriental de la vallée de la Sarine) et ensuite vers le NE. (versant occidental de la vallée de Lauenen).

Chapitre II.

Versant oriental de la vallée de la Sarine.

(Col de Krinnen-Gsteig.)

Les zones mésozoïques et tertiaires qui coupent l'arête de Krinnen se retrouvent sur le versant oriental de la Sarine; deux nouveaux éléments, dont un très grand, s'y ajoutent. C'est le Lias des «Blaue Schüpfe», et l'écaïlle mésozoïque intermédiaire de Krinnen. Poursuivons rapidement chaque zone de l'arête vers le SW. en commençant par les unités inférieures (voir fig. 7).

§ 1. Aalénien.

L'Aalénien du col de Krinnen disparaît déjà près des chalets de Krinnen sous les glissements de l'Äusseren Saaligraben qui se sont surtout formés à ses dépens et qui marquent la limite méridionale de notre carte.

§ 2. Lias des Blaue Schüpfe.

Ce glissement de terrain est dominé au N. par des escarpements sombres visibles de loin, appelés par les montagnards «Blaue Schüpfe». Ce sont des roches composées de schistes marneux très noirs, à lits de calcaire finement spathique, plus ou moins siliceux. A l'W. de Gsteig, mon ami *McConnell* connaît de pareilles séries, dans le Lias de son «écaïlle de Brand» (71); leurs schistes marneux se distinguent facilement des schistes argileux de l'Aalénien. Ils sont en effet plus anciens que l'Aalénien, mais chez nous leur âge ne peut être mieux précisé. La position tectonique de ce Lias des «Blaue Schüpfe» correspond d'ailleurs à celle de l'écaïlle de Brand à l'W. de Gsteig, et ces couches n'en sont que la continuation vers l'E. Elle ne se poursuit pas jusqu'à l'arête de Krinnen, mais s'écrase sous l'éboulis et l'éroulement entre les rochers des Blaue Schüpfe et cette arête, pour ne plus réapparaître sur notre terrain. Cette écaïlle surmonte immédiatement l'Aalénien des cols, mais on ne voit nulle part leur contact.

§ 3. Flysch d'Ochsenweid.

Le Flysch d'Ochsenweid qui atteint quelques dizaines de mètres à l'arête de Krinnen se poursuit vers le SW. sur une centaine de mètres, puis disparaît sous les éroulements des chalets de Krinnen. De l'autre côté des éroulements, il ressort bien aminci et ne repose plus comme auparavant sur l'Aalénien, mais sur le Lias des «Blaue Schüpfe».

Prenons comme exemple le point environ 100 m. à l'W. de l'éroulement, où les roches liasiques avancent en petit promontoire bien indiqué par le topographe.

Le Flysch d'Ochsenweid qui repose sur le Lias n'a pas plus de 10 m. d'épaisseur. Notons que c'est ici un des rares endroits où les calcaires marmoréens plaquetés (cf. p. 48 et 51), assez fréquents

au sommet du Flysch du Tauben, se retrouvent bien développés dans le Flysch d'Ochsenweid. Le passage de la zone de Krinnen ne se trahit ici que par quelques blocs et débris de cornieule, de dolomie et de brèche dolomitique, n'affleurant que quelques mètres sous le sentier Krinnen-Gschwend (1605) qui traverse le promontoire.

Au S. du petit promontoire le Flysch d'Ochsenweid semble entièrement écrasé et à l'W. de Gsteig il semble en être de même. *McConnell* en tout cas n'y connaît pas son équivalent sur son terrain.

§ 4. Zone mésozoïque de Krinnen.

Nous avons montré qu'à l'arête de Krinnen, cette zone est représentée par des calcaires à Rosalines, des calcaires à Calpionelles et un peu de calcaire marmoréen. Comme le Flysch d'Ochsenweid, c'est près de l'arête que la zone mésozoïque de Krinnen est le mieux développée. Elle disparaît bientôt au SW., sous l'éroulement de Krinnen. Sur cette première centaine de mètres, entre l'arête et l'éroulement, la zone a la composition suivante :

Le calcaire à Rosalines de l'arête ne forme qu'une lentille peu étendue qui s'écrase presque aussitôt au SW. Le calcaire à Calpionelles, quoique en partie caché sous la végétation, se poursuit plus loin, mais il s'amincit et disparaît sous les débris de pente qui précèdent la grosse masse indiquée comme éroulement sur la carte. Il est probable qu'il s'écrase sous ces débris de pente. De l'éboulis sort enfin du Trias, dernière trace de la zone de Krinnen avant l'éroulement (voir carte). Il relaie le calcaire à Calpionelles. Le calcaire marmoréen de l'arête se retrouve en quelques plaques isolées au-dessus du calcaire à Calpionelles; sur lui on voit ici et là des traces d'un complexe verdâtre qui est surtout développé plus au SW., sur la lentille de Trias. Il s'agit très probablement d'un Flysch vert. Nous verrons plus loin que le Trias passe virtuellement au-dessus du calcaire à Calpionelles, entre le calcaire marmoréen clair et le Flysch vert.

D'une façon générale, à l'W. de l'éroulement des chalets, la zone mésozoïque de Krinnen est souvent complètement écrasée; on n'en voit qu'ici et là une lentille triasique. On la découvre d'abord à une cinquantaine de mètres de l'éroulement; quelques centimètres de gypse et quelques décimètres de dolomie la représentent seuls. Les schistes verts qui l'accompagnent appartiennent, en dépit de leur aspect mésozoïque, probablement au Flysch d'Ochsenweid, qui affleure en une mince bande au-dessous d'elle. Ensuite, on retrouve la zone sous forme de quelques blocs au petit promontoire dont on vient de parler (p. 61/62, Flysch d'Ochsenweid), toujours pincée entre le Flysch d'Ochsenweid et le Flysch du Tauben. Mais plus au SW., le chapelet de petites lentilles triasiques (cornieule, dolomie) très espacées, qu'elle forme à la base du Flysch du Tauben, repose dans la règle directement sur le Lias des «Blaue Schüpfe», le Flysch d'Ochsenweid étant écrasé. L'affleurement le plus occidental de la zone de Krinnen, sur notre terrain, sort du glaciaire (voir carte). On y constate de la dolomie en banes disloqués, du grès vert dur et des schistes rouges et verts triasiques. Cette lentille triasique continue, cachée sous le glaciaire, jusqu'au glissement de Saali qui s'étend en éventail (au pied de la croupe). Une morphologie de dolines dans leur premier stade nous l'indique. Il est évident que ce Trias ressort de l'autre côté de la Sarine dans l'affleurement classique de la route de Gsteig, au-dessus des schistes de Casanna.

§ 5. Le Flysch du Tauben.

Il occupe l'arête de Krinnen entre 1700 m. et 1800 m., se poursuit sans interruption en une large bande vers le SW. et n'est séparé que par quelques centaines de mètres de glissements du Flysch à brèche gigantesque de la route de Gsteig dans lequel il se continue très évidemment à l'W. de la Sarine.

L'écaille mésozoïque intermédiaire de Krinnen.

Près de l'arête de Krinnen, une curieuse écaille mésozoïque est prise dans le Flysch du Tauben (voir pl. I, fig. 4). Elle n'est visible que sur une centaine de mètres de longueur et s'écrase déjà entièrement à l'arête même qu'elle devrait traverser vers 1715—1720 m. d'altitude. C'est une

vingtaine de mètres au SW. de l'arête qu'on en voit la première trace, sous forme de quelques mètres de dolomie massive et plaquetée, de schistes dolomitiques triasiques et de quelques blocs de calcaire à surface bleu-gris (Trias?).

En essayant de poursuivre ce Trias vers le SW., on ne trouve sur les premières dizaines de mètres que des morceaux de dolomie, sortant ici et là de la végétation. Mais ensuite on observe des calcaires cristallins à délits de «schistes brillants» qui se trouvent bientôt, à l'extrémité occidentale de l'écaille, en alternance avec la dolomie. L'écaille s'est ici considérablement épaissie et elle a son maximum de puissance (probablement une vingtaine de mètres) juste avant de disparaître sous l'éboulis qui domine l'écroulement. Ici on a la succession suivante. De bas en haut:

Flysch du Tauben sous-jacent.

- 1° 1,50 m. Schistes brillants verts à marbre cristallin.
- 2° 1 m. Dolomie schisteuse verdâtre.
- 3° 1,50 m. Schistes brillants verts (marbre) cristallins.
- 4° \pm 4 cm. Dolomie finement litée.
- 5° 40 cm. Schistes brillants verts à marbre cristallin.
- 6° \pm 30 cm. Blocs de dolomie.

Suit une dizaine de mètres d'éboulis, au-dessus duquel on retrouve encore un paquet de schistes brillants verts à marbres cristallins, surmontés de dolomie. Le contact direct avec le Flysch du Tauben sus-jacent est masqué par un peu de débris de pente.

Les schistes verts de la coupe sont des «schistes brillants» typiques (voir stratigraphie, p. 32/33). Les calcaires ou marbres ont une structure franchement grenue, à la cassure leur calcite recristallisée a généralement des teintes gris-vert ou violacées. La patine est bleuâtre, mais souvent des traînées sableuses y causent de minces bandes brunâtres.

L'âge du complexe vert qui alterne au moins quatre fois avec de la dolomie est évidemment inconnu. Les schistes brillants et de pareils marbres peuvent se trouver dans n'importe quel étage. Mais la fréquence des répétitions sur une épaisseur relativement si faible nous fait supposer qu'il ne s'agit que d'une alternance stratigraphique dans l'intérieur du Trias.

Cette écaille triasique n'existe plus au SW. de l'éboulis contre lequel elle bute.

400 m. au SW. du chalet de Sattellegg, coté 1605, affleurent, vers l'altitude de 1480 m. quelques petits bancs de calcaire compact bleuâtre, ressemblant aux calcaires à Calpionelles. Il semble qu'on a de nouveau affaire à une lentille mésozoïque encastrée dans le Flysch du Tauben, mais infiniment plus petite.

De pareilles écailles dans le sein du Flysch du Tauben sont, comme nous le verrons, très rares, et on ne peut pas les réunir en une zone mésozoïque continue, comparable à celles de Krinnen ou de Gschwend.

§ 6. La zone de Gschwend.

La zone de Gschwend, si bien développée à l'arête, l'est beaucoup moins au SW. Surtout entre le sentier qui mène de Krinnen à Sattelleggbergli (1655) et l'arête, la plus grande partie des affleurements de la zone se débite en blocs de Trias ou de Lias mélangés, dont on ne sait souvent pas s'ils sont en place ou déchaussés. Il est impossible ici de poursuivre des écailles superposées comme à l'arête et nous ne nous arrêterons donc pas trop à ces affleurements, indiqués d'ailleurs d'une façon très schématique sur la carte.

Notons seulement qu'entre ce sentier et l'arête se trouve le seul point où le calcaire lumachellique décrit dans la partie stratigraphie (p. 39) apparaît en un petit affleurement continu et non en blocs isolés comme ailleurs.

Il est pincé entre de la dolomie d'une part et d'autre part du calcaire à entroques et des schistes liasiques.

Sous le sentier de Sattelleggbergli (1655), l'affleurement le plus étendu de la zone de Gschwend se trouve à la limite orientale de la forêt qui domine le hameau de Gschwend. C'est du Lias spathique qui forme une petite paroi, dont de nombreux blocs sont écroulés, jusqu'à Gschwend. Il est ici de nouveau parfois difficile de distinguer les blocs écroulés des blocs en place. La forêt se divise en deux langues au-dessus du hameau. Sous le sentier cartographié qui traverse la forêt, on trouve dans la langue septentrionale, tout près des chalets cotés 1391, un banc (longueur 10 m) que la carte englobe — peut-être à tort — dans la masse écroulée. Il se compose d'un paquet de schistes liasiques typiques (2 m.) surmontant du calcaire spathique sombre à gravier dolomitique (1,50 m.). Probablement, il n'est que peu déchaussé.

L'affleurement le plus intéressant de tout le versant se trouve dans la grande langue méridionale de la forêt, immédiatement au-dessous du même sentier (voir carte — Jurassique). Les couches plongent d'environ 40° au N., et reposent comme un placage sur le Flysch du Tauben.

On a, de haut en bas :

- a) 20 cm. *Schistes brillants* verts, argileux, non micacés.
- b) 40—50 cm. Marbre compact gris clair, blond jaunâtre ou verdâtre, lité ou plaqueté, à délits de schistes brillants verts.
- c) 3 m. Même marbre grisâtre, à teintes variables, plus schisteux. De fréquents délits de schistes brillants verts séparent les plaquettes.
- d) 30 cm. Schistes noirs brillants, argileux, non micacés.
1,50 m. Eboulis.
- e) 1,25 m. Calcaire dolomitique gris à patine brune (Trias).
- f) 25 cm. Brèche à pellicules de schistes brillants, contenant des fragments de dolomie, du calcaire violacé à entroques disséminées et d'autres calcaires. Les éléments ont plusieurs centimètres de diamètre. Probablement Lias (ne figure pas sur la carte!).
- g) Quelques décimètres (base cachée sous de l'éboulis) de calcaire marmoréen gris clair en fines lamelles. Aux délits, des pellicules de schistes luisants noirs : typique du Flysch du Tauben (cf. p. 48/49).
- h) Calcaires gréseux et grès calcaires banaux du Flysch du Tauben.

Une quarantaine de mètres à l'W., au bord du bois, on retrouve un affleurement mésozoïque à plongement NW., collé sur le Flysch du Tauben, séparé du premier par une bande d'éboulis et de végétation. Ce sont encore de beaux marbres (ou calcaires marmoréens) compacts, mais les schistes brillants qui les accompagnent sont surtout noirs. Les marbres se débitent par endroits en de minces lamelles de quelques millimètres. Ils sont grisâtres comme avant, parfois gris violacé. Nous y avons découvert des débris d'*Aptychus* à côté d'autres traces indéterminables. Ils sont donc mésozoïques.

Ces deux derniers affleurements nous intéressent particulièrement parce qu'ils fournissent le seul exemple connu sur notre terrain du faciès des «schistes brillants» à marbre dans la zone de Gschwend. C'est l'équivalent de la lentille de Vorder-Wallegg que *McConnell* découvrit au NW. de Gsteig et décrit brièvement dans sa note préliminaire (71, p. 97). Ici comme là, il y a des *Aptychus* dans les marbres. Nous les avons indiqués sur notre carte comme Jurassique supérieur, sans autre preuve du reste.

Revenons à la langue septentrionale de la forêt. Si l'on considère le banc qui s'y trouve sous le sentier comme en place, il est évident — vu le plongement des couches — qu'il repose virtuellement sur les marbres à schistes brillants de la langue méridionale. Et l'on aurait alors à Gschwend, de bas en haut : Lias, Trias, Jurassique supérieur, Lias.

On voit, comme toujours dans ces zones écrasées, que la superposition est absolument quelconque.

Chapitre III.

Versant occidental de la vallée de Lauenen.

Etudions maintenant nos zones du soubassement entre le col de Krinnen et Lauenen. Nous partirons de nouveau de l'arête de Krinnen et poursuivrons chaque zone vers le NE. (voir esquisse d'orientation, fig. 7).

§ 1. L'Aalénien.

Un grand glissement se forme aux dépens de l'Aalénien, partant très près du col de Krinnen et formant la limite sud-est de notre carte entre ce col et Lauenen. Il recouvre complètement l'Aalénien en place, qui reste invisible sur notre terrain d'étude.

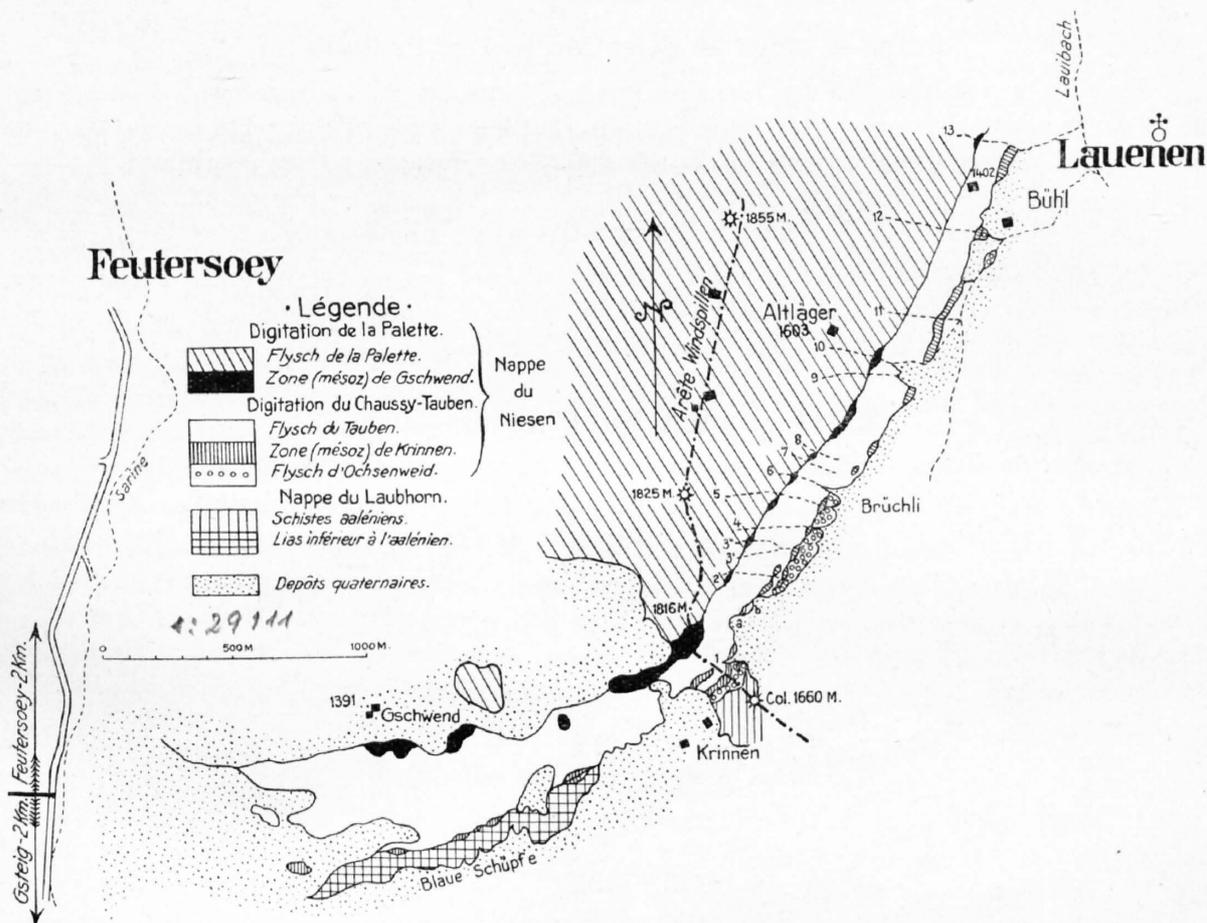


Fig. 7. Esquisse d'orientation Sarine-Lauenen avec ruisseaux numérotés.

§ 2. Le Flysch d'Ochsenweid.

Le Flysch d'Ochsenweid est mieux développé ici que sur le versant oriental de la Sarine. Il semble exister partout et ne jamais s'écraser entièrement. Cependant, cette zone est souvent cachée sous les cônes de déjection des ruisseaux, sous de l'éboulis et du glissement. Elle n'a que quelques dizaines de mètres de puissance. On ne peut guère estimer ses variations d'épaisseur d'un endroit à l'autre parce que sa partie basale est partout, sauf au col, couverte de Quaternaire. Il n'y a pas besoin de détailler la description de ces deux premières zones, mais il n'en est pas de même pour la zone de Krinnen dont la composition est variable d'un point à l'autre.

§ 3. La zone mésozoïque de Krinnen.

Entre l'arête et le cône de déjection n° 1 (voir fig. 7), le calcaire à Rosalines qui supportait, à l'arête, des calcaires à Calpionelles (voir coupe fig. 5) s'écrase presque immédiatement et disparaît. Le calcaire à Calpionelles, en revanche, se dédouble ici. On en trouve une lentille isolée dans le Flysch, une vingtaine de mètres au-dessous de la bande principale de notre zone.

Le calcaire à Calpionelles de la bande principale supporte en un endroit, comme à l'arête, quelques restes d'un calcaire marmoréen clair, très broyé ici. Et là-dessus reposent quelques petits fragments et un grand morceau isolé de dolomie. Ce Trias, presque entièrement écrasé, affleure mal, mais il a son intérêt parce qu'il est l'équivalent du Trias qui fait suite au calcaire à Calpionelles directement au SW. de l'arête. Le complexe verdâtre (doré) est ici beaucoup moins développé que là. On en trouve cependant quelques traces sur le Trias. Les schistes verdâtres enveloppent des lentilles du calcaire gréseux typique et de marbre (rare!). Nous les attribuons au Flysch vert.

Entre le cône de déjection n° 1 et l'éboulis a).

Le calcaire à Calpionelles est bien développé; il forme un petit escarpement de 4 à 5 m. et est en partie schistoïde; son pied est dans l'éboulis. Sur le calcaire à Calpionelles repose, sans intermédiaire de Trias, le complexe vert du Flysch qui atteint quelques mètres d'épaisseur.

Entre les éboulis a) et b).

La zone mésozoïque qui est encore représentée d'abord par un peu de Trias, s'écrase ensuite entièrement dans le Flysch vert — voir description détaillée p. 52. Le terrain de l'éboulis *b* n'est que peu de chose, mais il suffit pour cacher la liaison entre deux lentilles.

Entre l'éboulis b) et le ruisseau n° 2.

La zone de Krinnen redevient ici plus riche. Un complexe de calcaire à Calpionelles, bien lité, de 5 à 6 m. d'épaisseur, surmontant quelques mètres de calcaires et calcschistes (surface blanche) à Globigérines et à Rosalines très belles, sort de l'éboulis et se poursuit vers le NE. Le

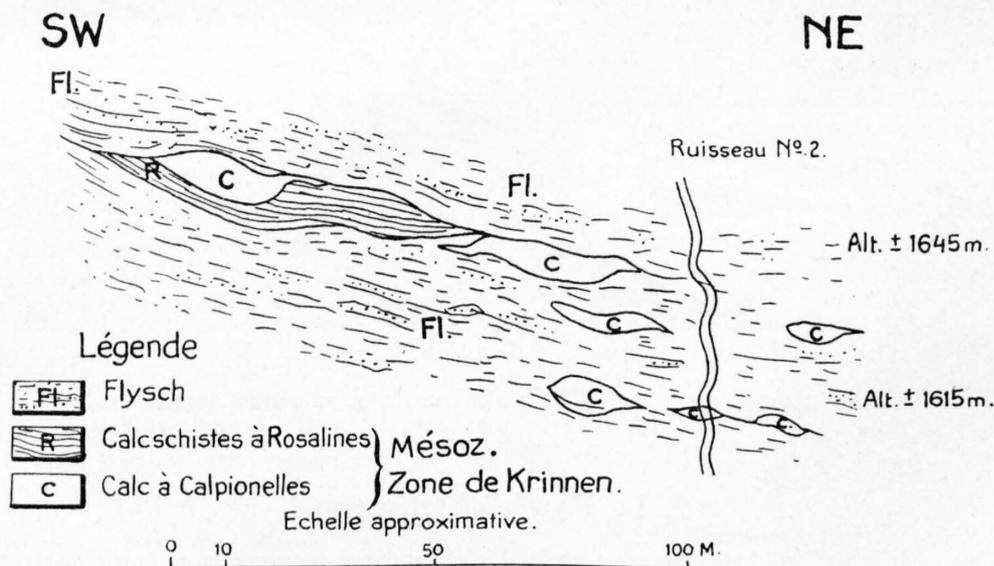


Fig. 8. Esquisse de la zone de Krinnen (Malm et Crétacé supérieur) près du ruisseau n° 2.

dessin schématique, fig. 8, nous montre comment ce Mésozoïque se développe vers le ruisseau n° 2. Au NE. de la première lentille de calcaire à Calpionelles, on voit monter les calcschistes à Rosalines. Ce sont des calcschistes très finement feuilletés ici, et qui contiennent seulement de très rares plaquettes un peu plus épaisses. Leur aspect est identique à celui de la pointe SW. du même

complexe, mais les foraminifères s'y observent, surtout vers le haut, plus rarement (à la loupe). En s'approchant du ruisseau n° 2, nous voyons trois fois du calcaire à Calpionelles typique, pincé dans le Flysch.

Entre les ruisseaux n° 2 et n° 3.

Nous ne retrouvons la zone de Krinnen qu'en quelques blocs isolés. En poursuivant le banc supérieur et intermédiaire (non figuré sur la carte) de calcaire à Calpionelles vers le NE., nous en observons quelques restes en petites lentilles dans la forêt du versant gauche du ruisseau n° 2, mais c'est peu de chose et bientôt il n'en subsiste plus de trace.

Le calcaire à Calpionelles inférieur traverse le ruisseau à environ 1615 m. (voir fig. 8) et en descendant faiblement comme lui, à partir de ce point, nous arrivons — après en avoir rencontré trois gros blocs émergeant de la végétation — à la rive droite du ruisseau n° 3, entre 1570 et 1580 m., où se trouve un petit escarpement, de quelques mètres, de calcaire à Calpionelles typique.

Dans le lit du ruisseau n° 3, on a bien de la peine à poursuivre ce calcaire qui s'écrase, ou dont les caractères s'effacent, dans une série de schistes noirs non micacés à calcaires compacts. Peut-être une partie de cette série représente-t-elle un complexe «à Calpionelles» très schisteux, mais surtout vers sa base elle est difficile à distinguer du Flysch schisteux d'Ochsenweid.

Entre les ruisseaux n° 3 et n° 4.

Sur la berge gauche du ruisseau n° 3, les relations sont de nouveau plus claires. A environ 1560—1570 m. d'altitude, le calcaire à Calpionelles s'individualise bien et prend une forte épaisseur (une dizaine de mètres); des schistes l'accompagnent. Vers environ 1585 m. commence le Flysch du Tauben, mais ici il ne repose pas directement sur le calcaire à Calpionelles; il en est séparé par quelques mètres de calcaires et calcschistes à Rosalines et Globigérines. Cette lentille de calcaire à Rosalines est la seule que nous connaissions dans les ruisseaux de Brüchli. Elle touche encore tout juste le ruisseau qui la traverse en cascade.

Dans le ruisseau n° 4, la zone de Krinnen n'est représentée que par une huitaine de mètres de calcaire à Calpionelles (1540—1550 m.). Les calcaires à Rosalines sont depuis longtemps écrasés et le calcaire à Calpionelles est en contact direct d'un côté avec le Flysch du Tauben, de l'autre avec le Flysch d'Ochsenweid. Il n'y a ici rien de comparable à la série des schistes noirs à calcaires compacts du ruisseau n° 3. Les relations sont parfaitement claires. Le calcaire à Calpionelles se débite en petits lits (< 10 cm.) et devient localement schisteux, mais reste toujours bien reconnaissable.

Entre les ruisseaux n° 4 et n° 6.

La zone de Krinnen n'affleure ici distinctement qu'au-dessus de la berge droite du petit ruisseau n° 5 sous forme d'une lentille de calcaire à Calpionelles (autour de 1540 m.) cachée dans la forêt. La lentille a 1,50 m. de hauteur et 8 à 10 m. de longueur. Ce qui se passe dans le lit et sur la berge gauche du ruisseau n° 5 a été décrit en détail plus haut à propos des faciès particuliers du Flysch (p. 53). Nous renvoyons à la coupe que nous y avons donnée de la base du ruisseau. Le Mésozoïque de la zone de Krinnen y est représenté par une trace de Trias et un complexe de calcaire à Calpionelles de très faible épaisseur et peu reconnaissable. C'est seulement par des coupes minces que nous savons que le calcaire à Calpionelles traverse le lit du ruisseau.

Dans le ruisseau n° 6, la zone de Krinnen n'affleure pas; elle est cachée sous l'éboulis.

Entre les ruisseaux n° 6 et n° 10.

Entre le dernier ruisseau de Brüchli (n° 6) et les ruisseaux d'Altäger (nos 9 et 10), la zone de Krinnen apparaît ici et là sous forme de blocs ou de lentilles alignées, de calcaire à Calpionelles, dont la plus septentrionale seulement a des dimensions assez considérables. Ils se trouvent tout à fait au pied de la pente.

Entre les ruisseaux n° 10 et n° 11.

Deux traînées mésozoïques représentent la zone de Krinnen. La traînée supérieure comprend seulement deux très petites lentilles isolées dans le Flysch: on voit entre autres une couche de calcaire dolomitique de quelques mètres de longueur, puis un peu de calcaire à Calpionelles.

La traînée inférieure est de nouveau constituée par du calcaire à Calpionelles, dont on découvre une série de petits affleurements discontinus qui longent le glissement ou se trouvent quelques mètres plus haut dans la forêt, souvent très cachés sous la végétation (sapins, herbe, buissons).

En s'approchant du ruisseau n° 11, elle affleure bien mieux et forme une petite paroi de 8 m. de calcaire à Calpionelles typique, qui repose sur les marnes noires à calcaires gréseux du Flysch d'Ochsenweid. Dans le lit du ruisseau n° 11, le calcaire à Calpionelles passe à environ 1400 m. d'altitude en un gros banc; il repose sur quelques couches schisteuses, dans lesquelles les calcaires gréseux typiques du Flysch manquent et sont remplacés par des calcaires sombres schistoïdes. Ces couches pourraient bien encore appartenir au complexe à Calpionelles, quoique alors leur limite avec le Flysch sous-jacent serait difficile à fixer.

Entre les ruisseaux n° 11 et n° 12.

A partir du ruisseau n° 11, la zone de Krinnen se poursuit vers le NE., sur environ 150 m. de distance, dans la forêt, sans jamais toucher le lit du ruisseau principal où n'affleure que du Flysch. C'est encore le calcaire à Calpionelles qui la représente; on le voit sortir de la terre végétale en fragments de bancs de très faible épaisseur en général, continuellement interrompus par le Quaternaire. On en perd la trace environ 200 m. au SW. du ruisseau n° 12. Dans ce ruisseau (12), la zone de Krinnen réapparaît, cette fois, sous forme de quelques décimètres de cornieule. Aussi bien au-dessus qu'au-dessous de cette cornieule, un «Flysch vert» bien développé, avec ses grès calcaires pyriteux typiques, affleure.

Entre les ruisseaux n° 12 et n° 13.

Nous avons enfin un dernier beau banc continu de calcaire à Calpionelles tout à fait typique, bien visible à partir du village de Lauenen, formant un petit escarpement qui domine les chalets de Bühl.

§ 4. Le Flysch du Tauben.

Le Flysch du Tauben se poursuit depuis l'arête sans interruption jusque près du village de Lauenen, où il disparaît sous les cônes de déjection de la vallée du Lauibach. Il a une largeur considérable, comme la carte le montre, mais s'amincit sensiblement vers le NE.

§ 5. La zone mésozoïque de Gschwend.

Entre l'arête et le ruisseau n° 2, les écailles de Trias-Lias, dont la superposition constituait la zone de Gschwend sur l'arête de Krinnen, s'écrasent toutes complètement une centaine de mètres vers le NE., et cette zone ne reparaît que sur la berge droite du ruisseau n° 2 sous forme de vestiges de Trias.

Moins écrasée, elle traverse le lit du ruisseau entre 1740 et 1755 m., principalement constituée de Trias (gros bancs de dolomie et de cornieule, etc.). Des schistes verdâtres, probablement liasiques, se trouvent à sa base. Elle atteint ici plus de 10 m. d'épaisseur. Sur la berge gauche, il n'y a plus d'affleurement. La zone, cachée du reste par de petits débris de pente, y est probablement écrasée et ne se retrouve bien développée qu'au ruisseau n° 3.

Le ruisseau n° 3.

Sur la croupe qui sépare les ruisseaux n° 3' et n° 3'', la zone de Gschwend se trouve à 1720 m., dans le lit même du ruisseau n° 3'' à 1710 m., et puis l'ensemble descend encore d'une dizaine de mètres le long de la berge gauche de ce ruisseau. Elle est constituée par une longue

écaïlle peu épaisse, composée de calcaire dolomitique (environ 1 m. d'épaisseur), surmonté, au milieu du versant gauche, très large, du ravin, de schistes gréseux et calcaire spathique liasiques et de cornieule.

Au dos d'âne de la croupe raide qui descend entre les ravins n° 3'' et n° 4, nous retrouvons du Trias à 1865 m. d'altitude, sous forme de cornieule, de schistes verts et de grès fins. Ce grès triasique est entièrement dépourvu de calcaire et très légèrement verdâtre.

Plus loin, notre zone de Gschwend ne reparait que dans le haut du versant droit de la dépression n° 5, où nous constatons de nouveau du Trias dans le Flysch. Ce sont de beaux lits de dolomie à 1655 m. d'altitude; dans le lit même de cette dépression, il affleure à environ 1640 m., toujours très peu épais.

Enfin, dans le dernier ruisseau de Brüchli, ruisseau n° 6, on observe encore dans le lit 4 m. de cornieule à environ 1620 m. d'altitude. Le cornieule contient ici des morceaux de dolomie et de schistes verts.

L'absence de cette zone mésozoïque dans cette série de ravins est essentiellement due à l'écrasement. En effet, en plusieurs endroits on voit les couches mises à nu à la bonne hauteur et sur une grande épaisseur, sans que rien ne trahisse le passage de la zone dans la masse de Flysch. Ailleurs, son trajet est caché par un voile de détritits très mince, ce qui indique même là l'inexistence de bancs ou blocs un peu considérables, qui sortiraient facilement de cet éboulis. Donc on peut l'y considérer aussi comme écrasée.

Pour faciliter la lecture de la carte géologique, je n'ai pas dessiné ces petites flaques d'éboulis dans les ravins, mais indiqué par simple ligne la partie virtuelle ou invisible du trajet de la zone mésozoïque de Gschwend. La même méthode a été appliquée ailleurs.

Entre les ruisseaux n° 6 et n° 9, au N. de la dépression n° 6 de Brüchli, descendent deux petits couloirs (7 et 8) qui s'effacent vers le bas de la pente. La carte les indique par des inflexions d'isohypses. Dans le premier, la zone de Gschwend n'est pas visible, cachée par l'éboulis; dans le deuxième qui se trouve une cinquantaine de mètres au S. d'une clairière, elle réapparaît sur le versant droit sous forme de quelques mètres de dolomie autour de 1600 m. pour s'écraser déjà sur le versant gauche. Elle revient, en affleurement assez continu, aux bords sud-est et est de la clairière mentionnée, restant en moyenne une vingtaine de mètres au-dessous du champ gazonné. Le sentier cartographié qui monte vers la clairière en traverse la grande lentille triasique (dolomie et cornieule), laquelle est relayée à ses deux extrémités par des lentilles liasiques.

A côté de schistes du genre des schistes à Bélemnites qui affleurent ici et là, le Lias est composé de différents calcaires à entroques fins.

Sur le versant droit du ruisseau n° 9 d'Altläger, la zone de Gschwend est couverte d'éboulis, au versant gauche elle est écrasée, mais reparait dans le ruisseau n° 10 autour de 1500 m. Elle détermine un gradin de 3 m. dû à des calcaires liasiques durs. Ce sont des calcaires très foncés, très peu spathiques, à délits ou minces intercalations de schistes grésocalcaires, verdâtres, avec de petits fragments de dolomie. Sur les gros bancs qu'ils forment dans le lit du ruisseau se trouvent d'abord un peu de schistes argileux verts, puis des schistes argileux noirs durs, l'un comme l'autre assez luisants, non micacés et lisses au toucher. De mêmes schistes se retrouvent sous le calcaire liasique; ils y ont cette fois 3 m. au moins d'épaisseur et contiennent quelques rognons siliceux noirs opaques. Leur âge nous est inconnu. Ils rappellent par place les «schistes brillants» et sont probablement liasiques. Sur le versant droit du ruisseau n° 10 un grand bloc de dolomie se trouve sous cet escarpement liasique et domine une bonne épaisseur de brèche polygénique appartenant déjà au Flysch du Tauben.

Entre les ruisseaux n° 10 et n° 13.

Au N. du ruisseau précité, la zone de Gschwend n'est plus visible qu'au ruisseau n° 13. Entre les deux, son trajet est en partie caché par du Quaternaire, en partie elle est supprimée par écrasement. C'est le cas, par exemple, du ruisseau n° 12 où le Flysch de la Palette se trouve en contact avec le Flysch du Tauben.

Comme dernière trace de la zone de Gschwend, nous avons dans le ruisseau n° 13, au-dessous du sentier qui le traverse à 1305 m., quelques mètres de cornieule au versant gauche et encore quelques traces de Trias plus haut sur la rive droite.

Chapitre IV.

La région du Tauben.

Décrivons maintenant, à l'aide de quelques coupes, l'arête principale qui sépare la vallée de Lauenen de celle de la Lenk et ses environs immédiats. C'est ce que nous appelons: région du Tauben. Ensuite, nous suivons les zones qu'on y rencontre, vers le SW. (versant oriental de la

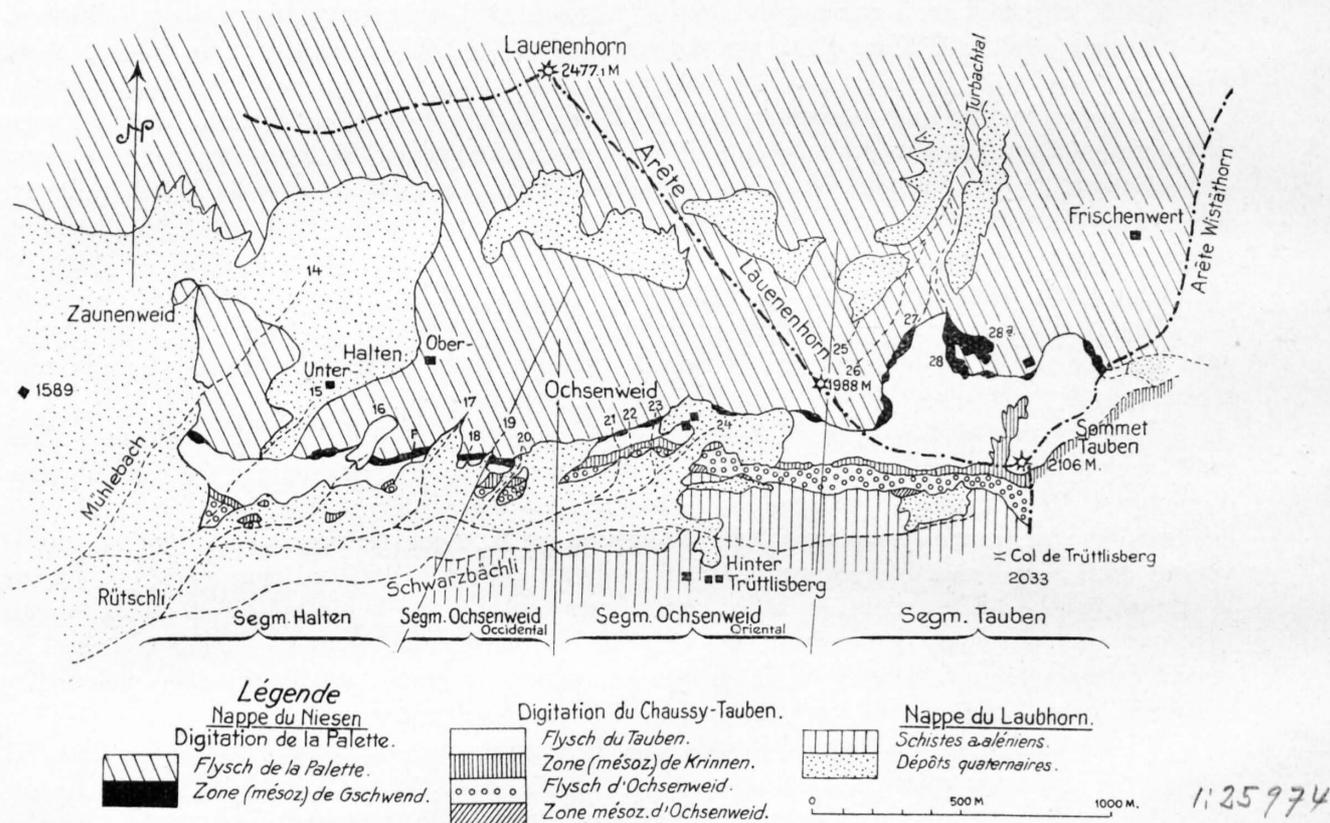


Fig. 9. Esquisse d'orientation Lauenen-Tauben avec ruisseaux numérotés.

vallée de Lauenen), puis vers le NE. (versant occidental de la vallée de la Simme). Nous nous servirons de nouveau de quelques esquisses d'orientation (fig. 9 et 10).

§ 1. Coupe générale.

La coupe principale (pl. I, fig. 3) que nous donnons de cette région, suit d'abord l'arête («arête sud») du col de Trüttlisberg (2033 m.) jusqu'au sommet du Tauben (2106 m.), puis sur le flanc septentrional du Tauben, nous l'avons légèrement déviée de façon à la faire passer par la berge et le lit du ruisseau n° 28 du Turbachtal.

Cette coupe montre du S. au N. (= de bas en haut) les zones suivantes:

- 1° Gypse du col de Trüttlisberg.
- 2° Bande aalénienne (Aalénien des cols), schistes argileux noirs à rognons pyriteux.
- 3° Zone du Flysch d'Ochsenweid. Calcaires gréseux, grès, fines brèches et schistes.
- 4° Zone mésozoïque de Krinnen. Cornieule, gypse et de nouveau cornieule.
- 5° Zone du Flysch du Tauben. Calcaires plus ou moins gréseux, grès, brèches polygéniques et schistes.

6° Zone mésozoïque de Gschwend. Ecaille de Trias et de Lias.

7° Flysch de la chaîne du Niesen (niveau schisto-gréseux, digitation de la Palette). Schistes, calcaires gréseux et grès.

Suivons maintenant ces zones de part et d'autre de cette coupe, mais dans les limites de la région du Tauben.

§ 2. Le Trias et l'Aalénien du col (2033) et le Flysch d'Ochsenweid.

a) A l'ouest de «l'arête sud».

Le Trias et l'Aalénien se poursuivent vers l'W., le premier de façon très interrompue sous forme de cornieule surtout — le gypse du col s'écrase immédiatement à l'W. de l'arête —, le deuxième de façon continue et en s'épaississant considérablement.

Le Flysch d'Ochsenweid forme une bande continue le long du flanc méridional du Tauben et n'est guère variable dans son épaisseur. En un endroit, dans la région du Tauben — immédiatement à l'W. de l'éroulement figuré sur la carte — il s'intercale du calcaire compact bleu (zone mésozoïque d'Ochsenweid: épaisseur quelques mètres seulement) entre ce Flysch et l'Aalénien. Ce calcaire, qui est accompagné d'un peu de calcaire spathique sombre, est d'âge inconnu. Il ne contient pas de Calpionelles.

b) A l'Est de «l'arête sud».

Au flanc sud-est du Tauben, on éprouve de grandes difficultés en essayant de poursuivre ces trois zones (en dehors de notre carte).

Cela tient à la fois à la rareté des bons affleurements et aux complications tectoniques.

En effet, la zone de Lochberg (voir note préliminaire 71, p. 105/106) qui se développe fortement au NE. de la région du Tauben, à la base de l'Aalénien, est entièrement écrasée au col 2033 où elle aurait dû passer. La pointe de Flysch qui la représente encore jusque près du col repose sur une bande de cornieule, mais semble séparée ici de l'Aalénien sus-jacent par du gypse.

Il n'est guère possible de tracer sur le terrain une limite entre ce gypse, qu'on constate en un endroit directement sur la zone de Lochberg, et les cornieules et gypse de la zone de Krinnen qui affleurent plus haut, parce que l'espace qui les sépare, troué de dolines, est dépourvu d'affleurements. L'Aalénien et le Flysch d'Ochsenweid n'affleurent pas entre deux et sont probablement écrasés. Nous hésitons cependant à attribuer tout ce Trias à une même zone (de Krinnen), car on trouve en un point une petite masse de schistes aaléniens prise, dirait-on, dans la cornieule et le gypse de la zone de Krinnen.

Il existe donc peut-être au flanc sud-est du Tauben des traces d'une bande de Trias indépendant qui séparerait la zone du Lochberg de l'Aalénien des cols et qui pourrait correspondre au gypse du col de Trüttli (2033). Mais on ne peut voir aucune liaison directe.

Il est ensuite probable que la cornieule du col de Trüttli correspond à la bande de cornieule qui supporte la zone du Lochberg à l'W. de Kaslepbalg. Ce n'est qu'au voisinage immédiat du col 2033 que le Flysch d'Ochsenweid et l'Aalénien affleurent au flanc sud-est du Tauben. Mais alors sous l'Aalénien n'existe plus qu'un espace indifférencié de dolines sans bons affleurements, et il est impossible de distinguer les différentes zones. Dans notre note préliminaire (71, p. 106), nous exprimions une solution légèrement différente; le gypse et la cornieule du col de Trüttli (2033) étaient considérés comme une même unité. Nous inclinons plutôt à penser maintenant qu'entre deux doit passer, virtuelle, la zone du Lochberg entièrement écrasée. Le gypse se continuerait, vers le NE., au-dessus d'elle. Cette interprétation nous est suggérée par la présence de dolines, à 300 ou 400 m. du col, entre l'Aalénien et la zone du Lochberg; au fond de la première, le gypse est nettement visible.

Mais la complication devient telle, près du col de Trüttli, et les affleurements sont si mauvais, que ces questions de détail semblent devoir toujours rester douteuses.

§ 3. La zone mésozoïque de Krinnen.

Immédiatement à l'E. du chemin qui monte en direction septentrionale vers le col 1988, la zone de Krinnen s'écrase entièrement à la surface du terrain, mais elle reparaît déjà quelques dizaines de mètres plus loin pour traverser la montagne du Tauben en une grande écaïlle triasique. Elle affleure au flanc septentrional de la montagne sous forme de gypse, qui sort sous le Flysch du Tauben.

Sur les flancs sud et sud-est du Tauben, le gypse est accompagné de cornieule, qui affleure aussi bien au-dessous qu'au-dessus de lui. Mais sur le flanc sud, la cornieule prédomine de beaucoup et n'est qu'en deux endroits divisée par du gypse [immédiatement au S. et une centaine de mètres à l'W. du sommet (2106)]. Ici on voit le gypse disparaître en tunnel sous la cornieule qui l'entoure et semble bien se recourber derrière lui comme un synclinal fermé vers le S. Le gypse du Tauben représente probablement le noyau d'un synclinal triasique.

On croit voir dans la cornieule et le gypse des couches qui se redressent pour former une charnière synclinale, mais ces roches triasiques ne sont qu'à peine stratifiées et l'on peut se tromper à cet égard. Il ne serait pas impossible que le gypse se termine vers le S. par simple écrasement. Tout de même, l'existence de ce repli synclinal reste la plus probable.

Roessinger (33, p. 50) avait déjà l'impression que la cornieule se recourbe derrière le gypse, mais il ne parle pas de la cornieule qui repose sur le gypse.

La cornieule qui recouvre le gypse partout où il affleure au bord radical de l'écaïlle triasique et qui le sépare du Flysch sus-jacent, est souvent accompagnée de certains calcaires dolomitiques finement bréchoïdes et très recristallisés. Cette bande de cornieule supérieure manque par écrasement au flanc septentrional du Tauben, où les grandes dalles de gypse qui descendent vers le N. sont tout de suite recouvertes par le Flysch du Tauben.

§ 4. La zone du Flysch du Tauben.

Le Flysch du Tauben affleure sur presque toute la longueur de l'arête ouest et de l'arête nord-est du Tauben; il occupe le sommet même de la montagne et la plus grande partie de son flanc septentrional. Son épaisseur est extrêmement variable, à cause de l'érosion et à cause de son écrasement inégal suivant les points.

En certains endroits, l'érosion n'en a laissé que quelques mètres et a fini par l'enlever totalement, laissant voir des fenêtres de gypse. Ailleurs, il en reste des épaisseurs plus considérables.

La montagne du Tauben a une morphologie de dolines typique avec sa forme de coupole bosselée; les dolines ne trouvent pas seulement le gypse qui affleure, mais aussi la couverture de Flysch là où elle n'est pas trop épaisse. Autour du sommet du Tauben, une grande quantité de dolines se trouvent ainsi dans le Flysch, parfois du gypse affleure au fond. Les couches du Flysch sont plus ou moins disloquées par la dissolution de leur substratum triasique qui doit avoir une surface très irrégulière (voir pl. I, fig. 3).

Le rôle de l'écrasement dans les variations de l'épaisseur du Flysch du Tauben a aussi été grand. Par exemple, immédiatement derrière le chalet du Tauben, le Flysch ne forme qu'une étroite bande entre le gypse de la zone de Krinnen et les traces de la zone de Gschwend (schistes verts, cornieule, calcaires recristallisés) qui se trouvent 25 m. au S. du chalet, tandis qu'au SE. du chalet l'épaisseur du Flysch est bien plus forte.

A la base des dalles de gypse qui descendent derrière le chalet du Tauben, on voit en un endroit un peu de grès schisteux verdâtre en contact sur le gypse. De pareils grès (Trias ou Lias) nous sont connus dans la zone de Gschwend, mais nous ne les avons jamais vus dans la zone de Krinnen. Quelques mètres plus bas on dirait que le Flysch du Tauben s'intercale entre grès et gypse. Ce Flysch déjà mince immédiatement derrière les chalets, s'écraserait-il entièrement? Les relations ne sont pas bien claires, le grès affleurant plutôt en débris isolés.

Nous ne nous arrêtons pas ici à décrire la composition du Flysch du Tauben, qui a son développement normal. Ses brèches polygéniques qui se trouvent surtout dans sa partie supérieure,

sont parfois (par exemple le long du sentier cartographié, près du contact de la zone de Gschwend) extrêmement écrasées, broyées, pleines de calcite secondaire. Au NE. du signal, l'arête présente quelques dolines dans lesquelles on peut observer de ces beaux blocs (un de 8 m. de longueur) de schistes de Casanna ou de gneiss dans le Flysch du Tauben, dont nous avons parlé en traitant de la stratigraphie (voir p. 50).

§ 5. La zone de Gschwend.

La zone de Gschwend coupe la surface topographique suivant une ligne très capricieuse. C'est parce que les couches du flanc septentrional du Tauben plongent dans le même sens et environ avec la même inclinaison que la pente du terrain. Cette disposition favorise la désagrégation en blocs isolés à peine déchaussés à la surface, qui rend si douteuse l'interprétation des affleurements. De même il n'est possible qu'en quelques endroits de reconstituer la succession des terrains mésozoïques. Nous l'avons essayé, et dans la coupe fig. 3, pl. I, on voit à quelles conclusions nous aboutissons. Sur le versant de la Lenk, les relations sont analogues, mais beaucoup plus claires. Ici, les meilleurs affleurements se trouvent dans les ruisseaux n^{os} 27, 28 et 28 a de la vallée du Turbach.

a) Ruisseau n^o 27.

Dans le lit du ruisseau n^o 27 et directement à l'E., du Lias surmonté de Trias représente la zone de Gschwend. Le Lias commence avec du calcaire à entroques bariolé qui passe localement à de la brèche dolomitique, et finit par un paquet de schistes à Bélemnites, qui, près de leur contact avec le calcaire, sont encore verdâtres, mais deviennent plus haut rapidement sombres, gris tachetés ou noirs. C'est dans ces schistes gris tachetés que nous avons trouvé quelques rares Bélemnites. Ces schistes disparaissent plus bas, sous quelques banes de cornieule et de calcaire dolomitique qui les séparent du Flysch de la Palette.

Plus haut, là où le ruisseau se termine (une centaine de mètres au N. du sentier cartographié), on retrouve la même disposition. Un peu de schistes triasiques indiscutables (schistes bariolés — violets et verts) repose sur les schistes à Bélemnites. Sur la berge gauche du ruisseau, on ne constate que du Flysch. C'est le Flysch de la Palette. Le contact inférieur avec le Flysch du Tauben est voilé autour du ruisseau n^o 27.

b) Ruisseau n^o 28 (pl. I, fig. 3).

Sur la berge gauche du ruisseau n^o 28 et dans son lit, on a les mêmes relations qu'au ruisseau n^o 27: du Lias sous forme de calcaire à entroques rose et de schistes, recouvert de Trias (cornieule et dolomie).

Quelques dizaines de mètres seulement au N. du sentier, on voit les brèches du Flysch du Tauben sur la berge gauche en contact avec le calcaire liasique. Ce calcaire, qui forme une petite butte, est en partie compact, en partie spathique et localement très bréchoïde avec de gros fragments de dolomie.

Le contact supérieur de la zone de Gschwend avec le Flysch de la Palette est le mieux visible vers 1900 m., où immédiatement en aval de la bifurcation des ruisseaux n^{os} 28 et 28 a, le Trias (quelques mètres de cornieule et de dolomie) traverse le ruisseau, séparant les schistes liasiques des schistes du Flysch. Sur la berge droite du ruisseau n^o 28, le Flysch du Tauben supporte du calcaire dolomitique près du sentier, ici et là accompagné d'un bloc isolé de calcaire liasique. Ce Trias, surmonté d'un peu de schiste liasique, semble bien s'enfoncer sous le Lias de la berge gauche; il est donc inférieur au Trias dont nous avons parlé jusqu'à maintenant.

Dans le ruisseau n^o 28 a, la bande triasique supérieure affleure plusieurs fois, surmontant les schistes à Bélemnites. Le ruisseau est dominé à l'E. par une butte rocheuse, constituée de calcaire à Ariétites (c'est ici que *Ischer* a trouvé son *Ammonites Bucklandi*).

Ce calcaire à Ariétites repose enfin manifestement sur la bande triasique supérieure. De toute la région du Tauben, il n'existe qu'en ce point, partout ailleurs il est écrasé.

Résumons ces observations :

La zone de Gschwend passe dans les ruisseaux nos 27, 28 et 28 a sous forme de deux écailles. On reconstitue, de bas en haut :

Flysch de la Palette.

Ecaille supérieure: { Lias: calcaire à Ariétites.
Trias: cornieule et calcaire dolomitique.

Ecaille inférieure: { Lias: schistes à Bélemnites, calcaires à entroques rose ou bariolé.
Trias: calcaire dolomitique.

Après la description de ces ruisseaux, il ne nous reste que peu à ajouter.

En effet, ailleurs sur le flanc septentrional du Tauben, la zone de Gschwend est beaucoup moins bien conservée, elle est extrêmement écrasée et n'affleure qu'en débris isolés.

La carte n'a indiqué ces affleurements fragmentaires que d'une façon très schématique et nous ne nous arrêterons pas à leur description.

Notre zone semble entièrement écrasée à l'endroit où elle traverse l'arête ouest, mais on la revoit au chemin nord-sud qui monte vers le col 1988, quoique en vestiges à peine perceptibles.

A l'arête nord-est, la zone de Gschwend ne passe que sous forme de petits fragments isolés, de schistes verts, de calcaire liasique broyé et de cornieule.

Mais nous la verrons se développer beaucoup mieux vers le NE. dans la vallée de la Lenk.

Chapitre V.

Versant oriental de la vallée de Lauenen.

Les principaux affleurements de ce versant ont déjà été décrits à propos de la stratigraphie du soubassement de la chaîne. Suivons donc rapidement les zones de la région du Tauben vers l'W. (voir esquisse d'orientation fig. 9).

§ 1. L'Aalénien.

Sur l'Aalénien, il n'y a rien à remarquer. Un grand glissement complexe s'est formé à ses dépens. Des petits glissements latéraux et des déjections torrentielles descendant de la région de Halten et d'Ochsenweid, s'y réunissent et interrompent continuellement les affleurements des zones de Flysch et de Mésozoïque.

§ 2. Zone mésozoïque d'Ochsenweid.

Ici et là on trouve quelques faibles traces de Mésozoïque de la nappe du Niesen entre l'Aalénien et le Flysch d'Ochsenweid.

Ce ne sont que des lentilles isolées déjà mentionnées auparavant. D'abord à propos de la stratigraphie (voir calcaire à Calpionelles, p. 44, calcaire à Orbitolines, p. 46), ensuite à propos de la région du Tauben (p. 71). Elles constituent la zone mésozoïque d'Ochsenweid, qui existe seulement sur le versant oriental de la vallée de Lauenen entre le ruisseau n° 24 et le Tauben.

A côté de couches d'âge incertain, cette zone contient une lentille de Malm et quelques-unes de Crétacé inférieur (Barrémien).

§ 3. La zone du Flysch d'Ochsenweid.

Cette zone de Flysch n'affleure avec toute son épaisseur qu'à l'E. du ruisseau n° 24; à l'W. de ce ruisseau, son pied est noyé dans le Quaternaire. De la sorte, on ne peut se rendre compte des variations de sa puissance.

Ses faciès sont banaux, cependant, dans la région d'Ochsenweid, elle contient les brèches granitiques que nous avons décrites dans la partie stratigraphique (voir p. 51) et qui ne sont pas connues ailleurs dans la zone. Un faciès spécial de ce Flysch, très important, et que nous avons longuement décrit dans un chapitre voisin (p. 54) est représenté par le Flysch vert à Nummulites qui se trouve sous le Trias de la zone de Krinnen entre les ruisseaux n^{os} 19 et 20.

§ 4. La zone mésozoïque de Krinnen.

La zone mésozoïque de Krinnen est, sauf à son extrémité occidentale où elle est constituée de Lias, représentée par une bande de Trias, maintes fois interrompue par le Quaternaire, mais rarement supprimée par l'écrasement. C'est généralement de la cornieule, moins souvent du calcaire dolomitique.

Entre les ruisseaux n^{os} 19 et 20, on constate dans le calcaire dolomitique et la cornieule une petite lentille de gypse (quelques décimètres d'épaisseur) à l'altitude d'environ 1690 m.

Le seul endroit entre Lauenen et le Tauben où la zone de Krinnen n'est pas composée de Trias se trouve au-dessus de Rüttschli. Elle traverse ici le ruisseau n^o 15 vers 1540 m. d'altitude, sous forme d'une bande liasique. C'est du calcaire à entroques à graviers dolomitiques, comme on les trouve si fréquemment dans la zone de Gschwend. Des calcaires finement grenus sombres les accompagnent localement. Dans la zone de Krinnen, de tels calcaires ne nous sont connus qu'ici, sur notre terrain. Aux rochers de Murgaz (massif du Chaussy), on les trouve dans la même zone, très développés (71, p. 97).

La zone de Krinnen n'a généralement que quelques mètres d'épaisseur entre Lauenen et la région du Tauben.

§ 5. Le Flysch du Tauben.

Son épaisseur est fort variable suivant les endroits.

C'est entre les ruisseaux n^{os} 23 et 24 que ce Flysch est le plus mince, le plus écrasé; à l'W. de ces ruisseaux, il s'épaissit un peu et l'on y trouve encastré plusieurs lentilles de Trias, appartenant soit à la zone de Krinnen, soit à la zone de Gschwend.

À côté du ruisseau n^o 22, le Flysch contient un gros bloc exotique de schistes de Casanna, mesurant 10 m. de longueur. C'est un de ces blocs aplatis, glissés dans des sédiments vaseux, dont nous avons parlé à propos de la stratigraphie (p. 50).

Entre les ruisseaux n^{os} 20 et 19, il s'étrangle de nouveau fortement et disparaît ensuite presque entièrement sous la déjection des ruisseaux n^{os} 19, 18 et 17 (glissement).

À l'W. de ce Quaternaire, on le voit s'élargir beaucoup et il atteint son épaisseur maximale une centaine de mètres à l'E. du ruisseau n^o 15.

Dans la région de Halten, on ne constate que les faciès banaux: calcaires gréseux, grès, schistes et brèches polygéniques, tandis que dans la région d'Ochsenweid des faciès particuliers se développent considérablement à côté des premiers. Ces faciès spéciaux d'Ochsenweid ont été décrits en détail à propos de la stratigraphie (voir p. 54). Nulle part, ils ne se voient mieux que sur la berge droite du ruisseau n^o 23, dont nous avons donné la coupe (pl. I, fig. 5).

Entre les ruisseaux n^{os} 19 et 20, on trouve sous les brèches polygéniques par lesquelles le Flysch débute, quelques lits de marbres qui reposent sur le Trias de la zone de Krinnen. Localement, ces marbres semblent étroitement liés aux brèches et pourraient appartenir au Flysch du Tauben comme les marbres curieux du ruisseau n^o 23. Ailleurs, les relations sont douteuses et on se demande si une partie au moins n'appartient pas encore au Mésozoïque de la zone de Krinnen.

Les petites écailles ou lentilles de Trias (exceptionnellement de Lias) qu'on trouve dans la région d'Ochsenweid, encastrées dans le Flysch du Tauben, représentent des fragments de replis locaux des noyaux mésozoïques étirés en lentilles. Ce qu'il y a de curieux, toutefois, c'est que la bande principale de Trias de la zone de Krinnen, au-dessous, semble bien continuer et ne pas s'écraser en lentilles ou en écailles.

§ 6. Zone de Gschwend.

La zone de Gschwend est extrêmement écrasée entre le col 1988 et Lauenen. Elle ne forme qu'un chapelet de très petites lentilles de Trias ou de Lias. Ainsi elle traverse le chemin qui descend du col 1988 vers le S., représentée seulement par quelques débris de cornieule reposant sur un peu de schistes verdâtres, tandis qu'immédiatement à l'E. du chemin on ne voit que quelques morceaux isolés de calcaire liasique disparaissant lorsqu'on s'approche de l'arête.

A l'W. du chemin, la zone de Gschwend disparaît bientôt sous du glaciaire, mais elle réapparaît sous forme de lentille de calcaire à entroques à dolomie, un peu au-dessus et à l'E. du chalet supérieur d'Ochsenweid. Entre les ruisseaux n^{os} 24 et 23, on la retrouve avec la même composition mais beaucoup plus bas, comme la carte l'indique, et probablement une petite faille cachée sous le Quaternaire est-elle la cause de cette différence de niveau. Le même phénomène s'observe d'ailleurs pour la zone de Krinnen, qui se trouve aussi à l'W. du ruisseau n^o 24, considérablement plus bas qu'à l'E. Dans le ravin n^o 23, la zone de Gschwend reparait plusieurs fois en lentilles superposées de dolomie ou de cornieule, ou exceptionnellement de calcaire liasique, dans un complexe schisteux qui semble, en partie au moins, être du Flysch. Nous avons donné à propos de la stratigraphie (voir p. 55/56) la coupe de la zone de Gschwend de ce ravin et renvoyons pour les détails aux descriptions qui l'accompagnent.

A l'W. des ravins n^o 23, on ne voit qu'une lentille de calcaire dolomitique, vers 1820 m. d'altitude, entre les ruisseaux n^{os} 22 et 21.

Les complications tectoniques qui affectent la zone de Gschwend dans le ravin n^o 23 n'existent plus ici et cette lentille triasique est le seul représentant de la zone.

Entre les ruisseaux n^{os} 20 et 19, on voit de nouveau la zone de Gschwend; c'est un peu de Trias, sur le Flysch du Tauben qui est ici particulièrement aminci; mais elle est surtout développée et intéressante entre les ruisseaux n^{os} 19 et 18. Ici, en effet, le Lias est en transgression manifeste sur le Trias. Quoique l'écrasement ait presque entièrement supprimé ce Trias sous-jacent, l'existence de brèches dolomitiques extrêmement grossières au contact et une grande irrégularité de sédimentation ne nous laissent pas de doute sur la nature du phénomène. Dans la partie stratigraphique, nous avons donné deux coupes de la zone de Gschwend à ces endroits et nous y renvoyons pour les détails (voir p. 40—44). Immédiatement à l'W. du ruisseau n^o 18, la zone traverse une petite croupe, mais elle est ici de nouveau bien appauvrie. On n'y voit que sur quelques mètres une alternance de bancs de dolomie avec des schistes triasiques. Ce sont des schistes argileux noirs micacés ou bien verdâtres et sans mica. Le Flysch du Tauben sous-jacent contient un immense bloc de grès probablement paléozoïque de 12 m. de longueur et un autre de schistes de Casanna de 6 m. de longueur. Ce sont des blocs exotiques dont nous avons traité à propos de la stratigraphie (voir p. 50).

Entre les ruisseaux n^o 17 et n^o 16.

La zone de Gschwend surgit de l'éboulis en glissement, immédiatement à l'W. du ruisseau n^o 17. Elle forme une petite bande de Trias qui s'écrase près du ruisseau et se poursuit vers l'W., horizontalement d'abord sur une soixantaine de mètres, à l'altitude de 1685 m. environ, puis rejetée par une petite faille 10 à 15 m. plus bas. Avant d'arriver à la grande forêt qui s'étend au-dessous des chalets de Halten, on constate, dans la zone de Gschwend, de bas en haut, la succession suivante:

quelques décimètres de dolomie;

quelques mètres de schistes gris-noirs, cassants, micacés (probablement schistes à Bélemnites du Lias ou schistes du Trias?);

1—2 m. de cornieule;

2—4 m. de dolomie.

En pénétrant maintenant dans la forêt, on ne voit d'abord que quelques petits débris de cornieule isolés dans l'éboulis, ensuite la zone de Gschwend affleure mieux. Environ 70 m. à l'W. de la limite de la forêt, vers l'altitude de 1670 m., elle est constituée de bas en haut de:

Trias: Dolomie.

Lias: Calcaire spathique rose ou bigarré, schistes à Bélemnites.

Trias: Cornieule.

Cet affleurement mésozoïque qui se trouve dans une petite clairière cartographiée, cesse déjà quelques mètres avant le glissement du ruisseau n° 16.

Entre les ruisseaux n° 16 et n° 15.

Le passage de la zone mésozoïque de Gschwend, extrêmement écrasée, ne se trahit que par la présence de deux lentilles vers 1670 m. à 1680 m. d'altitude. Ailleurs, le Flysch du Tauben et le Flysch de la Palette semblent se toucher. La première lentille se trouve environ 100 m. à l'W. du glissement du ruisseau n° 16. C'est une lentille de calcaire spathique clair du Lias; elle a 6 à 7 m. de hauteur et quelques mètres de longueur seulement. La deuxième ne se trouve qu'une vingtaine ou trentaine de mètres plus à l'W. et consiste seulement en quelques mètres de dolomie.

Cette horizontalité de la zone de Gschwend sur un si long segment tient à l'épaississement du Flysch du Tauben qui atteint son maximum une centaine de mètres à l'E. du ruisseau n° 15.

Entre les ruisseaux n° 15 et n° 14.

Nous n'avons plus retrouvé trace de la zone de Gschwend entre les ruisseaux n°s 15 et 14, sauf en un point. Sous le sentier en zigzag qui descend des chalets de Halten vers Zäunenweid, on découvre tout près du Mühlebach (ruisseau n° 14) quelques blocs (de 40 à 50 cm.) de cornieule, dernier vestige de la zone de Gschwend.

Chapitre VI.

Versant occidental de la vallée de la Lenk.

Sur le versant de la Lenk les zones du soubassement qui séparent le Flysch principal de la chaîne, de l'Aalénien de la rive gauche du Wallbach, se trouvent dans un état de lamination extrême et ne forment ensemble qu'une mince bande. La zone mésozoïque d'Ochsenweid a disparu; la zone du Flysch d'Ochsenweid ne subsiste que sous forme de 4 ou 5 petites écailles (lentilles?) de quelques mètres d'épaisseur (voir carte).

Dans son ensemble, le Flysch du Tauben s'amincit également beaucoup plus ici que sur les autres versants. En un endroit il s'écrase entièrement (près des chalets de Sulzig), en un autre il se dédouble (au ruisseau 45) par intercalation d'une écaille mésozoïque intermédiaire, tout en restant très mince.

La zone mésozoïque de Krinnen, dont l'épaisseur varie entre quelques mètres et une vingtaine de mètres, ne semble jamais s'écraser complètement; elle est presque toujours représentée par du Trias, une bande de cornieule, rarement accompagnée de dolomie.

Un seul point fait exception: entre les deux chalets de Unter-Lochberg (ou, autrement dit, entre les ruisseaux n°s 37 et 39, voir fig. 10), ce Trias repose sur un lambeau de Malm que nous avons décrit en détail à propos de la stratigraphie (calcaire à Calpionelles, voir p. 45).

Contrairement aux zones précédentes, la zone de Gschwend est mieux développée sur le versant de la Lenk que sur nos autres versants. Elle est la seule — abstraction faite de la zone du Lochberg qui n'affleure qu'en un point de notre carte —, qui vaille une étude détaillée.

Aussi nous occuperons-nous presque exclusivement de la zone de Gschwend dans la description et les coupes qui suivront, ne faisant qu'ici et là allusion aux zones mésozoïques ou tertiaires sous-jacentes. Notons encore que la bande aalénienne qui traverse le col de Trüttlisberg (Aalénien des Cols) se retrouve fortement développée sur le versant de la Lenk avec ses caractères lithologiques et morphologiques habituels (glissements).

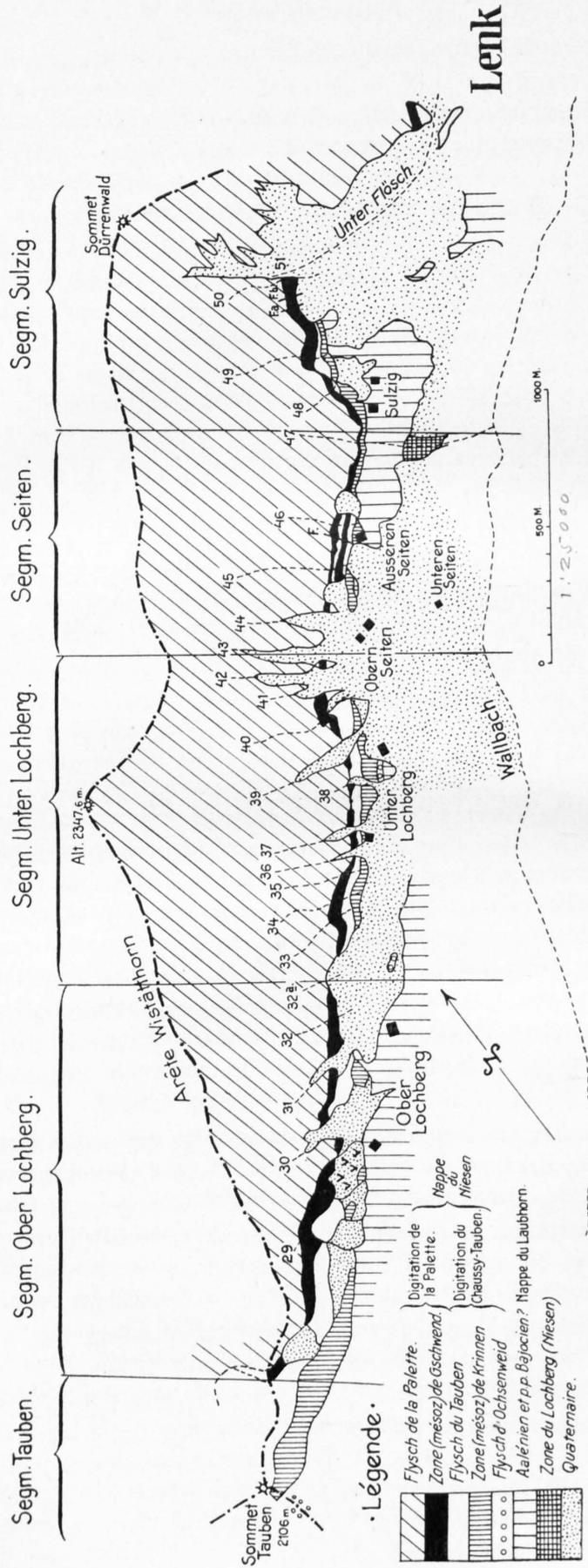


Fig. 10. Esquisse d'orientation du versant Tauben-Lenk avec ruisseaux numérotés.

Nous en reparlerons brièvement au sujet du ruisseau n° 47.

L'étude régionale de la zone de Gschwend se fera du SW. au NE. (voir fig. 10. Esquisse d'orientation).

§ 1. Segment d'Ober-Lochberg.

Entre la région du Tauben et l'éroulement d'Ober-Lochberg.

Nous avons vu (cf. Région du Tauben, p. 74) que là où la zone de Gschwend traverse l'arête nord-est du Tauben, il n'en était conservé que quelques débris. Immédiatement à l'E. de ce point, elle est mieux visible.

On voit distinctement du Trias (plus ou moins 4 m. de cornieule) sur du Lias (plus ou moins 6 m. de calcaire à entroques rose passant à de la brèche dolomitique bigarrée). Sous le calcaire liasique un peu de schistes verdâtres, probablement liasiques, affleurent mal. Le Trias a déterminé une doline indiquée sur la carte dans le Flysch de la Palette.

Une autre se trouve plus bas, un peu à l'E. de l'arête, mais l'herbe cache la roche qu'elle a trouée. Du calcaire spathique se voit encore sous cette dernière doline vers 2030 m. d'altitude, mais il est descendu par faille, à moins qu'il ne soit simplement déchaussé: il est difficile d'en décider. Sur la carte, nous avons isolé cette doline et ce Lias dans une plage de débris de pente. En effet, l'herbe cache ici les terrains et nous empêche de les poursuivre.

Au NE., la zone de Gschwend se développe mieux (voir pl. II, fig. 1, coupes I—VI). On voit d'abord, sur un bombement du versant, quelques petits lits de calcaire à Ariétites, sortant de l'herbe. Des traces de schistes mésozoïques les séparent du Flysch du Tauben. On est à peu près à l'altitude de 2060 m. Mais tout près, on relève la coupe suivante (direction NW.-SE.) environ 230 m. au NE. de l'endroit où la zone de Gschwend traverse l'arête.

Coupe I.

Nous distinguons, de bas en haut:

Flysch du Tauben:

- 1° Quelques décimètres de cornieule (Trias).
- 2° 1—2 m. Calcaire à entroques rose (Lias).
- 3° Plus ou moins 7 m. Schistes gris-noir tachetés ou argentés, passant à 1 m. Schistes verdâtres avec grès schisteux décomposé. Ce sont des «schistes à Bélemnites».
- 4° 5—6 m. Blocs de «calcaire à Ariétites» partiellement éboulés. Lias.
- 5° 2,50 m. Banc de «calcaire à Ariétites». Au sommet, du calcaire à entroques clair accompagne le calcaire à Ariétites foncé et riche en concrétions siliceuses. Lias. Débris de pente.
- 6° Flysch de la Palette. Niveau schisto-gréseux inférieur.

Cette coupe offre une succession intéressante qui rappelle fortement celle des ruisseaux nos 28 et 28 a de la région du Tauben (comparez pl. I, fig. 3). Ici comme là, le calcaire à Ariétites est au sommet de la zone de Gschwend et le calcaire spathique rose à la base. Le grand paquet schisteux qui sépare les deux calcaires correspond aux schistes à Bélemnites des dits ruisseaux.

On retrouve également, quoique en petits fragments, le Trias qui supporte le calcaire à entroques roses. Mais le Trias qui repose sur les schistes liasiques dans les ruisseaux nos 27 et 28, fait défaut dans cette coupe.

Cependant, on en voit trace une soixantaine de mètres plus au NE., où quelques blocs isolés de cornieule gisent sur les schistes à Bélemnites (ces blocs ne représentent pas du glaciaire), ou plus loin encore, où l'on trouve un peu de Trias (dolomie et cornieule) au sommet de la grande lentille de calcaire à entroques qui donne lieu à l'éroulement d'Ober-Lochberg figuré sur la carte. Mais dans l'un comme l'autre cas, le calcaire à Ariétites, dont la coupe représente la seule lentille existant au S. du ruisseau n° 31 sur le versant de la Lenk, manque par écrasement; de sorte qu'on ne peut fixer la position exacte de ce calcaire vis-à-vis des lentilles supérieures de Trias. Toutefois, il est probable que cette position est analogue à celle qu'on observe dans la région du Tauben et qu'il faut distinguer, ici comme là, une écaille supérieure composée de Trias surmonté de calcaire

à Ariétites. De cette écaïlle supérieure il ne reste que de rares petites lentilles qui ont échappé à l'écrasement.

Les coupes semi-schématiques II, III, IV, V et VI donnent une idée des transformations longitudinales de la zone de Gschwend vers le NE.

La coupe II passe 50 m., la coupe III environ 100 m., la coupe IV 120 m. au NE. de la coupe I. La coupe V passe par le ruisseau n° 29; c'est ici que les schistes à Bélemnites atteignent leur épaisseur maximale (25 à 30 m.). La coupe VI enfin tranche les escarpements qui donnent lieu à l'éroulement d'Ober-Lochberg et dont les rochers sont bien visibles de loin. Cette dernière coupe est schématique, les épaisseurs ne sont pas mesurées, mais évaluées approximativement. Les rochers escarpés sont composés de calcaire à entroques, qui forme soudainement une grosse lentille. Cette lentille descend fortement vers le NE. et s'écrase avant d'atteindre le ruisseau à glissement n° 30; elle est relayée par un peu de cornieule qui est en contact avec le glissement.

Entre les ruisseaux n° 30 et n° 31.

De l'autre côté du ruisseau n° 30, la zone de Gschwend se trouve tout à coup une vingtaine de mètres plus haut, remontée par une faille cachée sous le Quaternaire.

Jusqu'au promontoire indiqué sur la carte par un fort crochet des isohypses, on voit se dresser deux petits ressauts rocheux (quelques mètres d'épaisseur) vers 1940—1950 m. Ils sont dus à deux lentilles de calcaire spathique clair accompagné au sommet de dolomie et de cornieule (voir fig. 11).

Entre les lentilles I et II, la zone mésozoïque est écrasée à quelques centimètres de cornieule près. Sous le calcaire à entroques II on a des schistes verts et gris (Lias, Trias?) et sous eux le Flysch du Tauben avec au sommet quelques lentilles de brèche dolomitique. Entre la petite paroi II et l'arête du promontoire, les calcaires spathiques sont remplacés par plusieurs mètres de schistes à Bélemnites, surmontés de quelques lits de dolomie (quelques décimètres).

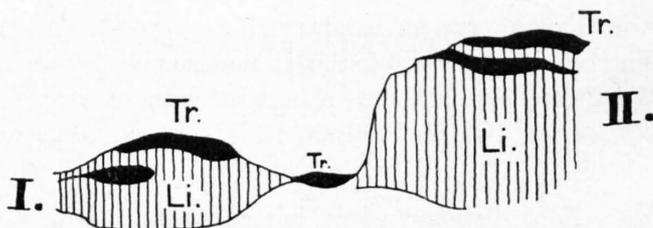


Fig. 11. Croquis de la zone de Gschwend près du ruisseau 30.

Au flanc nord-est du promontoire on observe la succession suivante, de haut en bas:

Flysch de la Palette, niveau schisto-gréseux, schistes, calcaires gréseux et fines brèches dolomitiques intercalées.

- a) 1 m. Dolomie grise (Trias).
- b) 30 cm. Grès siliceux gris clair, brun par décomposition (Trias).
- c) 50 cm. Schistes verts triasiques non micacés.
- d) 3 m. Dolomie et cornieule (Trias).
- e) 25 cm. Grès siliceux gris (Trias).
- f) 40 cm. Cornieule, dolomie et un peu de schistes verts (Trias).
- g) 2 m. Calcaire à entroques passant, surtout vers le haut, à de la brèche dolomitique (Lias).
- h) 35 cm. Schistes gris-verts, micacés, luisants, à lentilles de calcaire, parfois gréseux, pyriteux, et souvent verdâtre. Lias?
- i) 4 m. Schistes à Bélemnites, gris-brun ou gris-noir, à mica dispersé, en paquets bien lités. Lias.

Sous ces schistes à Bélemnites, après un peu d'éboulis, apparaissent encore d'autres paquets schisteux, des morceaux d'une brèche à dolomie et à calcaire foncé, de la cornieule, etc. Mais tout cela est plus ou moins déchaussé et ne montre aucune succession nette.

Cette coupe a son intérêt grâce au beau développement du Trias (grès: élément rare!) qui repose sur le Lias spathique et schisteux.

Entre le ruisseau n° 31 et l'éboulis 32a.

Au N. du ruisseau à glissement n° 31, le calcaire à Ariétites réapparaît dans la zone de Gschwend, surmontant de la cornieule, de la dolomie et des schistes verts triasiques. Il est comme toujours au sommet de la zone en contact mécanique avec le Flysch de la Palette, et il forme un petit escarpement bien marqué sur le terrain entre les ruisseaux n°s 31 et 32.

Une dizaine de mètres au NE. du ruisseau n° 31, on relève la coupe suivante, du haut en bas (voir pl. II, fig. 2, coupe I):

- a) 3 m. Calcaire à Ariétites (Lias). Très typique, des restes d'Ammonites et de Bélemnites ne sont pas rares.
- b) 5—6 m. Cornieule et dolomie à intercalations de schistes triasiques. En partie éboulé.
- c) 8 m. Paquet de schistes sombres avec quelques petits lits de brèche dolomitique fine. Les schistes, comme les brèches, rappellent par endroits beaucoup le Flysch. Lias? Flysch? Nous ne l'avons pas figuré sur la carte géologique.
- d) 1—2 m. Brèche grossière (éléments de plusieurs centimètres de diamètre) à dolomie et calcaire à Ariétites (?). Sur la carte, indiquée comme «Lias».
- e) 2 m. (visibles). Schistes généralement luisants avec quelques lentilles plus dures. Age problématique. Non figuré sur la carte.
5 m. Eboulis.
- f) Brèche polygénique laminée du Flysch du Tauben, affleurant seulement dans le ruisseau n° 18 en quelques petits lits. Non figurée sur la carte; dimensions trop minimes.

Les complications que présentent cette coupe sous le Trias *b* disparaissent sous les éboulis une dizaine de mètres déjà plus au NE.; et jusqu'à la pente d'éboulis 32 *a*, environ 250 m. plus loin, la zone de Gschwend ne montre que des calcaires à Ariétites reposant sur le Trias.

Dans le lit du ruisseau n° 32, on observe un Trias bien développé (dolomie, schistes verts, cornieule; plus de 10 m. de puissance) sous 5—7 m. de calcaire à Ariétites.

Entre le ruisseau n° 32 et l'éboulis 32 *a*, la zone de Gschwend affleure moins bien. Ici et là on voit sortir de l'éboulis un peu de calcaire à Ariétites avec au-dessous des traces de cornieule.

§ 2. Segment d'Unter-Lochberg.

Entre l'éboulis 32 a et le ruisseau n° 33.

Au flanc sud-est de la croupe qui s'élève au S. du ruisseau n° 33, la zone de Gschwend sort de la couverture quaternaire sous forme de quelques bancs de dolomie, accompagnés de cornieule. Près de l'arête de la croupe, quelques blocs de brèche dolomitique liasique s'observent sous ces couches triasiques.

Au flanc sud-est de la croupe, ce même Trias, mais moins développé, repose sur des schistes dorés et verts. La base de la zone de Gschwend est en partie cachée par un peu de glissement et de l'éboulis. Un gros bloc dans lequel du grès est associé à de la dolomie s'y dresse, isolé, sur la pente.

Entre les ruisseaux n° 33 et n° 37.

Sur la croupe suivante, entre les ruisseaux n°s 33 et 34, la zone de Gschwend reparait. On observe, de haut en bas:

- a) Quelques décimètres: Dolomie fracturée.
- b) 8 m. Schistes à Bélemnites (présence de Bélemnites), avec rares petites lentilles de calcaire à entroques bréchoïde.
- c) 1,50 m. Belle dolomie jaune.

Sur la croupe qui sépare les ruisseaux n°s 34 et 35, on voit une succession pareille, grande épaisseur de schistes à Bélemnites liasiques (sans calcaire spathique) avec traces de Trias au sommet et du Trias un peu mieux visible (plus ou moins 1 m.) à la base.

Sur le petit dos d'âne suivant, l'écrasement a été si fort qu'il ne reste de la zone de Gschwend que quelques morceaux isolés de Trias. Le Flysch du Tauben aussi est ici presque étranglé.

On est maintenant arrivé au chalet supérieur (altitude 1760 m.) d'Unter-Lochberg, qui est au pied de la petite croupe 36—37.

La cornieule de la zone de Krinnen affleure autour du chalet et supporte le Flysch du Tauben, encore très aminci. De la zone de Gschwend, on ne voit de nouveau que de maigres débris — quelques décimètres de cornieule — au flanc sud-ouest de la croupe, accompagnée d'un peu de «schistes à Bélemnites».

Entre les ruisseaux n° 37 et n° 39.

Nous ne nous arrêterons pas à la description de la zone de Gschwend, qui affleure mal ici et dont l'écrasement n'a épargné que quelques petites lentilles triasiques. Mais cette fois, c'est la zone de Krinnen qui est intéressante. On est ici entre les chalets supérieur (1760 m.) et inférieur (1660 m.) d'Unter-Lochberg où la cornieule, qui représentait seule jusqu'ici la zone de Krinnen, est accompagnée à sa base de l'unique lambeau de Malm du versant de la Lenk. Nous l'avons décrit dans la partie stratigraphique (voir calcaire à Calpionelles, p. 44/45). Sous le calcaire à Calpionelles, on voit affleurer en un endroit quelques mètres de Flysch. C'est le Flysch d'Ochsenweid qui sépare le Malm de l'Aalénien des cols sous-jacent.

Le ruisseau n° 40.

Sur le flanc septentrional de la croupe qui est comprise entre les ruisseaux nos 39 et 40, la zone de Gschwend est composée de haut en bas de

Schistes verts à lentilles gréseuses	} Lias;
Calcaire à Ariétites	
Cornieule. Trias;	
Schistes à Bélemnites. Lias.	

La zone descend d'abord du haut de la berge jusque près du lit, mais au lieu de le traverser directement, elle monte vers l'W. en longeant le ruisseau dans lequel elle ne passe qu'à environ 1695 m. d'altitude. C'est que la zone de Gschwend est affectée ici d'un petit repli.

Sur la rive gauche, le calcaire à Ariétites continue, surmonté de schistes liasiques et reposant sur de la dolomie, qui n'affleure pas près du lit. Le Flysch du niveau inférieur de la Palette transgresse ici sur ce Lias et Trias de la zone de Gschwend avec une brèche dolomitique basale.

C'est un affleurement de grande importance. A propos de la stratigraphie du Flysch de la Palette, nous avons donné sa description (voir p. 8/9).

Le calcaire à Ariétites du ruisseau n° 40 est intimément lié à des schistes verts micacés, plus ou moins gréseux; d'autre part — chose qui arrive exceptionnellement —, il passe à du calcaire à entroques gris clair à gravier dolomitique.

Sur la berge gauche, nous avons découvert des fragments d'Ariétites et de *Belemnites acutus* dans ces calcaires.

Entre les ruisseaux n° 42 et n° 43.

Un petit îlot d'affleurement émerge des matériaux de déjection vers 1670 m. d'altitude. On y retrouve quelques traces de la zone de Gschwend (b); on observe de haut en bas:

- a) Flysch de la Palette, niveau inférieur.
- b) Quelques mètres de schistes mésozoïques (Lias?) sur le versant nord; banc de dolomie grise sur le versant sud.
- c) Flysch du Tauben à brèches polygéniques.

§ 3. Segment de Seiten.

La croupe entre les ruisseaux n° 44 et n° 45.

Au pied de la croupe qui se trouve au N. du chalet d'Oberen Seiten, on observe un peu de Flysch d'Ochsenweid sous la bande triasique de la zone de Krinnen. Le Flysch du Tauben et la zone de Gschwend sont presque entièrement cachés par de la végétation et des débris de pente; ce n'est qu'aux abords du ruisseau n° 45 que ces zones affleurent mieux.

Ruisseau n° 45 et ravinements d'Äusseren Seiten (voir fig. 10).

Sur les berges du ruisseau n° 45 et plus au NE., jusqu'au ruisseau n° 46, intervient soudainement une complication dont on ne trouve plus vestige dans le voisinage. Le Flysch du Tauben se dédouble, par intercalation d'une écaïlle mésozoïque qu'on peut poursuivre sous forme d'une série de lentilles alignées sur presque 250 m. de longueur. Le Lias, qui est le principal constituant de cette écaïlle, a le type du Lias de la zone de Gschwend et, selon toute probabilité, on a affaire à un repli local laminé ou à une écharde détachée de cette zone et non de la zone de Krinnen.

Sur la berge droite du ruisseau n° 45, on a, de bas en haut, les couches suivantes (direction N. 70° E.; plongement 20° vers le N.; mais variables):

- a) Cornieule, banc principal. Au pied de la pente. Zone de Krinnen.
 - b) Quelques mètres de Flysch du Tauben en partie couvert d'éboulis. Eboulis.
 - c) Cornieule et dolomie, visibles en place seulement sur quelques mètres. Trias de l'écaïlle intermédiaire.
 - d) Calcaire à entroques passant à une brèche dolomitique grossière à schistes verts. Epaisseur 2,50 m.
 - e) Schistes à Bélemnites. Epaisseur 3 m.
- d* et *e*: Lias de l'écaïlle intermédiaire.
- f) Brèche polygénique du Tauben: une quinzaine de mètres.

Sur plusieurs mètres les affleurements sont cachés par de l'éboulis.

- g) Fragments de dolomie et de cornieule, n'affleurant que sur quelques décimètres d'épaisseur. Zone de Gschwend, vestiges du Trias.
- h) Flysch de la Palette, riche en schistes noirs.

Sur la berge gauche, on observe quelques légères modifications dans la succession qui reste en grand la même. La cornieule de la zone de Krinnen est cachée sous l'éboulis, mais la bande inférieure de Flysch du Tauben affleure de nouveau.

Le calcaire à entroques bréchoïde de l'écaïlle intermédiaire semble ici supporter de la dolomie (en lentille, épaisseur maximale 3 m.) et ne plus reposer sur du Trias. Cette lentille de dolomie est intimement liée à la brèche liasique sous-jacente, mais ne semble pas, cependant, en faire partie.

Au-dessus de la dolomie on voit, émergeant du sol, du calcaire

marmoréen compact, mésozoïque d'âge inconnu (25 cm. visibles); il est par le haut en contact avec des brèches polygéniques du Flysch du Tauben (bande supérieure). Ce Flysch n'affleure que sur quelques mètres et le Trias de la zone de Gschwend semble entièrement écrasé dans le lit du ruisseau n° 45.

L'esquisse (fig. 12) montre comment ces affleurements de la berge gauche se poursuivent dans les petits ravinements d'Äusseren Seiten jusqu'à près du chalet cartographié.

Examinons rapidement cette esquisse.

La partie tout à fait supérieure est constituée par le Flysch schisteux de la Palette.

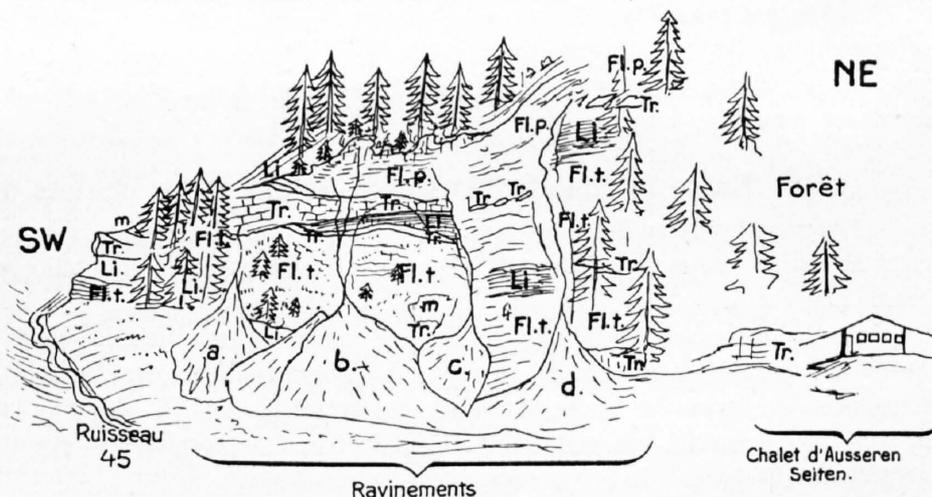


Fig. 12. Esquisse des ravinements d'Äusseren Seiten (et ruisseau 45).

Flp = Flysch de la Palette. Tr = Trias.
Flt = Flysch du Tauben. m = Calcaire marmoréen (âge indéterminé).
Li = Lias.

La zone de Gschwend.

Ce Flysch repose sur le Mésozoïque de la zone de Gschwend qui est surtout développée entre les ruisselets n^{os} 45 *a* et 45 *c*. La zone de Gschwend y est formée de deux écaillés de Trias-Lias, qui ne sont du reste pas complètes sur une même verticale.

On observe la coupe globale suivante, de haut en bas :

Lias: Calcaire à Ariétites: une seule et petite lentille.

Trias: Calcaire dolomitique en bancs et plaquettes: dolomie schisteuse et schistes triasiques, cornieule. Ce Trias s'amincit vers le ruisseau n^o 45 *c*. Epaisseur maximale 6—7 m.

Lias: Schistes à Bélemnites. Ce Lias s'épaissit vers le ruisseau n^o 45 *c*. Epaisseur maximale environ 6 m.

Trias: Mince bande (quelques décimètres) de calcaire dolomitique très recristallisé.

Entre les ruisselets n^{os} 45 *c* et 45 *d*, un vestige de Trias trahit le passage de la zone de Gschwend et au NE. du ruisseau 45 *d*, on retrouve la zone tout à coup une dizaine de mètres plus haut (un peu de Trias sur plusieurs mètres de schistes à Bélemnites). Le cours du dernier ruisseau coïncide en effet avec une petite faille.

La bande supérieure du Flysch du Tauben est riche en brèches fortement laminées. C'est dans le lit du ruisseau n^o 45 *b* qu'on constate dans ce Flysch le grand bloc de Prasinite auquel nous avons fait allusion à la page 49.

L'écaïlle mésozoïque intermédiaire n'affleure bien qu'entre le ruisseau n^o 45 *a* et le ruisseau principal n^o 45, quoique en partie cachée dans les sapins (voir esquisse). On en voit des traces (quelques morceaux isolés de Lias, accompagnés de Trias) entre les cônes *a* et *b*. On doit ensuite attribuer à cette écaïlle le petit affleurement de calcaire marmoréen (*m*) gris clair qui se trouve directement sous des brèches du Tauben, entre les cônes *b* et *c*. Il y a aussi un peu de Trias ici. Le calcaire marmoréen contient à côté de débris d'organismes indéterminables, de *rares* Bélemnites. Il se débite en minces plaquettes.

Entre les ruisselets n^{os} 45 *c* et 45 *d* un paquet de schistes à Bélemnites représente l'écaïlle intermédiaire. Au bord gauche du ruisseau 45 *d*, elle est composée de haut en bas de calcaire marmoréen, de schistes verts micacés (Trias? Lias?) de dolomie et de calcaire saccharoïde. L'affleurement est mauvais (débris isolés).

Entre le chalet d'Äusseren Seiten et les chalets de Sulzig.

Les zones visibles dans ces ravinelements se laissent poursuivre vers le NE., dans la forêt derrière le chalet d'Äusseren Seiten et jusqu'au ruisseau n^o 46 (langue déboisée indiquée par le topographe).

Le dédoublement du Flysch du Tauben existe encore. Mais les zones mésozoïques n'affleurent que d'une façon très imparfaite en séries de blocs ou de fragments isolés, mais alignés. La carte schématise et figure des zones continues, interrompues au NE. par une petite flaque d'éboulis. De la zone de Gschwend, on voit ici et là un morceau de cornieule et de dolomie et parfois un peu de schistes liasiques. La zone mésozoïque intermédiaire, surtout représentée par du calcaire spathique à éléments dolomitiques, se termine vers le NE. par un peu de Trias (cornieule et schistes verts).

Le Trias de la zone de Krinnen — toujours formé de cornieule — se trouve au pied de la pente boisée et disparaît une cinquantaine de mètres au NE. du chalet sous l'éboulis. Et enfin, l'Aalénien apparaît sous ce Trias avec ses schistes à rognons.

Les complications d'Äusseren Seiten que nous venons de décrire en détail sont très localisées. Déjà quelques dizaines de mètres au NE. du ruisseau n^o 46, toutes les zones disparaissent sous le Quaternaire. De l'autre côté de cette couverture, on ne constate, jusqu'à une centaine de mètres au NW. du chalet de Sulzig, qu'une seule bande de cornieule entre le Flysch de la Palette et l'Aalénien. Cette cornieule longe le sentier qui mène d'Äusseren Seiten à Sulzig et atteint 15 à 20 m. d'épaisseur.

Le Flysch du Tauben, qui se dédoublait auparavant, est ici totalement écrasé et la bande de Trias semble représenter en même temps la zone de Krinnen et la zone de Gschwend, pour une raison que nous verrons tout à l'heure. En aucun endroit l'écrasement n'a supprimé autant de zones de notre soubassement qu'ici.

Le ruisseau n° 47 (Moritzgraben).

Nous donnerons une coupe schématique (fig. 13) du Moritzgraben, parce que c'est seulement dans ce ruisseau que notre carte empiète sur une zone inférieure à l'Aalénien, la zone du Lochberg.

La partie supérieure de la coupe traverse l'unique bande de cornieule dont nous venons de parler. Une dizaine de mètres de schistes dont nous ignorons l'âge (Trias? Lias? Flysch?) sépare la cornieule du Flysch de la Palette, sur la rive droite et dans le lit du ruisseau. Ce sont des schistes brun-jaune, à rares lentilles ferrugineuses, l'un comme l'autre indéterminables à cause de leur état de décomposition.

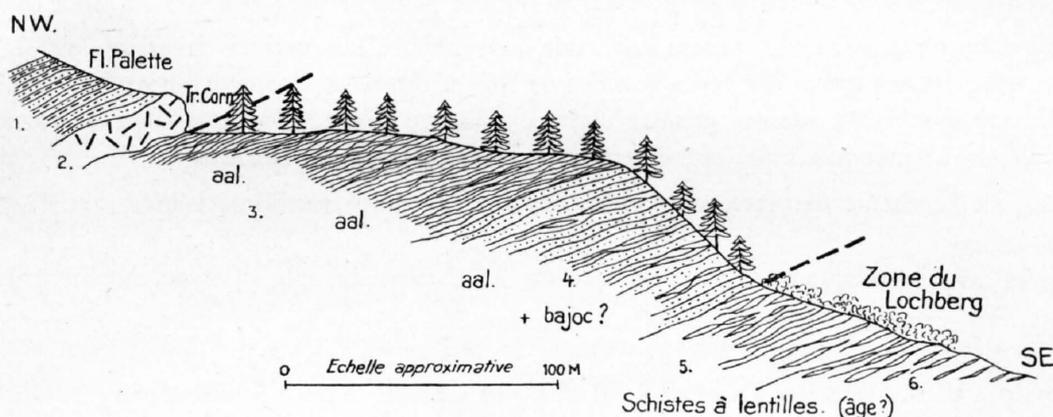


Fig. 13. Coupe du Moritzgraben (ruisseau 47). N°s 1-6 voir texte.

Dans le haut de la berge gauche où passe notre coupe, ce complexe schisteux ne se voit plus et le Flysch de la Palette avec ses schistes noirs luisants et cassants, ses grès et fines brèches, repose directement sur la cornieule.

De haut en bas, on constate :

Nappe du Niesen	{ 1° Flysch de la Palette.
	{ 2° Cornieule (zone de Gschwend et zone de Krinnen).
Nappe du Laubhorn	{ 3° Schistes argileux noirs à rognons pyriteux. Aalénien.
	{ 4° Complexe de grès siliceux sombres, schisteux et micacés.
	Des traces d'algues en relief sur les surfaces.
Nappe du Niesen	{ 5° Schistes noirs à lentilles gréseuses et calcaires, passant à
(Zone du Lochberg)	{ 6° Schistes verts à lentilles diverses.

Examinons de plus près les trois derniers complexes.

Les grès siliceux n° 4 se rattachent sans aucun doute aux schistes aaléniens auxquels ils passent manifestement. Nous avons mentionné ces grès à propos de la stratigraphie de la nappe du Laubhorn (p. 58). Leur âge précis nous reste inconnu, faute de fossiles. Peut-être ne rentrent-ils plus dans l'Aalénien et appartiennent-ils déjà au Bajocien. Sur la carte, nous ne les avons pas distingués de l'Aalénien.

Complexe n° 6.

Des complexes n°s 5 et 6 qui représentent la zone de Lochberg, l'inférieur, qui est le plus important et le plus intéressant, demande d'abord notre attention; il a une épaisseur d'une trentaine de mètres au moins. Sa partie supérieure figure seule sur notre carte et dans la coupe. *Au-dessous du chemin cartographié* qui traverse le ruisseau vers 1520 m., il continue très bas dans le lit du ruisseau.

Ses schistes verts («schistes brillants») contiennent des lentilles ou lits de :

- a) Calcaires bréchoïdes et brèches à calcaires divers, fortement recristallisés, broyés et marmorisés. Généralement en masses lenticulaires avec enveloppes de schistes brillants verdâtres.
- b) Calcaires ou marbres de teintes variables, à délits schisteux verts.
- c) Marbre blanc et calcaire marmorisé blanc (en plaquettes).
- d) (Rare) calcaire siliceux; calcaire gréseux; quartzite.

Au-dessus du sentier, les lentilles gréseuses semblent plus fréquentes, les lentilles marmoréennes plus rares. Ici on observe dans les schistes verts surtout les roches suivantes, de nouveau généralement en forme de lentilles :

- a) Calcaires plus ou moins gréseux fins, durs et pyriteux, à cassure grise ou faiblement verdâtre.
- b) Calcaire gréseux grossier à cassure brillante, de couleur grise: on y voit de petits yeux de quartz et parfois quelques plages spathiques. Il contient de grosses paillettes de mica et de la pyrite.
- c) Grès fin ou grossier, de cassure gris clair ou verdâtre. Les variétés grossières ont de grands quartz d'aspect gras. De belles lentilles de grès s'observent au bord du sentier (rive droite).
- d) Marbre compact à cassure grisâtre claire ou d'autre teinte. Seulement quelques lentilles.
- e) Calcaire à entroques noir, grossièrement spathique (plusieurs lentilles).

L'aspect bréchoïde de certaines couches est surtout causé par l'interpénétration de plusieurs lentilles.

Le calcaire spathique (e) macère en quelque sorte dans du grès (c) et du calcaire gréseux (b).

Complexe n° 5.

Environ 6 m. au-dessus du sentier, la série des schistes verts à lentilles passe manifestement au complexe n° 5, qui atteint une trentaine de mètres d'épaisseur.

C'est une série très analogue à la première, dans laquelle les schistes verts sont remplacés par des schistes noirs. On y retrouve les mêmes lentilles. Le calcaire gréseux fin ou grossier, à pyrite, est de nouveau fréquent. En un point, nous avons découvert, au milieu du complexe n° 5, une lentille de calcaire spathique noir, à entroques, identique à celles que nous venons de signaler dans le complexe inférieur. Le calcaire spathique s'y trouve associé à du calcaire gréseux fin, pyriteux, de couleur grise, faiblement verdâtre. Des lentilles de marbre ne semblent plus exister.

Le contact entre la série n° 5 et le complexe 4 est masqué par de l'éboulis.

Comme nous l'avons exposé dans la note préliminaire (71), il existe au S. de la bande aalénienne des cols de Trüttli et de Krinnen encore plusieurs zones de terrains de la nappe du Niesen; la plus élevée est celle qui nous occupe: la zone du Lochberg. Elle se trouve directement sous cette bande aalénienne qui semble bien représenter la nappe du Laubhorn. La zone du Lochberg contient des séries des plus typiques de la nappe du Niesen, surtout lorsqu'elle affecte le faciès schisteux vert.

Il suffit d'examiner successivement les affleurements du Sulzgraben (série à schistes brillants), les complexes verts (par exemple Nummulitique vert) qui accompagnent la zone de Krinnen, les marbres à schistes brillants à Gschwend et la zone du Lochberg (dans le torrent du Lochberg, dans le Moritzgraben et ailleurs) pour s'en convaincre. Partout on trouve ces curieux schistes verts à marbres ou autres lentilles, ce faciès récurrent dont l'âge varie avec les endroits.

Une partie, en tout cas, des complexes verts de la zone du Lochberg est de nouveau Nummulitique, puisque nous y avons découvert des Nummulites (très rares, il est vrai), en dehors du terrain cartographié (au torrent du Lochberg; voir note préliminaire).

Cette existence d'un Nummulitique vert dans la zone du Lochberg, faciès si spécial, déjà connu dans le Flysch d'Ochsenweid et dans le Flysch du Tauben, est la plus forte preuve pour l'attribution de cette zone à la nappe du Niesen.

Quant au Moritzgraben, les séries nos 6 et 5, très caractéristiques de la zone du Lochberg, restent d'âge inconnu. Nous n'y avons pas trouvé de Nummulites, ni de traces d'autres organismes déterminables.

Les couches vertes qui affleurent au-dessus du sentier nous rappellent fortement les Flysch verts de la nappe du Niesen, mais la récurrence des faciès dans ces séries nous défend d'en déduire quoi que ce soit.

§ 4. Segment de Sulzig.

Derrière les chalets de Sulzig (1600 m. d'altitude), la grande bande triasique (cornieule) qui sépare le Flysch de la Palette de l'Aalénien, se dirige vers le N. avec une vingtaine de mètres d'épaisseur. Mais tout à coup, au ruisseau n° 48, le Flysch du Tauben, qui était sur plusieurs centaines de mètres écrasé, revient dans ce Trias, d'abord très mince, et s'épaississant vers le N.

C'est pour cette raison que la bande unique de Trias nous a semblé représenter à la fois la zone de Gschwend et la zone de Krinnen.

Dans le haut de la berge droite du ruisseau n° 48, on voit ainsi de haut en bas :

Flysch de la Palette.

Cornieule, 30 cm. Trias de la zone de Gschwend.

Flysch, 1 m.

Dolomie, 50 cm. Trias de la zone de Gschwend.

Brèche polygénique, plus ou moins 8 m. Flysch du Tauben.

Cornieule, plusieurs mètres: Trias de la zone de Krinnen.

L'intercalation d'un peu de Flysch dans le Trias de la zone de Gschwend semble manifeste, mais ne représente qu'un petit détail et n'est le fait que d'une complication très localisée. Sur la berge gauche du ruisseau n° 48, la zone de Gschwend est bien mieux développée.

Sous son Trias (2 m.) apparaissent des schistes verts liasiques (2 m.) et quelques gros blocs de calcaire spathique rose. Dans la forêt qui s'étend entre les ruisseaux nos 48 et 49, on voit d'abord encore des traces de la zone de Gschwend: c'est surtout un peu de Lias, le Trias s'écrasant déjà bien vite. Mais ensuite, la zone semble entièrement s'écraser (voir carte géologique) et ne revenir qu'une quarantaine de mètres au S. de la limite septentrionale du bois. C'est un banc de calcaire spathique rose, surmonté de cornieule, à l'altitude de 1600 m. environ.

Le ruisseau n° 49.

Dans le ruisseau n° 49, la zone de Gschwend est très bien développée. Au-dessus du sentier (non cartographié) qui se trouve vers 1600 m. d'altitude, sur la rive droite du ruisseau, on relève la coupe suivante, de haut en bas (voir pl. II, fig. 2, coupe II):

Schistes et grès calcaires (Flysch de la Palette):

1° 3 m. «Calcaire à Ariétites» (Lias). Calcaire finement grenu, par endroits finement spathique, de patine bleu clair, tachetée de jaune et de cassure grise, généralement foncée.

Quelques mètres d'éboulis.

2° 1 m. Banc de dolomie (Trias).

3° 30 cm. Grès schisteux à délits gris-vert, micacé (Trias).

Quelques mètres d'éboulis.

4° \pm 10 m. Schistes bigarrés du Trias (violets et verts) avec intercalations de dolomie et de cornieule.

5° 4 m. Cornieule (Trias).

6° 2 m. «Schistes à Bélemnites» tachetés, micacés (Lias).

7° 2 m. Calcaire spathique (entroques) clair, à gravier dolomitique, très veiné de calcite (Lias).

8° 5 m. Schistes à Bélemnites, comme sous n° 6.

Les schistes à Bélemnites n° 8 affleurent sur le sentier près de l'endroit où il sort du bois et ils reposent directement sur le Flysch du Tauben.

Les épaisseurs des couches varient d'un endroit à l'autre, par la structure lenticulaire des complexes. Localement, les couches sont aussi un peu déchaussées, mais jamais au point de dissimuler la succession originelle:

Lias: Calcaire à Ariétites.

Trias: Dolomie, cornieule, grès et schistes.

Lias: Schistes et calcaire à entroques.

La couche 2 s'épaissit beaucoup sur le sentier, où la dolomie est associée à de la cornieule.

Dans le lit du ruisseau n° 49, la zone de Gschwend est moins riche: le calcaire à entroques est écrasé; les schistes et grès triasiques ont disparu et le calcaire à Ariétites est moins reconnaissable. La coupe suivante, relevée dans le lit, englobe aussi les zones inférieures (voir pl. II, fig. 2, coupe III).

Nous notons, de haut en bas:

Flysch de la Palette:

1° + 2 m. Schistes calcaires et calcaire schisteux noir, non micacés. Lias.

2° 12—15 m. Trias interrompu par de l'éboulis: dolomie reposant sur de la cornieule.

3° 6 m. Schistes à Bélemnites. Lias.

1, 2 et 3 constituent la zone de Gschwend.

Un peu d'éboulis.

4° 8 m. Flysch du Tauben, surtout de la Brèche polygénique laminée.

5° Une dizaine de mètres de cornieule (zone de Krinnen).

La partie inférieure de la cornieule est monogénique, la partie supérieure riche en fragments de grès verdâtre.

6° 4 m. Schistes gris-noir en partie tachetés, en alternance avec lits de calcaire gréseux (yeux de quartz). Flysch d'Ochsenweid probablement.

Eboulis.

7° Schistes aaléniens noirs à concrétions pyriteuses (sous le chemin principal de Sulzig à la Lenk).

On voit dans cette dernière coupe à quel point le Flysch du Tauben est écrasé dans le lit du ruisseau, il n'en reste qu'une dizaine de mètres. Le complexe 6 (non figuré sur la carte géologique) qui repose sur l'Aalénien, affleure mal, mais semble bien représenter le Flysch d'Ochsenweid. Ce serait un des rares vestiges de cette zone de Flysch sur le versant de la Lenk. Nous en connaissons déjà à Unter-Lochberg et à Obern Seiten, mais là mieux développés.

Sur la berge gauche du ruisseau n° 49, la succession des terrains de la zone de Gschwend est comme sur la berge droite: du calcaire spathique foncé du type des calcaires à Ariétites est en contact avec le Flysch de la Palette et repose sur du Trias bien développé; dans le paquet de schistes liasiques qui forment la base de la zone se trouvent encastrées plusieurs lentilles de calcaire à entroques rose.

Sur les cent premiers mètres au NE. du ruisseau n° 49, la zone de Gschwend dominant le Flysch du Tauben et la zone de Krinnen, passe par des endroits très raides, ravinés par plusieurs petits ruisselets (non indiqués par le topographe, ni sur l'esquisse d'orientation). On a ici des successions pareilles à celle de la berge gauche du ruisseau n° 49.

Le calcaire à Ariétites ne se trouve qu'ici et là en petites lentilles isolées sur le dos d'un Trias très développé (dolomie compacte ou schisteuse, schistes bariolés, cornieule) et sous ce Trias on constate de nouveau des schistes et des calcaires spathiques liasiques.

En un endroit, où la pente est particulièrement escarpée et difficile à gravir, une bande de dolomie s'intercale entre le calcaire spathique clair et le Flysch du Tauben et en résumant nos ob-

servations dans les environs du ruisseau n° 49, on reconstitue ainsi deux écailles originelles dans la zone de Gschwend, comme dans la région du Tauben et d'Ober-Lochberg.

Ecaille supérieure:	{	<i>Lias</i> : Calcaire à Ariétites, ou pareils calcaires liasiques sombres et localement schisteux. <i>Trias</i> : Dolomie (p. p. schisteuse), cornieule, schistes bariolés.
Ecaille inférieure:	{	<i>Lias</i> : Schistes à Bélemnites avec lentilles de calcaire à entroques rose ou gris. <i>Trias</i> : Calcaire dolomitique.

Au NE. de ces affleurements, l'Aalénien, la zone de Krinnen et le Flysch du Tauben disparaissent sous l'éboulis jusqu'au grand torrent d'Unterflösch (n° 51), comme l'indique la carte géologique.

Il ne reste que la zone de Gschwend, et le Flysch de la Palette.

On est tout d'abord frappé par le grand développement du calcaire à Ariétites, qui forme une longue bande coupée deux fois par de petites failles. La première la rejette environ 5 m., la seconde 10 m. plus bas. C'est un calcaire très sombre qui se débite en petits lits et devient localement très schisteux (calcschistes). Dans tout le segment de Sulzig, le calcaire à Ariétites a ces caractères. Il est moins spathique (entroques), plus foncé et plus schisteux, que le calcaire à Ariétites du Tauben (p. 73). Quoique nous n'y ayons pas trouvé de fossiles déterminables — toujours rares dans ces calcaires liasiques —, sa position tectonique dans la zone de Gschwend et ses caractères lithologiques sont bien ceux du calcaire à Ariétites sinémurien. Le calcaire à Ariétites (épaisseur maximale environ 8 m.) repose, partout où sa base est découverte, sur de la dolomie. Cette dolomie très épaisse au S. de la première faille (épaisseur maximale visible environ 12 m.) s'écrase presque entièrement dans le ruisseau n° 50. Elle forme avec le calcaire à Ariétites (2 m. au ruisseau n° 50) l'écaille supérieure de Gschwend. L'écaille inférieure, qui était si bien développée, au SW. de l'éboulis (voir ci-dessus) n'en ressort que dans le même ruisseau n° 50, où elle est représentée par une lentille de calcaire à entroques clair, à gravier dolomitique, qui atteint son épaisseur maximale (10 m.) à côté du lit. Elle est surmontée de schistes à Bélemnites (épaisseur maximale 7—8 m. dans le lit du ruisseau).

Aux deux écailles du ruisseau n° 50 s'en superpose encore, entre ce ruisseau et la seconde faille, une troisième. Un petit repli local écrasé fait revenir ici de la dolomie sur le calcaire à Ariétites. Au S. de la seconde faille on pourrait au premier moment croire qu'il existe également un peu de Trias sur le dos du calcaire à Ariétites, mais un examen attentif nous a assuré qu'il s'agissait (presque?) toujours d'une brèche dolomitique appartenant au Flysch de la Palette, et identique à celles qu'on trouve quelques mètres plus haut stratigraphiquement intercalées dans ce Flysch. Nous avons décrit en détail ces brèches curieuses, p. 9, et renvoyons le lecteur, pour plus de détails, à ces descriptions.

Si ces brèches dolomitiques ne passent jamais par leur base au Trias qui repose sur le calcaire à Ariétites — chose qui est pour le moment difficile à dire —, elles ont emprunté leurs éléments au Trias sous-jacent à ce calcaire. Et dans ce dernier cas, l'écaille du calcaire à Ariétites serait stratigraphiquement liée au Flysch de la Palette comme à Unter-Lochberg.

Avant que la zone de Gschwend s'enfonce sous le Quaternaire du Simmental (cônes d'Aegerten, etc.), elle semble encore revenir une fois au N. du torrent n° 51. C'est vers l'altitude de 1360 m., au bord du grand chemin cartographié de la Lenk: la petite bande de dolomie qu'on y observe semble supporter directement le Flysch de la Palette et repose sur un Flysch qui pourrait bien être le Flysch du Tauben.

Nous ne sommes cependant aucunement sûr qu'on a réellement affaire ici à la zone de Gschwend. Le Flysch sous-jacent est dans le lit du ruisseau presque en contact avec du Lias de la nappe du Laubhorn, et la faible altitude de la zone de Gschwend ne s'expliquerait guère. Cependant, nous n'avons pas trouvé de traces d'une zone mésozoïque plus haut dans la forêt.

C'est entre les ruisseaux nos 47 et 51 que *Bornhauser* croit avoir trouvé des preuves pour l'attribution de sa «Gypszone» au Tertiaire (Flysch) de la nappe du Niesen. Cette «Gypszone» nummulitique de *Bornhauser* est composée de gypse, de dolomie, de brèches dolomitiques, de cornieule et

de schistes biagarrés, et se trouve entre la Simme et la Kander directement à la base du Flysch principal de la chaîne du Niesen.

La coupe que cet auteur donne sur notre terrain à l'appui de sa théorie a été relevée au N. des chalets de Sulzig, autour du ruisseau n° 49 (voir 70, p. 46, fig. 2, et p. 86—88).

Nous la transcrivons ici avec quelques simplifications, de bas en haut :

Schistes noirs oxfordiens (= notre Aalénien).

- 1° Cornieule et dolomie (Trias).
- 2° Banc de brèche polygénique.
- 3° Schistes luisants gris-bleu: banc de calcaire à la base.
- 4° Banc de brèche.
- 5° Schistes marneux luisants: vert, jaune-gris, bleu.
- 6° Banc de calcaire spathique rose.
1—6 = «Nappe du calcaire spathique».
- 7° Banc de cornieule.
- 8° Schistes argileux verts et violacés, passant par alternance.
- 9° à de la dolomie.
- 10° Dolomie et brèche dolomitique.
7—10, nappe du Niesen.
- 11° Alternance de calcaire (bleu foncé) et de schistes calcaires se terminant par un banc de calcaire plus puissant.
- 12° Brèche grossière.
- 13° Schistes argileux à intercalations de fines brèches et de calcaires.

Cette coupe appelle les observations suivantes: D'abord *Bornhauser* réunit la zone de Krinnen (1), le Flysch du Tauben (2, 3?, 4?) et le Lias de l'écaille inférieure de la zone de Gschwend (5?, 6) en une seule unité: la nappe du calcaire spathique, définie en 1920 par *M. Lugeon*. Or, cette nappe de *M. Lugeon* ne correspond chez nous qu'à la zone de Gschwend et les nos 1 et 2 et probablement 3 et 4 de *Bornhauser* — nous ne savons pas exactement où il a relevé sa coupe — rentrent dans la bande triasique du Tauben de *M. Lugeon*.

La «Gypszone» tertiaire (7—10) de *Bornhauser* n'est autre chose que le Trias de l'écaille supérieure de Gschwend. Sa «Frutigserie» (division inférieure du Flysch du Niesen) débute avec les calcaires et schistes n° 11 qui ne sont que notre calcaire à Ariétites. La brèche grossière n° 12 représente peut-être de la brèche basale du Flysch de la Palette (13), mais l'indication de *Bornhauser* est trop imprécise pour en être sûr.

Il est clair qu'il n'y a aucune preuve ici pour un âge tertiaire de la «Gypszone» de *Bornhauser*. Du Lias la sépare du Flysch de la chaîne, et elle n'est ici qu'une partie arbitrairement découpée au milieu de la zone mésozoïque de Gschwend.

L'autre argument avancé par *Bornhauser* s'infirme également.

Il décrit en effet l'intercalation d'un lit de dolomie dans le complexe schisteux basal du Flysch de la Palette (Frutigserie). Mais une telle intercalation n'existe pas, et il s'agit très manifestement ici de ces brèches dolomitiques simulant des couches de dolomie et que nous avons décrites en détail (§ 6, p. 8 et suiv.).

3^e partie.

La Zone Submédiane.

A la limite septentrionale de notre terrain, la carte indique partout du Flysch de la Palette, sauf au coin nord-ouest où on aperçoit un peu de Crétacé, de Flysch et de Trias, au N. de ces grandes masses de Flysch de la chaîne du Niesen. Une zone supérieure à la digitation de la Palette passe ici. Ses sédiments ont de fortes analogies avec ceux de la nappe du Niesen.

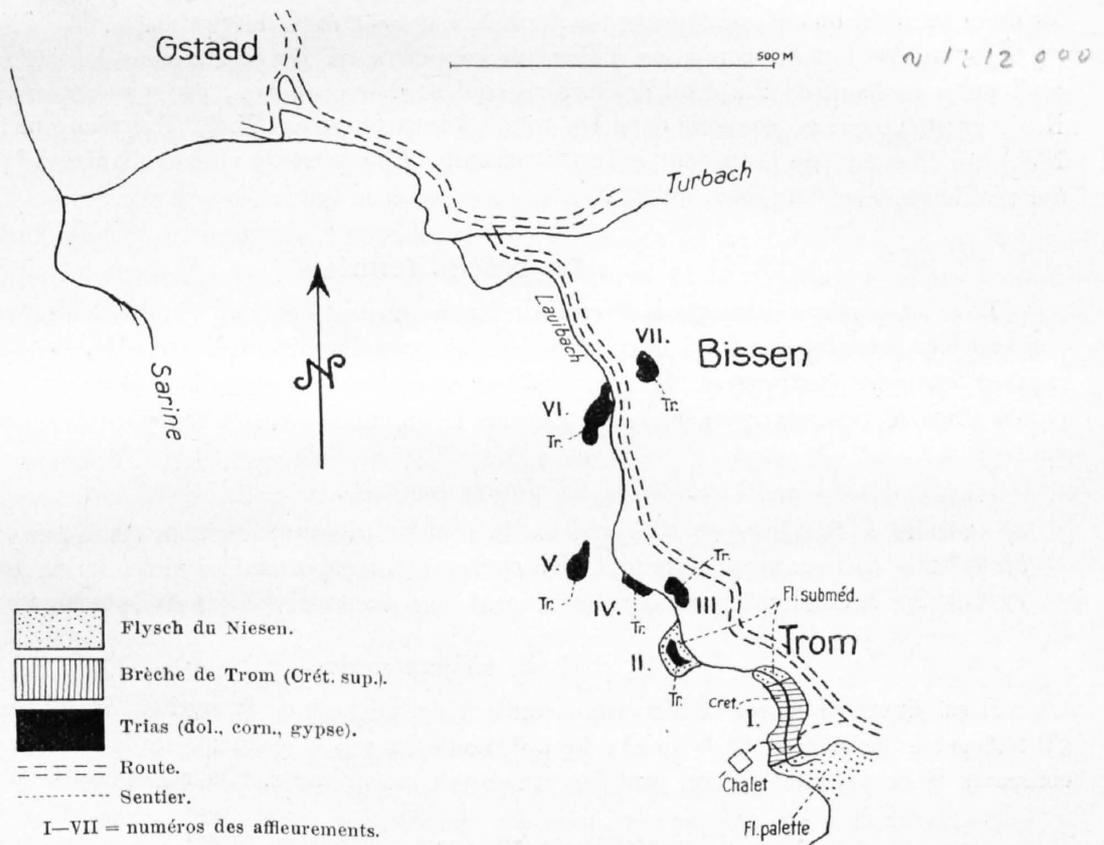


Fig. 14. Croquis d'orientation: Zone Submédiane.

La dissolution des roches triasiques (cornieule, gypse) a donné lieu à maintes dolines, qui trouent le sol de côté et d'autre du Lauibach (Windspillen, Bissen) et trahissent le passage du Trias sous la couverture glaciaire.

Ce n'est que sur les deux rives et dans le lit du Lauibach que ce Trias et les autres terrains affleurent; petites masses isolées, sortant du glaciaire.

Passons rapidement en revue ces différents petits affleurements qui s'échelonnent le long du Lauibach entre le hameau de Trom et Gstaad.

Le croquis fig. 14 permet de les retrouver sans peine sur la carte géologique au 1 : 25,000.

Affleurement I.

Le hameau de Trom est lié au Windspillen par un sentier cartographié qui traverse en descendant un angle pointant vers le S., la petite vallée boisée du Lauibach, très étroite en cet endroit.

Une trentaine de mètres au N.(W.) du petit pont qui relie les deux rives, du Mésozoïque se trouve en contact anormal sur le Flysch de la Palette (niveau schistoïde, voir p. 20).

Il s'agit de calcaire à Rosalines et Globigérines passant stratigraphiquement à des brèches calcaires curieuses, que nous avons appelées dans notre note préliminaire (71): la brèche de Trom.

Rive gauche du Lauibach.

Sur la rive gauche, ces roches n'affleurent que sur une quarantaine de mètres et disparaissent ensuite sous le glacière. L'affleurement est loin d'être continu, le glacière et l'éboulis l'interrompent fréquemment et en cachent une grande partie. La roche en place s'observe le mieux immédiatement au bord du ruisseau et dans le lit même.

La brèche de Trom affleure ici le long de l'eau sur une vingtaine de mètres; elle est bien développée et il s'y intercale quelques couches de calcaire à Globigérines et Rosalines. Elle montre les deux variétés qu'elle peut présenter, la brèche foncée et la brèche claire.

La brèche foncée, composée d'éléments anguleux ou par écrasement lenticulaires, forme le petit amas rocheux de 2 à 3 m. de hauteur, qui se dresse au bord du ruisseau, environ 50 m. au N. du pont, et qui se poursuit dans les grands bancs (direction N. 60° E. ? plongement fort vers le NW.) qui émergent de l'eau dans le lit du ruisseau. Elle passe de côté et d'autre à la brèche claire, qui n'affleure cependant bien qu'au N.

La brèche foncée.

Dans la partie sombre de la brèche de Trom, on distingue un ciment schisteux non micacé, par endroits grésocalcaire, qui enveloppe des éléments de taille très variable, dont le diamètre a souvent quelques centimètres, parfois plusieurs décimètres et exceptionnellement plusieurs mètres (bancs dans le ruisseau; gros blocs de calcaire à Ammonites rose). On y constate les roches suivantes:

Calcaires compacts.

- a) Calcaire à Rosalines et Globigérines de couleur (cassure) variable (brun-gris, violacé).
- b) Calcaire à Ammonites minuscules de couleur (cassure) variable (violet foncé, rose).
- c) Calcaire à Calpionelles grisâtre (seulement bien reconnaissable sous le microscope).

Calcaire siliceux sombre.

Il est finement grenu de structure, contient du mica et de la pyrite. Parfois on se demande s'il fait partie du ciment de la brèche tant il moule les autres éléments de la brèche. Les calcaires compacts et ce calcaire siliceux sont les principaux constituants. On a ensuite des

Éléments accessoires (tous relativement rares).

- Calcaire spathique (entroques) gris.
- Calcaire spathique (entroques) rose.
- Quartzite.
- Silex (jaspe) rouge.
- Calcaire dolomitique.
- Etc.

La brèche claire.

On y retrouve les mêmes éléments principaux — calcaire à Ammonites (rose, rougeâtre, violacé ou gris); calcaire à Rosalines et Globigérines (rose, brun, violacé, gris ou vert) — que dans la brèche foncée, mais souvent en teintes plus claires et étirés et lenticulés par le broyage.

Le calcaire siliceux sombre y est beaucoup plus rare ou fait défaut. La dolomie (cornieule), en revanche, est localement plus fréquente.

Comme éléments très exceptionnels, nous avons encore rencontré des cailloux de calcaire spathique, de quartzite, de calcaire gris tacheté de noir, de calcaire gréseux à Rosalines et Globigérines, de calcaire finement oolithique sombre et de fine brèche violacée à roches éruptives (voir rive droite, p. 94).

Il y a des endroits où la brèche est en très grande partie composée de cailloux de calcaire à Ammonites, l'élément le plus commun de la brèche de Trom. Des schistes distinctement verdâtres, parfois tachetés de gris ou de noir, figurent comme ciment de la brèche. Ils forment les enveloppes, les pellicules schisteuses qui entourent les éléments.

Question de l'âge de la brèche.

La limite entre ciment et élément est franche, sauf parfois là où il s'agit du calcaire à Rosalines et Globigérines. Ce calcaire, en effet, ne se trouve pas toujours en cailloux bien délimités, mais forme parfois de minces intercalations stratigraphiques étirées en lentilles par l'écrasement. Aux bords de pareilles lentilles ou lambeaux, on observe souvent le passage du calcaire aux schistes verts (ciment) qui l'enveloppent.

Quelques coupes minces nous ont révélé en outre des Globigérines et Rosalines (*Discorbina canaliculata*, REUSS) dans le ciment (pellicules) schisteux vert de la brèche de Trom, là où ce ciment n'était pas en contact avec des cailloux ou traînées de ce calcaire à Foraminifères. Sous le microscope, ces pellicules schisteuses vertes ne se montrent pas purement argileuses, mais gréso-calcaires, et les Foraminifères n'y sont que rarement conservés.

Ailleurs dans l'affleurement I, par exemple sur la rive droite du Lauibach, le calcaire à Rosalines et Globigérines lenticulé par le broyage constitue ici et là des complexes bréchoïdes relativement pauvres en cailloux étrangers. C'est alors surtout le calcaire à Ammonites qu'on y voit comme élément.

La présence de ces Foraminifères dans le ciment de la brèche ne permettrait pas de fixer son âge, mais ne laisserait le choix qu'entre le Crétacé supérieur et l'Eocène. Or, dans la vallée de Meyelsgrund, mon ami *McConnell* a découvert quelques Bélemnites dans son ciment. Ce fait nous amène à attribuer la brèche de Trom au Crétacé supérieur.

Abandonnons maintenant le bord du ruisseau et montons la berge gauche du Lauibach. Au-dessus du sentier, la brèche et les calcaires à Rosalines et Globigérines n'affleurent qu'en morceaux isolés souvent déchaussés.

Cependant, on se rend compte que la brèche s'enrichit vers le N. en éléments dolomitiques et même au tournant du sentier de gros morceaux de cornieule et de brèche dolomitique apparaissent. Est-ce du Trias pincé tectoniquement dans la brèche de Trom? Il serait imprudent de l'affirmer. Les phénomènes de broyage ont tellement brouillé les relations primitives qu'il semble impossible d'en décider. En effet, la cornieule contient localement de grands morceaux de schistes verts non triasiques, dans lesquels on aperçoit ici et là un petit fragment de calcaire compact rose. Ce sont des parties de la brèche de Trom remaniées dans la roche magnésienne.

Quelques mètres plus haut, on voit de la brèche dolomitique qui semble pure au premier abord, mais vue de près, on y découvre de rares petits fragments du même calcaire compact rose, qui est si fréquent dans la brèche crétacée. Les schistes verts manquent ici.

Enfin, on constate au bord du sentier un grand morceau de calcaire à Ammonites qui est d'un côté pénétré de veines de calcaire à Rosalines et Globigérines (bien nettes en coupe mince), d'autre part étroitement lié à la brèche dolomitique. Peut-être n'est-ce qu'une partie de la brèche de Trom originellement très riche en matière dolomitique et intensément broyée. Cependant, il n'est pas impossible qu'une partie de ces roches dolomitiques soit des lentilles de Trias tectoniquement intercalées dans la brèche crétacée.

Rive droite du Lauibach.

Sur la rive droite du Lauibach, les affleurements ne sont pas plus favorables à l'étude que sur la rive gauche. C'est une série de petites masses qui émergent du glaciaire et dont une grande partie est déchaussée. Sur une longueur de 140 m., on voit des traces de la brèche de Trom, accompagnée de calcaire à Foraminifères, mais elle est ici deux fois interrompue par un peu de Flysch (non figuré sur la carte) qui lui semble intimement lié en un endroit.

Au milieu de la brèche (claire: rose-vert), mais isolé dans les débris de pente, on trouve sur la berge droite, près du sentier, un grand bloc (environ 6 m. de longueur) de quartzite à schistes rouges. En descendant d'ici jusqu'au lit du ruisseau, on est frappé par une quantité de petits fragments — de nouveau isolés — d'une fine brèche peu ou pas calcaire, de teinte violacée. Elle contient, entre autres, du quartz, des feldspaths et de petits cailloux ou débris (microgranite, microdiorite, etc.) généralement indéterminables. Les morceaux isolés de roches éruptives (par exemple microdiorites, etc.) qu'on trouve avec, proviennent sans doute de cette brèche. De toutes ces roches curieuses, l'âge nous est inconnu. S'agit-il d'éléments de la brèche de Trom ou d'une intercalation tectonique? Est-ce plutôt une intercalation stratigraphique dans cette brèche créacée? Nous croyons que la dernière supposition est la plus vraisemblable, mais rien ne permet de trancher la question vu le mauvais état des affleurements.

Près de l'endroit où le sentier de Trom tourne brusquement vers le S. pour descendre la berge droite du ruisseau, on trouve les deux plus grands blocs de calcaire à Ammonites rose que nous ayons pu observer dans la brèche.

La brèche de Trom est, dans son ensemble, intensément écrasée. Cet écrasement se fait déjà sentir dans les dernières couches du Flysch de la Palette, dans lequel les bancs durs sont étirés en lentilles ou nodules. L'ensemble de ces couches de côté et d'autre du contact plongent en général fortement vers le NW.

Origine de la brèche.

Après la découverte de ces brèches de Trom, nous avons cherché à rattacher ces roches à d'autres affleurements et à une zone tectonique définie pour nous expliquer leur signification. Le calcaire à Ammonites dont il a déjà été question plusieurs fois est l'élément le plus curieux et le plus caractéristique de la brèche, et nous a fourni les premières indications. Il ressemble au premier abord beaucoup aux calcaires à Rosalines et Globigérines, qui ont souvent exactement les mêmes teintes, mais il s'en distingue à la loupe nettement par l'absence complète de ces Foraminifères et par la présence de minuscules Ammonites et d'autres Foraminifères rotalidés.

En outre, le calcaire à Ammonites devient parfois un peu spathique, et on le voit aussi passer à un calcaire compact à entroques disséminées. Nous y avons observé à quelques endroits des sections de Pentacrines et de piquants d'oursins. Il est probablement d'âge jurassique, sans qu'on puisse préciser.

Certaines lentilles de calcaire à Ammonites sont assez riches de ces divers organismes, mais la plupart est presque stérile.

Nous avons décrit des calcaires de faciès tout à fait comparables à propos du Lias de la zone de Gschwend de la nappe du Niesen (voir p. 39, «Calcaires compacts à petites entroques disséminées»). Et c'est là aussi qu'on trouvera la description détaillée de ces petites Ammonites et Foraminifères rotalidés si typiques.

Il s'agit d'un faciès récurrent, fréquent dans la nappe du Niesen, qui se rattache au calcaire à entroques et dont l'âge varie suivant les endroits (voir p. 37).

Nous verrons qu'il y a des preuves plus fortes pour l'attribution des affleurements de Trom à la nappe du Niesen.

Fin de l'affleurement n° I.

L'affleurement I de Trom se termine au N. sur la rive droite du Lauibach par quelques dizaines de mètres de Flysch indiscutable, mais très tourmenté (voir croquis fig. 14 et carte). Autour du contact avec la brèche de Trom et les calcaires à Foraminifères, les couches affleurent très mal.

A la limite septentrionale du Flysch, on constate un bloc de cornieule (roche en place?) au bord du ruisseau.

Ce Flysch est composé de calcaire fin très siliceux en petits lits ou en lentilles, puis de grès grossiers plus ou moins polygéniques. Dans ces grès, on observe des yeux de quartz en abondance, du feldspath maclé, du mica, des petits points bruns et de petits fragments verdâtres ou foncés.

Ici et là du quartzite, souvent de teinte gris verdâtre et de grain très fin.

Enfin, on a beaucoup de schistes — schistes noirs ou verdâtres, généralement micacés — qui enveloppent les lentilles ou petits lits de toutes ces roches.

Affleurement II.

Un peu au N. de l'affleurement I, la roche sort de la couverture glaciaire au bord gauche du Lauibach. Quoique l'affleurement soit de nouveau très mauvais, il présente un grand intérêt. Il s'agit de couches disloquées du Flysch dans lesquelles est prise une mince lame de cornieule. Les couches plus ou moins horizontales, dans la partie septentrionale de l'affleurement, se recourbent dans la partie méridionale vers le ruisseau en plongeant vers le S.

Le Flysch est tout à fait semblable à celui de l'affleurement I, mais accuse une plus grande diversité de roches. Nous y constatons des alternances des roches suivantes :

a) Calcaire très siliceux, finement micacé.

b) Quartzite compact distinctement verdâtre.

a et *b* ne se trouvent qu'à l'extrémité septentrionale de l'affleurement, à côté du ruisseau.

c) Grès calcaires et grès polygéniques en petits lits.

Les grès polygéniques contiennent à côté d'une quantité de grains arrondis de quartz à éclat huileux, de petits grains de dolomie, de la muscovite, de la calcite, beaucoup de pyrite finement divisé et de petits fragments de schistes ou d'un minéral vert très typiques. Ils sont localement enveloppés de schistes verdâtres.

d) Calcaire presque compact, un peu siliceux, finement micacé et riche en pyrite.

e) Calcaire compact blond se débitant en petits lits. Souvent collé sans délit contre les roches *c* et *d* (comparez Flysch de la chaîne du Niesen, e. a. p. 11/12).

f) Schistes argileux ou marneux, gris-noir ou verdâtres, comme les délits ou intercalations entre les bancs durs ou comme les enveloppes de lentilles.

g) Brèches polygéniques.

A l'extrémité méridionale de l'affleurement, on peut observer de la brèche polygénique accompagnée de schistes argileux peu ou pas micacés.

Cette brèche contient entre autres des fragments de micaschistes et de schistes cristallins verts (p. p. Casanna).

Les grès et les brèches polygéniques de cet affleurement sont des roches tout à fait typiques de la nappe du Niesen. Ils nous rappellent aussi bien certaines brèches du Flysch de la Palette que certains grès du Flysch vert du soubassement de la chaîne du Niesen.

Les calcaires compacts blonds, à première vue assez différents d'aspect du calcaire compact du Flysch de la chaîne, n'en représentent tout de même qu'une simple variété. Ce sont, comme ces derniers, des calcaires à spicules d'éponges (bien visibles en coupes minces), faciès si répandu dans le Nummulitique de la nappe du Niesen.

Affleurement III.

Quelques mètres de cornieule reposant sur de la dolomie (3 m. d'épaisseur) finement litée, sortent de la couverture glaciaire au bord droit du Lauibach, direction N. 55—60° E., plongement 60° NW.

Affleurement IV.

Un peu de gypse affleure immédiatement au bord du Lauibach (rive gauche), dissimulé par les buissons de la berge qui surplombent. Aux hautes eaux, il est complètement recouvert par la rivière.

Affleurements V, VI et VII.

Petites masses de cornieules émergeant du glaciaire. Enfin, au N. de notre carte, on a encore quelques-uns de ces affleurements triasiques au bord du Lauibach (gypse et cornieule) jusque près de la confluence avec le Turbach où du Flysch apparaît.

Cette bande triasique se poursuit sur notre terrain vers le SW., cachée sous l'épaisse couverture glaciaire. Nous en avons encore trouvé des traces jusqu'à Moosfang où plusieurs dolines trouent le sol. D'autre part, on la voit vers le NE. former toute une zone de dolines dans la vallée du Turbach.

Nous avons donné toutes les preuves que la nappe du Niesen s'étend jusqu'à l'affleurement III. La cornieule de l'affleurement II y appartient sans doute. Mais nous ne savons pas quelle partie du Trias qui s'étend plus au N. s'y rattache encore ¹⁾.

Le précieux repère qu'est le calcaire du Trias du bord radical des Préalpes médianes fait ici défaut. Dans la région de Gstaad, l'écrasement a supprimé cette nappe pour ainsi dire entièrement.

Une partie de la cornieule et du gypse pourrait-elle encore la représenter? Ou bien faut-il même envisager qu'une partie de ce Trias appartienne à la nappe de la Brèche?

Nous laissons ouverte cette question, dont la clef se trouve en dehors de notre territoire d'étude, mais nous espérons pouvoir la trancher par des observations ultérieures.

Conclusions.

Nous venons de voir que les affleurements de Trom (I, II) se rattachent bien à la nappe du Niesen. *McConnell* a trouvé leur exact équivalent dans la vallée de Meyelsgrund. Ici, le bord radical de la nappe des Préalpes médianes est conservé et les brèches de Trom s'y trouvent comme chez nous entre cette nappe et le Flysch de la Palette.

Or, nous avons pu nous convaincre (voir la note préliminaire, 71) qu'il existe toute une série d'affleurements à même position tectonique, qui s'égrènent tout le long du bord frontal de la chaîne du Niesen. Ce sont des écaïlles qui se rattachent par la nature de leurs terrains avec évidence aux affleurements de Trom et à la nappe du Niesen et nous les avons réunis en une zone tectonique particulière, la *Zone Submédiane*, digitation supérieure de la nappe du Niesen. D'autre part, ces formations montrent des analogies de faciès avec celles des Préalpes médianes. C'est ainsi que de véritables «*couches rouges*» s'y rencontrent fréquemment. De même dans l'une des écaïlles, à Zünegg, des couches argoviennes ont un faciès identique à celui des Préalpes médianes.

Ainsi la *Zone Submédiane* présente une sorte de transition entre les faciès si distincts des nappes du Niesen et des Préalpes médianes.

L'unité de cette *Zone Submédiane* semble cependant bien manifeste, c'est ainsi qu'on retrouve la brèche de Trom aussi bien dans le Meyelsgrund, au pied de la Gummfluh, qu'à Hohmad près du Twirienhorn. Le calcaire à Ammonites de Trom représente un faciès qui reparaît à Exergillod, au Meyelsgrund et à Zünegg. Les calcaires à Rosalines et Globigérines de Trom, rappelant les «*couches rouges*», se retrouvent à Meyelsgrund, au Grimmipass, à la Mieschfluh, à Hohmad et à Zünegg. Dernièrement, pendant une excursion dirigée par *M. Lugeon*, nous avons eu la chance de retrouver ce Crétacé de la *Zone Submédiane* au Bouillet, 500 m au SW. de la Hauta Crétaz d'Exergillod.

Nous avons exposé, dans notre note préliminaire, les caractères principaux de cette *Zone Submédiane* en dehors des limites de notre carte.

¹⁾ Comparez *F. Jaccard* (32, 37).

Chapitre VII.

Remarques générales et conclusions.

A. Stratigraphie.

§ 1. Résumé général.

Il peut être utile de résumer en quelques lignes les caractères principaux des terrains de la nappe du Niesen, tels qu'ils apparaissent dans les limites de notre carte, mais sans nous cantonner toutefois strictement dans cette région.

Paléozoïque: Schistes de Casanna.

On ne connaît nulle part des couches dont l'âge carbonifère soit bien manifeste de par leur faciès ou leurs fossiles.

Trias:

Quartzites à la base. Puis, sans que leur succession puisse être définie: calcaire dolomitique, cornieule, gypse, schistes rouges et verts ou grisâtres. Des grès et des marbres sont très rares.

Rhétien:

On n'a signalé le Rhétien et encore d'une façon tout hypothétique, sans fossiles déterminatifs, qu'en un point de la chaîne du Niesen, dans le torrent d'Äusseren Seiten (versant oriental du Simmental près de la Lenk (voir *Arn. Heim* 59, p. 504, et *Bornhauser* 70, p. 45, fig. 1).

En outre, le Rhétien existe mieux caractérisé au Chamossaire, qui nous semble constitué par une digitation de la nappe du Niesen.

Lias inférieur et moyen:

Le Sinémurien est le seul étage du Lias inférieur et moyen dont l'existence soit bien établie par des fossiles (Ariétites, *Belemnites acutus*, Gryphées). Ce sont des calcaires échinodermiques généralement clairs, souvent rougeâtres, pouvant passer à des brèches spathiques et dolomitiques, ou à des calcaires compacts. La couche même à Ariétites est souvent foncée. Quant au faciès échinodermique, souvent accompagné chez nous de schistes verts chloriteux, il peut sans doute s'étendre à d'autres étages du Lias, ou même du Dogger (et du Malm?). C'est un de ces faciès récurrents habituels dans la nappe du Niesen.

Lias supérieur:

Chez nous, le Lias supérieur n'est représenté que par des «schistes à Bélemnites» qui recouvrent directement le calcaire spathique. Ce sont des schistes souvent gréseux et tachetés, gris, noirs ou verdâtres, où les Bélemnites sont du reste fort rares et spécifiquement indéterminables. Leur âge n'est donc pas précisé. Ils descendent en partie dans le Lias moyen et montent peut-être jusque dans le Dogger.

Au Chamossaire, on a trouvé des fossiles toarciens dans la partie supérieure du calcaire spathique immédiatement recouverte par des schistes argileux noirs de l'Aalénien. La tectonique du Chamossaire est encore trop mal connue pour qu'on puisse affirmer la liaison stratigraphique de ces deux terrains.

Personnellement, ils nous semblent, à *McConnell* et à moi, appartenir à deux écailles distinctes.

Sauf ce cas douteux, les schistes noirs aaléniens ne paraissent jamais exister dans la nappe du Niesen.

Dogger:

Aucun des terrains de la nappe du Niesen dans la région que nous avons cartographiée ne peut être rapporté sûrement au Dogger, mais dans d'autres régions on a signalé des couches à Zoophycos qui ont probablement cet âge (voir 71, p. 100/101, 109).

Près du col du Pillon, dans sa zone de Rard, *McConnell* cite un complexe grés-marneux à Zoophycos avec un Stéphanocératidé. Dans la Zone Submédiane, il cite encore dans le Meyelsgrund des calcaires siliceux à Zoophycos et à Bélemnites. Enfin, dans cette même Zone Submédiane, à Exergillod, nous avons trouvé dans des calcaires spathiques rouges une Ammonite trop mal conservée pour une détermination précise, mais qui est certainement un Périssphinctidé du Dogger ou du Malm.

A Exergillod, encore, *Jeannet* signale (57, p. 478) une petite masse faite de calcaire marneux et de marnes sombres pincée dans le gypse sous-jacent où il a récolté, en partie avec *M. Lugeon*, des Ammonites nettement bajociennes (*Stepheoceras Humphriesianum*). Il est probable que ces terrains marneux se rattachent aussi à notre Zone Submédiane.

Argovien:

Il n'est représenté nettement dans la nappe du Niesen qu'en un point de la Zone Submédiane, dans la Klippe de Zünegg où *Genge* (68) a trouvé plusieurs Ammonites dans un calcaire noduleux rougeâtre ou verdâtre, très analogue à celui des Préalpes médianes.

Malm:

Dans cette même Klippe de Zünegg, on trouve associé aux couches argoviennes des calcaires compacts gris semblables au Malm des Préalpes médianes. Nous y avons trouvé des *Calpionella alpina*.

Peut-être le Kimméridgien y est-il aussi représenté.

Dans le reste de la nappe du Niesen, on ne connaît du Jurassique supérieur que le Portlandien à Calpionelles. Il existe dans la Zone Submédiane, dans les ravins du Troublon et d'Autraigue près d'Exergillod, sous forme de calcaires gris à radiolaires et Calpionelles, associés à des brèches polygéniques dont les éléments sont très caractéristiques (schistes de Casanna, etc.). Des schistes alternent avec ces couches dont l'aspect est du reste bien lité et évoquerait plutôt le Valanginien inférieur que le Tithonique. Dans la zone de Krinnen, on trouve un calcaire à Calpionelles d'aspect tout différent, calcaire foncé et compact, en lentilles isolées.

Crétacé inférieur:

Dans la zone du Lochberg, le Crétacé inférieur est bien développé en couches gréseuses à Orbitolines avec des calcaires zoogènes partiellement spathiques à Miliolles, Orbitolines et *Diplopora Mühlbergi*. Des couches semblables se retrouvent dans d'autres zones: dans notre zone mésozoïque d'Ochsenweid, les couches gréseuses à Orbitolines; dans la zone de Rard de *McConnell*, les calcaires zoogènes à Miliolles et *Diplopora Mühlbergi*.

Crétacé supérieur:

Il n'existe guère dans la nappe du Niesen que sous forme de calcaire à Rosalines et Globigérines. Dans la Zone Submédiane, ces couches prennent fréquemment un aspect très semblable aux «couches rouges» des Préalpes médianes.

Dans cette même zone, elles sont parfois accompagnées de brèches calcaires que nous avons appelées «brèches de Trom» dont les éléments sont bien caractéristiques de la nappe du Niesen.

«Schistes brillants»:

Outre les faciès que nous venons d'énumérer et dont la plupart (sauf les calcaires spathiques rougeâtres ou gris) sont bien caractéristiques d'un niveau plus ou moins défini, on rencontre dans la nappe du Niesen des faciès récurrents qui se retrouvent à divers étages avec une nature identique.

Le plus important est le faciès des schistes brillants (voir note préliminaire, 71) qu'on observe en liaison stratigraphique avec les niveaux les plus divers, depuis le Trias jusque dans l'Eocène. Ces schistes sont du reste dans le Mésozoïque beaucoup plus développés à l'W. de Gsteig que dans notre région.

Par exemple les terrains de la zone de Krinnen, qui, chez nous, sont bien individualisés, passent presque tous, dans le ravin du Sulzgraben, à des séries de schistes brillants. *McConnell* cite d'autres faciès récurrents tels que ses schistes argilo-terreux qui jouent un rôle analogue.

Nummulitique:

Le Flysch du Niesen est de beaucoup le terrain le plus important de cette nappe. Il est tout entier d'âge nummulitique. *McConnell* a découvert une Nummulite indiscutable dans des brèches basales du Flysch du Niesen, près du village de Vers l'Eglise. De notre côté, nous avons découvert des Nummulites dans le Flysch vert qui représente les couches basales du Flysch du Tauben (Chaussy) à Ochsenweid.

Ce Flysch est nettement transgressif. A vrai dire, son contact avec les terrains mésozoïques est presque toujours mécanique, et ce n'est qu'en quelques endroits que ses liaisons stratigraphiques originelles sont observables. On le voit transgresser avec une brèche basale sur les terrains mésozoïques les plus divers.

Sur les trois complexes superposés, Flysch inférieur, moyen et supérieur, qu'on a pu distinguer dans l'W. de la chaîne (*Lugeon-Andrau 66, 69*), seul le complexe inférieur est représenté dans notre territoire. Et il en est probablement de même entre la Lenk et le lac de Thoune. Ce complexe inférieur, nous avons pu, dans la digitation de la Palette, le diviser en trois niveaux assez nettement définis: Un niveau schisto-gréseux à la base, un niveau gréso-calcaire et dans le haut un niveau calcaréo-bréchoïde auquel s'ajoute peut-être encore un niveau schistoïde mieux développé vers l'E. Des différentes roches qui constituent ces séries et que nous avons décrites en détail, les calcaires gréseux, les grès et les schistes qui occupent la plus grande place sont peu caractéristiques de la nappe du Niesen. Par contre, les deux terrains les plus typiques donnant son cachet particulier au Flysch du Niesen — du moins au Flysch inférieur — sont d'une part des calcaires compacts généralement clairs à spicules d'éponges, surtout développés dans le niveau calcaréo-bréchoïde, d'autre part des brèches polygéniques.

Grès et brèches polygéniques.

Les caractères particuliers de ces brèches polygéniques du Niesen qui souvent sont assez fines pour être assimilées à des grès, peuvent être résumés comme suit:

- 1^o Leur grande pauvreté en ciment. Il s'y montre des cailloux arrondis, mais ce ne sont jamais des poudingues aux éléments bien roulés englobés dans un ciment homogène. Le ciment calcaire ou schisteux ne fait ici qu'emplir les interstices entre les constituants.
- 2^o La nature des éléments. Parmi les roches cristallines les plus typiques sont les schistes cristallins verts (*schistes de Casanna* et roches ophiolithiques), puis les granites verdâtres ou blancs. Les porphyres, gneiss et micaschistes sont moins caractéristiques.

Parmi les éléments sédimentaires, on remarque surtout l'abondance des calcaires dolomitiques; des schistes noirs et verts en fragments ou en pellicules sur d'autres éléments sont aussi très caractéristiques. Les éléments calcaires et gréseux sont plus banaux, sauf certains calcaires échinodermiques, calcaires à Calpionelles, etc. représentatifs de la série mésozoïque de la nappe, mais ils sont plutôt rares.

- 3^o L'absence de certains éléments. On ne trouve pas de granites ou de porphyres rouges dans les brèches, ni de feldspaths roses dans les grès. On trouve très rarement de la biotite, soit dans le ciment, soit dans les éléments constitutifs. Par contre, la chlorite est fréquente. On ne trouve jamais de radiolarites vertes ou rouges et la glauconie n'existe presque jamais.

§ 2. Origine des éléments du Flysch du Niesen.

La question du gisement originel des roches qui constituent les brèches du Niesen est une de celles qui a le plus intrigué les géologues suisses.

L'étude actuellement classique qu'y a consacrée *Ch. Sarasin* (12 et 16) concluait à une origine diverse de ces éléments. Il rapprochait les granites verts si frappants dans ces brèches de ceux du Julier.

Le problème a été repris récemment par *Bornhauser* (70). Il confirme en gros cette analogie, mais rattache plutôt les granites verts des brèches du Niesen à ceux de la nappe austro-alpine inférieure du Piz d'Err, définie entre temps par *R. Staub*¹⁾.

En outre, *Bornhauser* (p. 78) insiste sur l'analogie frappante des éléments des brèches du Niesen avec les sédiments de la nappe du Falknis, tels que les a décrits *Trümpy* (50), sédiments qui semblent bien se rattacher à la même unité tectonique que les roches cristallines de la nappe du Piz d'Err, et comme le granite vert du Julier se trouve fréquemment dans les brèches jurassiques du Falknis, *Bornhauser* suppose que c'est partiellement à partir de ces terrains sédimentaires que ces granites sont venus former la brèche du Niesen.

A vrai dire, les preuves que cite *Bornhauser* pour établir l'analogie entre les éléments des brèches du Niesen et les sédiments du Falknis, ne sont nullement convaincantes. Il énumère un certain nombre de roches (calcaires oolithiques, calcaires compacts, calcaires spathiques, calcaire à spicules d'éponges) des brèches du Niesen et les compare aux sédiments jurassiques et crétacés du Falknis. Mais toutes ces roches se trouvent aussi dans la série mésozoïque de la nappe même du Niesen. Rien ne prouve donc que c'est du Falknis qu'elles proviennent.

Tout au contraire. Mon ami *McConnell* a rassemblé une très riche collection des éléments des brèches du Niesen en les choisissant de taille suffisante pour permettre des comparaisons précises. Nous ne voulons pas anticiper sur son étude qui n'est pas terminée. Mais il apparaît au premier coup d'œil jeté sur cette belle collection que ces éléments sont empruntés aux terrains antérieurs de la nappe du Niesen. On pourrait même reconstituer la série stratigraphique de la nappe en groupant ces échantillons. Le rôle prépondérant que jouent les schistes de Casanna qui apparaissent dans le soubassement de la nappe à Gsteig est bien significatif à cet égard: c'est du substratum originel du Flysch que proviennent les éléments de ces brèches. Ils sont donc, comme toute la nappe du Niesen, d'origine pennique. Reste la question du granite vert. A notre connaissance, on n'en a pas signalé dans la partie visible des nappes pennines en Valais. Mais cela ne veut pas encore dire que le granite vert est totalement absent des nappes pennines. Il ne faut pas oublier qu'on n'en peut observer qu'une partie relativement faible.

D'autre part, dans les nappes austro-alpines inférieures, le granite vert est accompagné souvent de granite rouge, de radiolarite et d'autres roches dont on ne trouve pas trace dans les brèches du Niesen. En outre, dans les sédiments bréchoïdes du Falknis n'existent comme éléments ni schistes de Casanna, ni roches ophiolithiques si fréquentes, au contraire, dans les conglomérats du Niesen.

Tout cela nous semble témoigner contre l'origine austro-alpine de leurs éléments. Et du moment que la plupart proviennent de façon manifeste du noyau mésozoïque et paléozoïque de la nappe elle-même, nous pensons qu'on peut étendre cette conclusion aux granites verts plutôt que d'admettre deux origines différentes aux constituants de ces brèches.

A notre avis donc, on ne peut pas parler de «blocs exotiques» à propos des brèches polygéniques du Flysch du Niesen ni des blocs isolés qu'on trouve par places dans les sédiments fins de ce Flysch.

Ils ont tous la même origine que la nappe, c'est-à-dire une origine pennique.

§ 3. Conditions de sédimentation.

Ce n'est jamais que d'une façon très hypothétique, surtout lorsqu'il s'agit de zones aussi écrasées que les soubassements mésozoïques des digitations de la nappe du Niesen, que l'on peut reconstituer, en imagination, les conditions de dépôt des sédiments. Mais cela ne doit pas empêcher de tenter cette reconstitution qui reste un des buts de la recherche géologique.

¹⁾ *R. Staub*: Tektonik der südöstlichen Schweizeralpen. *Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz*, n. F., Liefg. 46, 1916.

Examinons donc à ce point de vue la série des terrains de la nappe du Niesen en notant ce que leurs caractères lithologiques et paléontologiques peuvent nous suggérer.

Deux particularités frappent dans cette série et lui donnent un caractère assez spécial. C'est d'abord: la récurrence de certains faciès (calcaires spathiques, schistes brillants, schistes argilo-terreux) qu'on retrouve à des niveaux divers et qui témoignent du retour de conditions formatrices analogues.

C'est ensuite la fréquence et souvent la brusquerie des changements de faciès, soit dans le sens latéral, soit dans le sens vertical. On n'a pas d'épaisses séries uniformes vaseuses ou zoogènes. Des apports détritiques interviennent à tout moment, se mêlant aux dépôts ilygènes ou organogènes.

Ces deux particularités témoignent d'une sédimentation d'orogénèse, où les conditions changent fréquemment, parfois soudainement, mais se retrouvent aussi souvent les mêmes.

Les sédiments du Niesen se sont manifestement déposés dans le voisinage d'une ride géantyclinale mobile et les divers faciès qui s'y succèdent indiquent assez bien les mouvements de ce géantyclinal. Notre bassin de sédimentation se trouve tantôt sur la ride elle-même, ou du moins près de son faite, tantôt, au contraire, dans la dépression qui figure son avant-fosse. Il peut même s'étendre à la même époque, suivant les segments, sur l'une et sur l'autre: d'où ses passages latéraux. Nous envisageons principalement le segment qui correspond à notre carte sans nous interdire des incursions à droite et à gauche.

Le *Trias* présente, au-dessus des quartzites détritiques, le faciès lagunaire banal. Les mouvements orogéniques du cycle alpin ont à peine commencé ici.

Le *Lias*, qui transgresse sur le *Trias* avec des brèches basales (voir p. 40—42), avec ses calcaires à entroques et ses brèches dolomitiques passant fréquemment à des calcaires compacts, indique une mobilité beaucoup plus grande de la ride géantyclinale et des courants qui devaient la parcourir. Ces dépôts néritiques se sont formés sur la ride elle-même.

Au *Jurassique supérieur*, notre bassin de sédimentation est au contraire dans l'avant-fosse.

Les terrains de la zone submédiane — digitation supérieure — dont l'origine devait donc être plus méridionale, contiennent, dans la vallée de la Grande-Eau, à côté de calcaire à radiolaires et Calpionelles, des brèches polygéniques à Calpionelles qui proviennent sans doute, comme celles du *Flysch*, de glissements profonds le long du talus géantyclinal. C'est probablement un effet de la phase orogénique andine.

Dans les digitations inférieures de notre nappe, les brèches sont absentes, et c'est le faciès bathyal des calcaires à Calpionelles, des schistes brillants ou des schistes argilo-terreux, avec leurs couches à radiolaires, qui règne et témoigne d'un plus grand éloignement de la côte.

Le *Crétacé inférieur* ramène des conditions tout à fait néritiques avec ses couches gréseuses à Orbitolines, ou ses calcaires à Miliolites et *Diplopora Mühlbergi*.

Au *Crétacé supérieur* de nouveau la sédimentation des calcaires à Rosalines et à Globigérines est plus bathyale. Et même la brèche de Trom ne doit pas être un dépôt néritique ou côtier, mais l'effet de glissements profonds.

Ses liaisons sont en effet étroites et multiples avec les calcaires de caractère bathyal.

Le *Nummulitique*. Nous avons longuement discuté les conditions de dépôt du *Flysch* du Niesen. Il nous semble établi maintenant qu'elles correspondent à une forte recrudescence des mouvements orogéniques, mais que les sédiments du *Flysch* ne sont nullement néritiques, sauf lorsqu'ils transgressent. Même les brèches grossières ou les gros blocs isolés se sont, nous l'avons vu, déposés à des profondeurs relativement grandes et loin des côtes.

Le grand développement de ce *Flysch*, dont la masse principale est peu écrasée, permet de suivre avec plus de précision les oscillations multiples et complexes de la ride géantyclinale. Après la transgression initiale, le niveau schisto-gréseux marque un approfondissement pendant une période calme. Les mouvements orogéniques se font sentir dès la base du niveau grésocalcaire et vont s'accroissant dans le niveau calcaréo-bréchoïde.

B. Tectonique.

§ 1. Résumé de la tectonique de la région.

On peut récapituler comme suit, en commençant par la base, les différentes zones que nous avons pu distinguer dans les limites de notre carte.

1° La zone du *Lochberg* appartient certainement à la nappe du Niesen: le faciès des schistes brillants verts y est très développé. En dehors de la région cartographiée, nous y avons découvert du Nummulitique vert et pu affirmer la présence d'un complexe à Orbitolines découvert en 1920 par *M. Lugeon*.

2° L'*Aalénien des cols*, peut-être accompagné d'un peu de Bajocien, représente pour nous la nappe du *Laubhorn*, mais nous reviendrons sur cette question.

Ensuite vient la masse principale de la nappe du Niesen, dans laquelle *McConnell* et nous avons distingué trois digitations, trois plis couchés complexes plongeant vers le NW. et à légère descente axiale vers le *Simmental*.

La digitation inférieure, dite du *Chaussy-Tauben*, a pour noyau mésozoïque la zone de *Krinnen* — Trias-Lias spathique-Malm-Crétacé supérieur — et le *Flysch du Tauben* représente sa couverture nummulitique. Nous y rattachons en outre la zone mésozoïque d'*Ochsenweid* — Malm, Crétacé inférieur — et le *Flysch d'Ochsenweid*, reste d'un repli laminé à la base de la digitation.

En deux endroits, on a la preuve que le Mésozoïque de la zone de *Krinnen* est lié stratigraphiquement au *Flysch du Niesen*. C'est d'abord à *Gsteig* — transgression du *Flysch du Chaussy-Tauben* sur le Trias et les schistes de *Casanna* — puis au *Sulzgraben* — transgression du même *Flysch* sur le Jurassique ou le Crétacé.

La digitation moyenne, dite de la *Palette*, comprend dans notre région tout le *Flysch* principal de la chaîne; il y a tout lieu de croire qu'il en est de même jusqu'au lac de *Thoune*. Des restes de la base mésozoïque de cette digitation sont conservés dans la zone mésozoïque de *Gschwend* (Trias-Lias spathique-marbre à *Aptychus* et schistes brillants verts).

Entre *Gsteig* et l'arête du *Tauben*, cette zone est tellement écrasée qu'elle ne forme qu'un chapelet discontinu de lentilles triasiques ou liasiques; sauf en certains points comme l'arête de *Krinnen* et la région de *Gschwend*, où l'on observe des dédoublements et des répétitions.

De l'arête du *Tauben* jusqu'à la *Lenk*, par contre, malgré l'intensité de l'écrasement, on peut y distinguer deux écaillés superposées presque continues. Chose curieuse, le calcaire spathique rose est cantonné dans l'écaillé inférieure et le calcaire à Ariétites dans l'écaillé supérieure.

La zone de *Gschwend* est en quelques endroits stratigraphiquement liée au *Flysch* de la *Palette*. Près d'*Unter-Lochberg*, par exemple, on observe la transgression de ce *Flysch* (brèche de base) sur le complexe à Ariétites de la zone de *Gschwend*; ailleurs, sur son Trias.

La digitation supérieure est notre *Zone Submédiane*, fortement écrasée, formée de plusieurs écaillés où s'entremêlent le Trias dolomitique, les couches à Rosalines et Globigérines avec la grosse brèche de *Trom* et le *Flysch*.

§ 2. Ecrasement et plans de chevauchement.

Les différentes zones que nous avons distinguées reposent toutes les unes sur les autres par contact mécanique. Mais tous ces contacts ne sont pas de véritables plans de chevauchement.

Les plans de chevauchement importants passent de part et d'autre de l'*Aalénien des cols*, entre le *Flysch du Tauben* et la zone de *Gschwend* et à la base de la *Zone Submédiane*.

Ces différentes zones ne sont pas non plus toutes également écrasées. L'écrasement se fait sentir avec une grande intensité dans les zones inférieures, jusque et y compris la zone mésozoïque de *Gschwend*, et d'autre part dans la *Zone Submédiane*. Mais entre deux, le *Flysch* de la digitation de la *Palette* est, au contraire, remarquablement développé avec d'innombrables plissottements, mais sans marques particulières de laminage. Il n'y a que sa partie supérieure qui soit de nouveau

victime de l'écrasement, puisque les divisions moyennes et supérieures du Flysch n'y sont pas représentées chez nous. Cette absence ne s'observe pas tout le long de la chaîne.

Dans la région de l'Étivaz, ces niveaux moyens et supérieurs existent, bien développés. Et c'est dans la vallée de Meyelsgrund qu'ils disparaissent graduellement. Il est possible que cette disparition ne soit pas entièrement due au laminage et que les passages latéraux stratigraphiques interviennent. C'est ce que précisera l'étude de *McConnell*. Il est dès maintenant certain que l'écrasement en est pourtant la cause principale.

Du Meyelsgrund vers le NE. jusqu'au massif même du Niesen, on ne voit plus reparaître ces niveaux moyens et supérieurs du Flysch.

L'écrasement de la digitation du Chaussy n'est pas non plus uniforme. Il est très intense dans notre région, où n'apparaît que le bord radical, et s'accroît encore vers le NE. Mais vers le SW., on voit le Flysch de cette digitation se déployer vers l'avant dans le système de plis couchés relativement tranquille du massif du Chaussy.

Par contre, la Zone Submédiane garde son caractère tourmenté sur tout le front de la chaîne.

§ 3. La nappe du Laubhorn et la nappe du Niesen.

Au S. de la zone du Lochberg, qui est la plus inférieure de notre carte, alternent encore d'autres zones, d'Aalénien et de Trias, avec des bandes de Flysch qui manifestement se rattachent à la nappe du Niesen. Dans notre note préliminaire (71) nous avons brièvement énuméré celles qui apparaissent sur l'arête de Trüttli et sur l'arête de Krinnen.

A l'arête de Trüttli où la zone du Lochberg s'écrase entièrement, l'Aalénien des cols repose sur du gypse accompagné de cornieule, que nous avons appelé: Trias du Trüttli. Il est bordé au S. par le Flysch de Stand à brèches polygéniques et Flysch vert avec des lentilles calcaires dont certaines contiennent des Bélemnites.

A la base s'intercalent de longues lentilles de cornieule.

Puis vient la bande d'Aalénien du col de Haslerberg, qui, à l'W. de l'arête, recouvre des lentilles de calcaires à entroques et brèches échinodermiques et dolomitiques, certainement sinémuriennes, accompagnées de Trias et de Flysch. Ces lentilles d'Ober-Trüttlisberg appartiennent de nouveau à la nappe du Niesen.

Plus au S. se dresse sur l'arête la grande masse de gypse des Stüblenen, équivalent du gypse du Pillon et de Bex.

Enfin, une dernière lentille de calcaire à entroques bréchoïde, accompagnée de cornieule, s'intercale au-dessus de Gridi entre le gypse des Stüblenen et le Flysch de la nappe du Mont Bonvin.

Nous avons donc ici une alternance de bandes diverses dont les unes se rattachent nettement à la nappe du Niesen avec leurs Flyschs ou leurs calcaires à entroques. Les autres appartiennent, en partie du moins, à une unité tectonique inférieure que *M. Lugeon* a définie en 1918 (56, p. 358): la nappe du Laubhorn.

Dans cette nappe, où le Trias est souvent très développé (gypse de Bex, du Pillon, des Stüblenen), le Lias inférieur et moyen est représenté par des calcaires sombres en grande partie schisteux, bien différents des calcaires échinodermiques clairs à grosses entroques de la nappe du Niesen. Le Toarcien est en général schisteux, également sombre et l'Aalénien est formé de schistes argileux noirs à rognons pyriteux.

Nous sommes portés à rattacher à cette nappe du Laubhorn toutes les bandes aaléniennes de l'arête de Trüttli, y compris l'Aalénien des cols. C'est l'opinion que nous avons formulée, *McConnell* et moi, dans notre note préliminaire.

Mais *M. Lugeon*, dans les conversations que nous avons pu avoir avec lui, a émis des doutes à cet égard et il est certain que les liaisons sont encore mal connues entre cette arête de Trüttli et le massif même de l'Ober Laubhorn. Ainsi, du reste, qu'entre cette arête et celle de Krinnen et le col du Pillon.

L'étude que *M. Lugeon* poursuit de la zone des cols n'est pas achevée, et il faut attendre ses résultats pour pouvoir préciser ces questions.

Il reste que l'arête de Trüttli, comme celle de Krinnen (Wallis-Windspillen) et celle du Pillon, présente des alternances répétées de bandes appartenant à la nappe du Niesen avec des éléments de la nappe du Laubhorn, sans qu'on puisse donc encore les définir exactement.

La question des relations entre ces deux nappes est, de même, encore loin d'être claire. Elles sont imbriquées l'une dans l'autre et l'une encapuchonne donc l'autre certainement. Mais laquelle encapuchonne et laquelle est encapuchonnée?

Jusqu'ici *M. Lugeon* et avec lui *E. Andrau* ont toujours considéré que c'était la nappe du Niesen qui encapuchonnait les digitations du Laubhorn. Dans notre note préliminaire, *McConnell* a émis l'opinion contraire. Il pense que des lames basales du Niesen ont pénétré comme des plis plongeants dans la masse schisteuse du Laubhorn, qui se moulerait entre ces coins sous forme de plis en retour fermés vers le S.

Sur notre territoire d'étude, aucun fait positif ne témoigne nettement en faveur de l'une ou de l'autre de ces hypothèses. Aucune charnière visible ne montre la fermeture ni vers le S., ni vers le N. des digitations du Laubhorn. Nous avons décrit sur l'arête du Tauben (p. 72), dans la masse triasique qui sépare le Flysch d'Ochsenweid de celui du Tauben, une charnière qui semble bien se fermer vers le S. et suivant laquelle la cornieule envelopperait le gypse. Mais elle affecte les roches de la zone de Krinnen, soubassement mésozoïque du Flysch du Tauben, et ne concerne en rien les relations entre ces digitations du Niesen et celles de la nappe du Laubhorn. Ce n'est probablement du reste qu'un petit repli local en partie écrasé, de la zone de Krinnen.

Devant ces incertitudes, nous ne voulons pas anticiper sur les recherches futures et nous laisserons ouverte la question de l'encapuchonnement réciproque des nappes du Niesen et du Laubhorn.

§ 4. La position de la Zone Submédiane.

Nous avons considéré la *Zone Submédiane* comme une digitation supérieure de la nappe du Niesen. Il est nécessaire de légitimer autant que nous pouvons le faire cette détermination.

On pourrait en effet imaginer que ces amas discontinus égrenés le long du front nord de notre chaîne sont les parties frontales d'une digitation inférieure de la nappe du Niesen rebroussées et écrasées contre la masse radicale des Préalpes médianes.

Deux considérations nous forcent à rejeter cette dernière hypothèse:

La première est d'ordre stratigraphique.

Si les faciès de la Zone Submédiane s'apparentent incontestablement à ceux de la nappe du Niesen, ils présentent d'autre part une certaine analogie avec ceux des Préalpes médianes. C'est même un des traits des plus intéressants de cette zone, que ce caractère intermédiaire de ses terrains, qui figurent une sorte de transition entre ces deux nappes qui semblaient jusqu'alors si nettement distinctes.

Ce caractère demeurerait incompréhensible si la Zone Submédiane ne devait pas s'enraciner entre la digitation de la Palette et les Préalpes médianes.

L'autre considération est d'ordre tectonique. Les fragments de la Zone Submédiane que nous avons décrits à Trom, comme du reste ceux de Meyelsgrund et de la Mieschfluh, reposent dans des replis de la carapace de la digitation de la Palette. Replis de la région frontale évidemment, mais dont la position de par la descente axiale de la nappe est très élevée dans l'ensemble du front. Cette situation s'expliquerait très difficilement si la Zone Submédiane était une digitation inférieure du Niesen. En effet, tout le front de la chaîne montre des marques évidentes du grand chevauchement vers le N. de la masse des Préalpes médianes. Il est naturel que ce chevauchement ait entraîné et écrasé une digitation supérieure du Niesen; il serait, au contraire, tout à fait anormal qu'une langue inférieure du Niesen ait rebroussé vers le haut en un mouvement inverse de celui du grand chevauchement.

Ces deux raisons nous obligent à considérer la Zone Submédiane comme une digitation supérieure de la nappe du Niesen, digitation dont la racine serait plus méridionale que celle de la Palette.

On pourrait penser, d'autre part, que cette digitation supérieure, se recourbant sous la masse du Flysch de la Palette ou du Chaussy, vient constituer au bord radical la zone de Gschwend ou la zone de Krinnen. Mais l'étude des faits exclut immédiatement cette hypothèse. En effet, la zone mésozoïque de Gschwend se lie stratigraphiquement (on le constate nettement à Unter-Lochberg) avec l'horizon inférieur (niveau schisto-gréseux) du Flysch de la Palette. Et de même la zone de Krinnen se relie stratigraphiquement (on le voit à Gsteig et au Sulzgraben) avec la base du Flysch du Chaussy. Tandis que la Zone Submédiane repose en contact anormal sur la carapace du Flysch de la Palette et se recourbe sous le front du Chaussy dans la vallée de la Grande-Eau, mais n'est jamais en liaison avec la base de l'une ni de l'autre de ces digitations.

R. Staub émit l'hypothèse que des lentilles entraînées à la base des Préalpes médianes représentent des restes de la nappe du Falknis. Peut-être fait-il allusion, entre autres, à certaines lentilles de notre Zone Submédiane (63, p. 159/160).

Jeannot déjà, dans une des coupes de la « Geologie der Schweiz » (fig. 218, p. 657, et p. 670) se demandait si les masses d'Exergillod ne correspondaient pas au Falknis. A vrai dire, les faciès ont quelque analogie, mais les preuves témoignant que la Zone Submédiane fait partie de la nappe même du Niesen sont bien plus probantes et indiscutables.

§ 5. Enracinement de la nappe du Niesen.

La nappe du Niesen est très certainement d'origine pennique. La découverte qu'a faite M. Lugeon en 1914, à Gsteig, des schistes de Casanna à la base de la digitation du Chaussy, l'a prouvé d'une façon indiscutable. Sans doute, les schistes cristallins du type Casanna sont aussi représentés dans les nappes austro-alpines inférieures, mais l'abondance des roches ophiolithiques dans certaines brèches du Niesen, à côté des fragments de schistes de Casanna, indique bien l'origine pennique de ces roches et de toute la nappe.

Mais à laquelle des nappes penniques se rattacherait la zone du Niesen ?

Dans ses notes de 1914 (52, 53), M. Lugeon l'enracinait sur la nappe du Grand Saint-Bernard. R. Staub (55, p. 177), considérant l'absence de Carbonifère à faciès houiller dans la zone du Niesen et la présence des schistes bigarrés du Trias, proposait de la raccorder plutôt à la nappe de la Dent Blanche.

Et Haug, par contre, dans son important ouvrage de 1925 (65), assimile le Flysch du Niesen à celui de l'Embrunais et l'enracine dans les nappes simplo-tessinoises.

A vrai dire, aucun des arguments avancés jusqu'ici en faveur de l'une ou de l'autre de ces trois hypothèses ne nous semble décisif, et c'est pourquoi nous ne nous attarderons pas à les discuter. Maintenant que l'on sait que les éléments des brèches du Flysch du Niesen proviennent certainement du substratum mésozoïque et paléozoïque de ce Flysch, l'étude pétrographique de ces éléments et leur comparaison précise avec les roches des différentes nappes permettront, on peut l'espérer, de trancher la question.

Mais c'est une étude de longue haleine et dont les résultats ne peuvent être probants que si elle est menée avec le plus grand soin.

Nous n'avons pas pu nous y consacrer, mais notre ami McConnell a entrepris ces recherches. Nous espérons qu'il pourra les achever et ne doutons pas que les conclusions qu'on en pourra tirer permettront d'établir les relations réelles entre les grands plis couchés des Alpes pennines et la nappe du Niesen.

Coupes Géologiques Générales

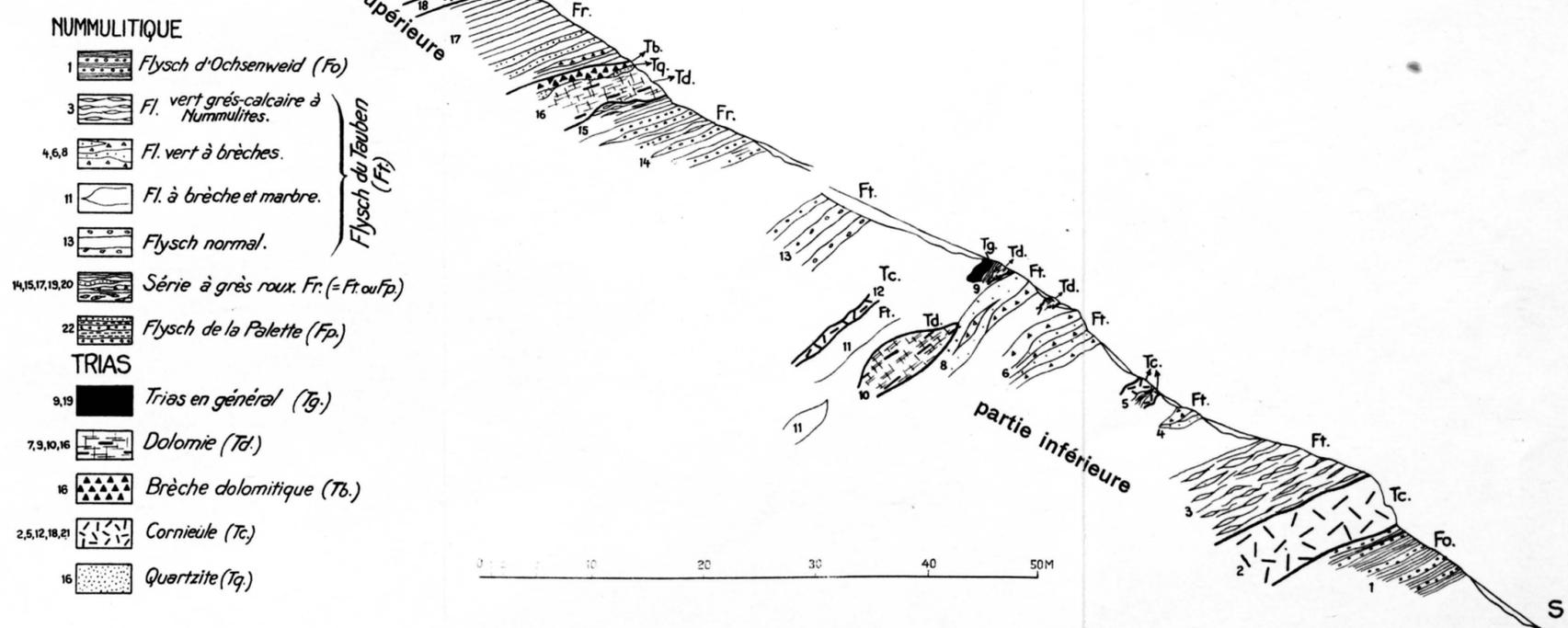
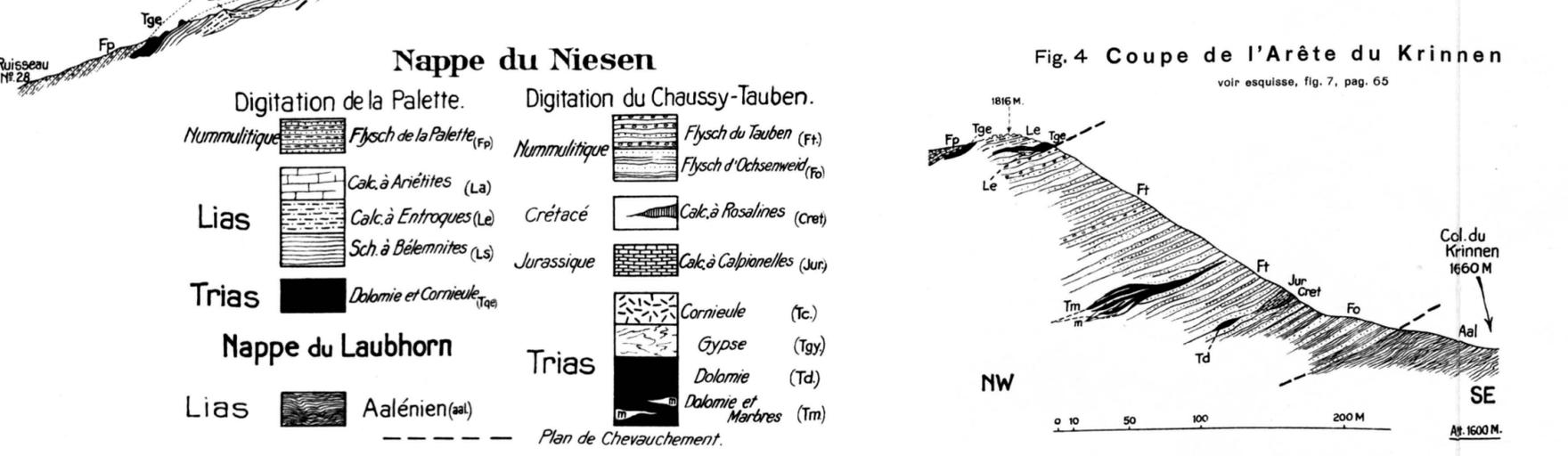
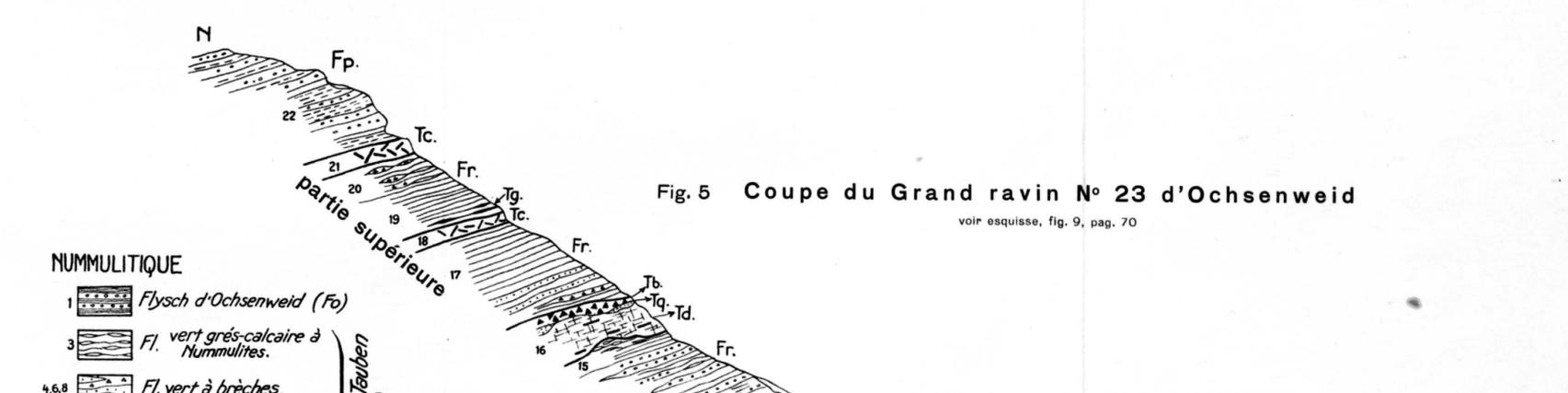
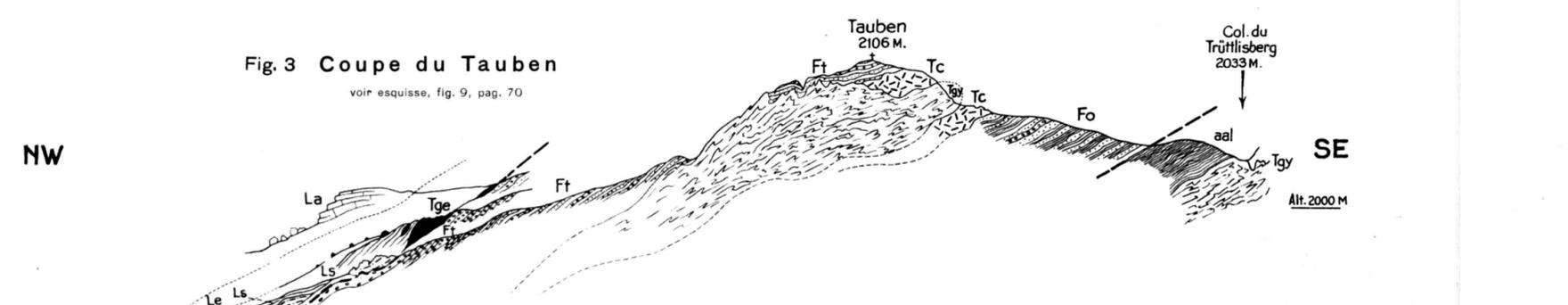
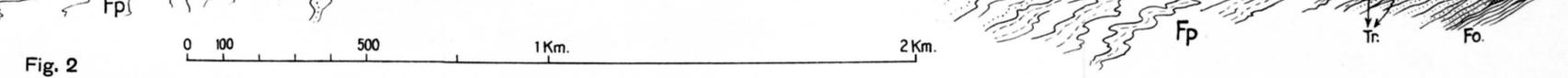
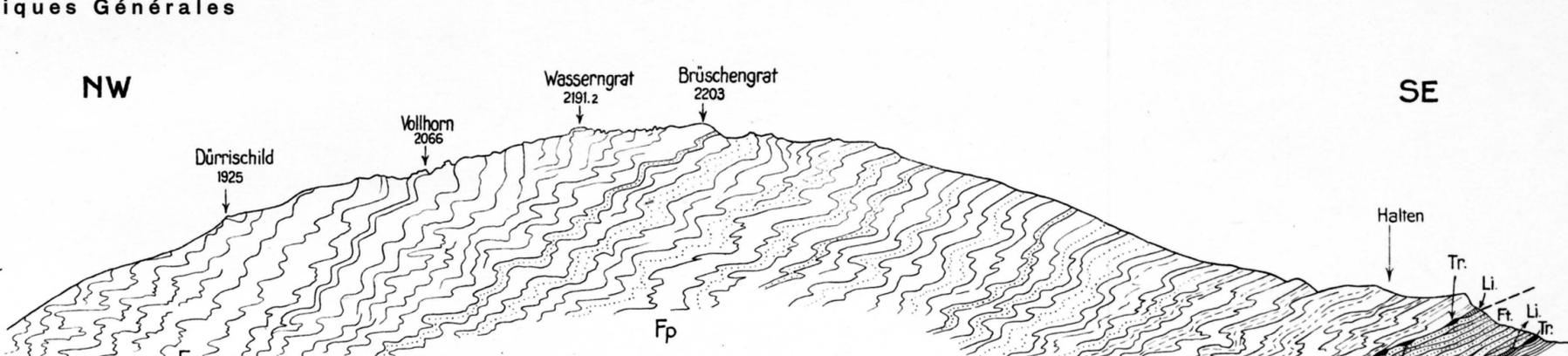
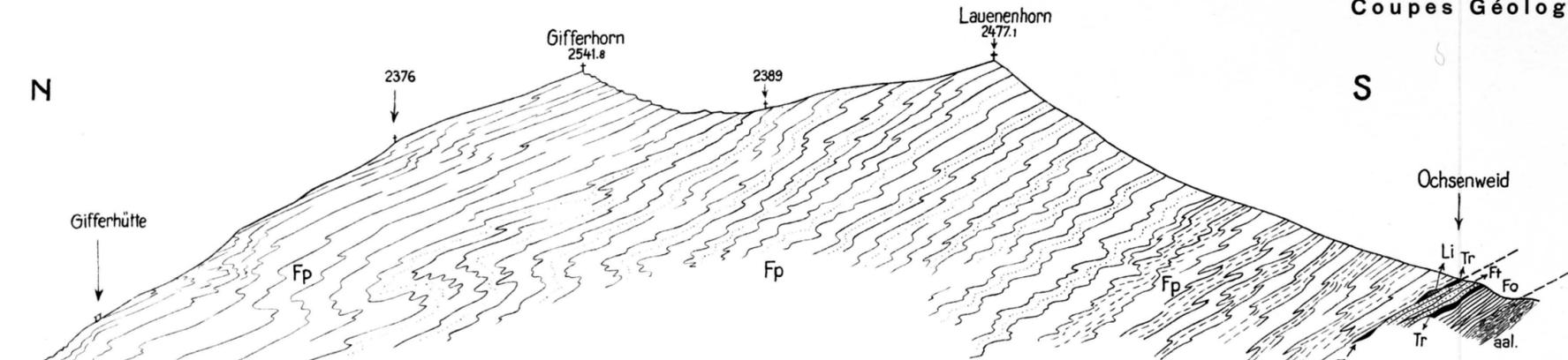
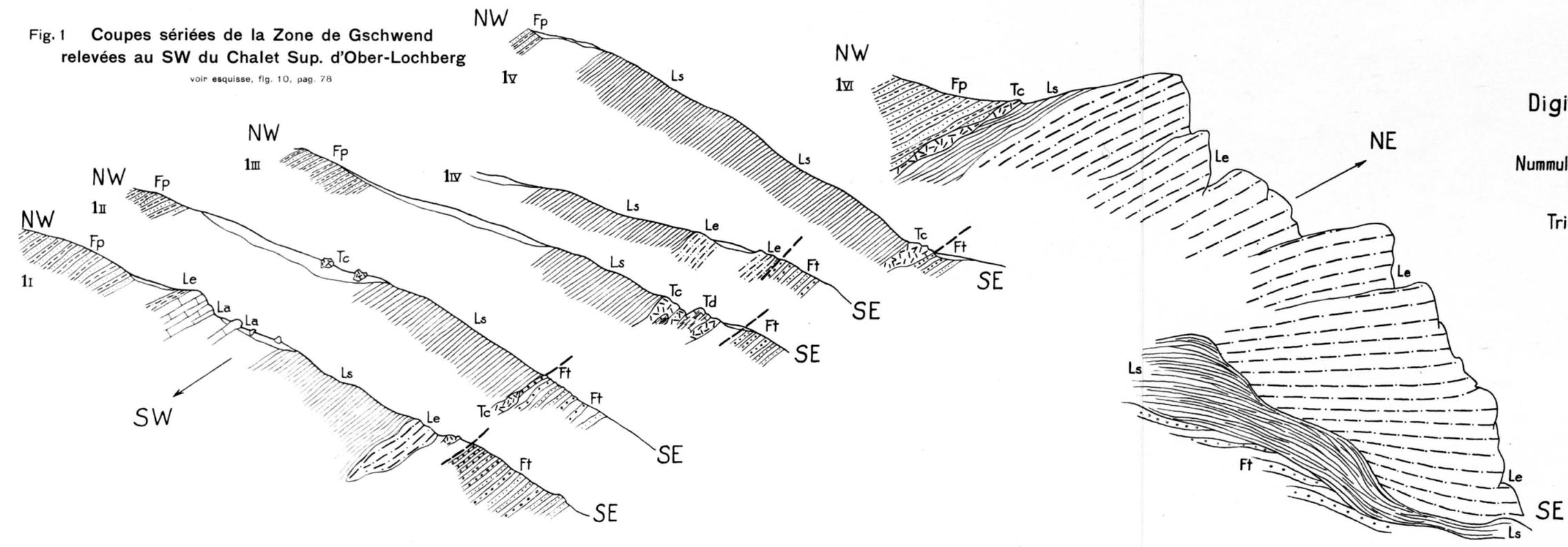


Fig. 1 Coupes sériées de la Zone de Gschwend relevées au SW du Chalet Sup. d'Ober-Lochberg
voir esquisse, fig. 10, pag. 78



NAPPE DU NIESEN

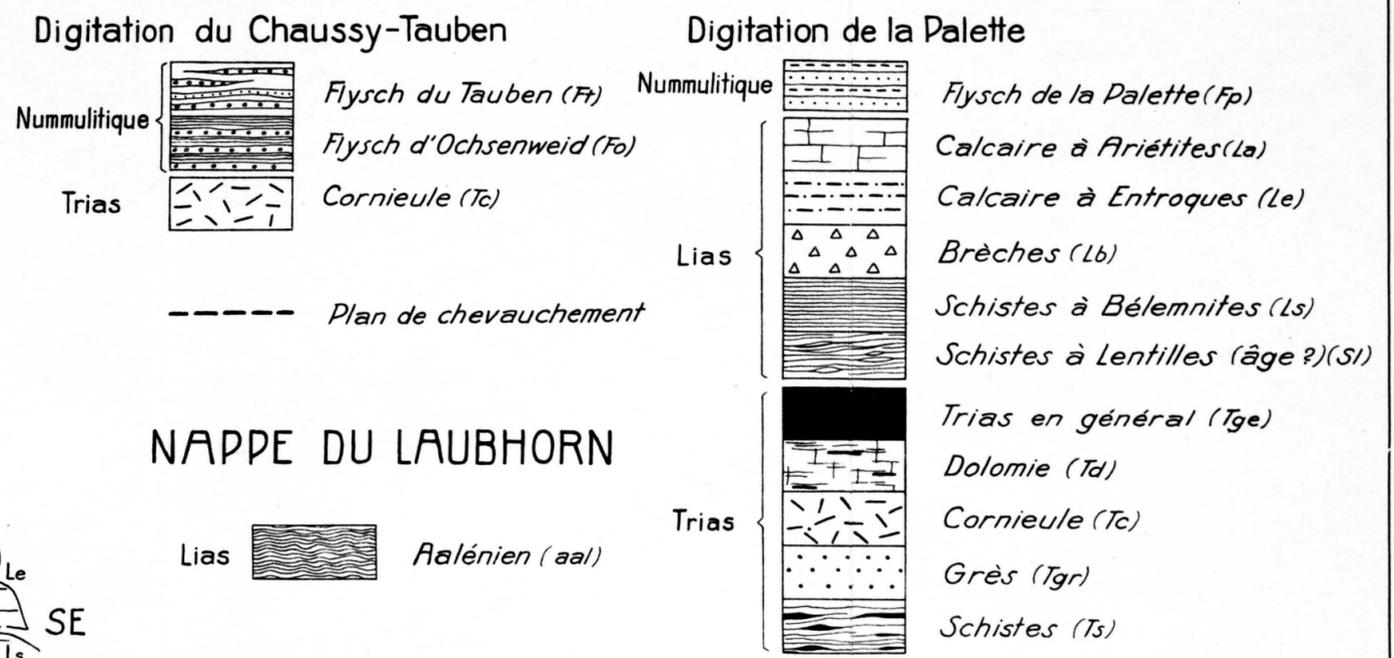


Fig. 2

