Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

Band: 69 (1989)

Heft: 2

Artikel: Structures des déformations alpines dans la région de Zermatt

Autor: Steck, Albrecht

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-52788

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 16.07.2025

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

Structures des déformations alpines dans la région de Zermatt

par *Albrecht Steck*[1]

Abstract

The tectonic structure of the Zermatt region results from the collision of the two continents of Europe (Siviez-Mischabel, Portjengrat, Mont Fort and Monte Rosa units) and of Apulia (Dent Blanche unit) and from the imbrication of the oceanic crust and sediments of the Piemont trough (Tsaté and Zermatt - Saas units). The analysis of the thrust structures, the fold phases, the ductile shear zones and the age relations between different structures allowed us to propose a cinematic model :

– The closure of the Piemont trough at the latest at the end of the Lower Cretaceous is established by radiometric dating of high pressure minerals (minimum age 110 - 80 Ma, HUNZIKER, 1974).

– In Upper Cretaceous time E-W movements are related to the formation of a stretching lineation of the same direction in high pressure metamorphic rocks of the Täsch Valley. These structures may be of the same phase of deformation as the W-oriented thrusts of Cretacious age in the Austrian Alps (RATSCHBACHER, 1987). The Cretaceous compressional phase is followed by erosion and uplift, bringing high pressure rocks to near surface conditions (COLOMBI, 1988).

– The early Tertiary compressional phase (Lower Oligocene, HUNZIKER, 1974) is characterised by under-thrusting of the European below the Apulian plate parallel to a SE oriented streching lineation X I with formation of the penninic fold-nappes (Siviez-Mischabel, Mont Fort and Monte Rosa units) by ductile deformation of the upper part of the European crust below TERMIER's "traîneau écraseur rigide", consisting of the Apulian thrust sheets (Dent Blache nappe, Sesia zone , etc.) (First Tertiary phase of ductile deformation D I, fold phases P1 and P2).

– At a certain moment strike-slip movements ("transpression") in the ductile shear zone between the two plates create the SW oriented second streching lineation X II (second Tertiary phase of ductile deformation D II).

– This ductile zone of "transpression" is affected by back folds and thrusts like the Mischabel and Mittaghorn folds (fold phase P3) related to the Canavese back-thrust (ARGAND's "Insubric phase") (~ 25 Ma, HURFORD, 1986).

A dextral shear zone and zone of under-thrusting with an E oriented third stretching lineation X III develop in the more ductile zone between the lower limb of the Mischabel back fold and the northern border of the Monte Rosa gneiss fold (third Tertiary phase of ductile deformation D III). By these late processus of back folding and dextral shear in the Penninic root zone simultaneous with the continuation of the NW thrusts in the Helvetic front and later in the Jura range, the Central Alps come to be a "flower structure".

Keywords: Continental collision, nappe emplacement, Central Alps.

Introduction

Un ensemble de roches provenant de la zone de suture entre les anciens continents européen (socle de Siviez-Mischabel et du Mont Rose) et apulien (socle de la Dent Blanche) affleure dans la région de Zermatt. La tectonique et les paragenèses métamorphiques représentent le produit de l'ensemble des phases crétacées et tertiaires de l'orogenèse alpine. Les structures d'interférence entre plans de chevauchement, zones de cisaillement et phases de plissement y sont donc particulièrement complexes. SARTORI (1987 et sous presse) donne une excellente description du pli spectaculaire de la Mischabel, tel qu'il affleure à l'W de Zermatt. Il s'agit d'une analyse et d'une synthèse de ses propres observations et des nombreux travaux géologiques concernant

[1] Institut de Minéralogie et Pétrographie, Univ. Lausanne, BFSH 2, CH-1015 Lausanne

cette région (ARGAND, 1923, BEARTH, 1953, 1964, CRESPO, 1984, GÜLLER, 1947, MARTIN, 1982, MÜLLER, 1983 et TIECHE, 1976).

Dans le cadre de l'établissement d'une carte des zones de cisaillement des Alpes centrales (STECK, sous presse, et STECK, 1980, 1984 et 1987) nous avons également parcouru les vallées de Zermatt, de Saas, d'Ayas et le Valtournanche, et il nous est apparu utile de présenter nos observations et nos nombreuses mesures structurales. Dans la présente étude nous avons utilisé les subdivisions tectoniques définies dans les synthèses de ESCHER et SARTORI (ESCHER, 1988, ESCHER, MASSON, STECK, 1987 et SARTORI, 1987). Les empilements des nappes situés respectivement au Nord (Nikolaital) et au Sud de Zermatt sont donnés dans le tableau 1.

Tab. 1 Empilements des nappes (d'après Escher et Sartori):

N - Zermatt	S - Zermatt
nappe de la Dent Blanche	nappe de la Dent Blanche
nappe du Tsaté	nappe du Tsaté
nappe du Mont Fort	nappe du Mont Fort
nappe de Siviez-Mischabel	nappe ou zone de Zermatt-Saas
	nappe du Mont Fort
	nappe du Mont Rose

Les phases de déformation tertiaires

Dans le cadre des subdivisions représentées dans le tableau 1, nous avons procédé à une analyse géométrique des grandes structures plissées et des zones de cisaillement superposées et à une étude des relations entre cristallisation et déformation. Cette analyse nous conduit à proposer le modèle des phases de déformations tertiaires suivantes:

1ère phase : Mise en place des nappes

Tab. 2 Superposition des nappes dans un profil N-S

N		S
Tsaté	Zermatt-Saas	Zermatt-Saas
Mont Fort	Mont Fort	Mont Fort
Siviez-Mischabel	Siviez-Mischabel	Mont Rose

Cette mise en place des nappes a eu lieu avec un renversement local de la série stratigraphique de la nappe du Mont Fort par plissement (plis P1) et développement d'une ou de plusieurs schistosités.

Les flyschs éocènes de la série du Barrhorn (couverture autochtone de la nappe de Siviez-Mischabel) sont chevauchés par la nappe du Mont Fort au cours de cette phase tertiaire précoce.

C'est au plus tard lors de cette phase de chevauchement, mais probablement dès la fin de l'orogenèse du Crétacé supérieur, que les roches à paragenèses de haute pression de la zone Zermatt-Saas sont remontées en surface par érosion de la chaîne de collision crétacée (HURFORD et HUNZIKER, 1985, COLOMBI, 1988).

2ème phase : Plissement isoclinal de vergence SW de grande amplitude

Le plis du Trift, de l'Alphubel et du Stockhorn représentent une répétion d'un même pli P2 replissé par les plis P3 de la Mischabel et du Mittaghorn.

3ème phase : Développement d'une ou de deux schistosités à étirement transversal X I dans une zone de cisaillement D I à mouvement chevauchant vers le NW

Il s'agit de la principale phase de chevauchement des nappes Sesia-Dent Blanche et des plis-nappes penniques et helvétiques vers le NW. Cette troisième phase à étirement X I a probablement déjà commencé à la fin du développement des plis de vergence SW, les axes de plis (P1 et P2) étant parallèles à l'étirement X I.

4ème phase : Zone de cisaillement D II à étirement longitudinal X II

Cette zone de cisaillement s'est développée lors du chevauchement des unités supérieures et plus internes vers le SW (zones de cisaillement dextre du Simplon et de Mezzalama). Dans le secteur des Alpes, décrit dans ce travail, elle n'est développée que localement.

5ème phase : Plis de vergence S (P3)

Aux plis de vergence S (P3) est associé un clivage de crénulation replissant les deux étirements X I et X II. A l'échelle de la carte il s'agit de l'anticlinal de la Mischabel et du synclinal du Mittaghorn.

6ème phase : Zone de cisaillement D III à étirement X III

Pendant ou après la formation de ces plis de vergence S s'est développée une zone de cisaillement dextre (et de sous-charriage) D III à étirement X III de direction W, occupant la zone

synclinale du Mittaghorn, au S de l'anticlinal de la Mischabel.

Relations cristallisation - déformation, schistosités et étirements transposés

Du point de vue minéralogique, ces structures tertiaires sont toutes caractérisées par des assemblages appartenant au faciès schistes verts (paragenèse critique de la séquence basique) : albite-chlorite-épidote-amphibole calcique-sphène-magnétite ± biotite. Dans la zone Zermatt-Saas l'amphibole calcique est tout d'abord alumineuse et sodique. Il s'agit d'une amphibole bleu-vert ou verte du type barroisite ou Mg-hornblende, caractérisant un faciès "schistes-verts" à pression accentuée. La cristallisation de ces amphiboles est suivie par la formation d'une actinote, indiquant un fort abaissement de la pression et de la température (GANGUIN, 1988, MEYER, 1983, DAL PIAZ et ERNST, 1978, VANNAY et ALLEMANN sous presse, WENGER, 1985 et COLOMBI 1988). Dans la nappe du Tsaté l'amphibole calcique est une actinote (VANNAY et al., op. cit.). Parmi les minéraux de ces paragenèses du faciès "schistes-verts", ce sont surtout les fibres et prismes d'amphibole et d'épidote qui marquent la linéation d'étirement. Lors de la création d'une nouvelle direction d'étirement ces cristaux préexistants de forme aciculaire peuvent être réorientés ou transposés par rotation externe sans nécessairement recristalliser.

Reliques de structures d'étirement crétacées

Du cirque glaciaire de la vallée de Täsch à la region Pfulwe - Spitzhorn on trouve des métabasites à paragenèses des faciès éclogite et schistes à glaucophane qui ont échappé à une rétromorphose sous les conditions du faciès schistes verts (GANGUIN et al, 1989, ce volume). Les datations radiométriques de HUNZIKER (1974) donnent un âge minimal de ces faciès du métamorphisme de haute pression de 100 à 80 Ma (crétacé supérieur). Ces métabasites de haute pression recouvrent une superficie de quelques kilomètres carrés et possèdent souvant une belle schistosité pénétrative, synmétamorphique et à étirement de direction W, parallèle à l'étirement tertiaire X III visible dans les roches qui entourent ces affleurements. Ces roches représentent une relique de structures crétacées à l'intérieur de structures de même orientation, mais d'un âge tertiaire. Il est probable que cet étirement de direction W appartient à la même phase de déformation que les chevauchements de direction W et d'âge crétacé observés dans les Alpes orientales (RATSCHBACHER, 1987).

Une deuxième interprétation ne peut toutefois être exclue, à savoir qu'un compartiment de roche à structures crétacées a subi une rotation externe lors de la phase tertiaire de l'orogenèse alpine.

Discussion

a) La présence d'un flysch éocène dans la série du Barrhorn montre clairement que le chevauchement de cette série par les unités du Mont Fort et du Tsaté a un âge tertiaire (ELLENBERGER, 1953; SARTORI, 1987).

b) Le contact tectonique entre les nappes de Siviez-Mischabel et la nappe du Mont Rose est scellé par la nappe du Mont Fort. Il est donc antérieur à, ou contemporain de cette phase de chevauchement (tertiaire ou crétacé).

c) SARTORI (op.cit.) réunit nos trois premières phases (empilement des nappes, création de plis isoclinaux de vergence SW et création de schistosités à étirement transversal X I) dans une seule phase D I à étirement transversal X I et à direction de chevauchement NW. Nous proposons un modèle plus détaillé parce qu'il y a eu, dans nos phases 1 et 2 transport de matière dans d'autres directions que dans celle de l'étirement X I. Ce sont des observations dans les quartzites triasiques de la nappe du Mont Fort, à Arben dans la vallée de Zmutt, qui nous ont amené à cette conclusion. Dans ces quartzites, on trouve des galets de quartz qui sont aplatis puis plissés deux fois par des plis P2 et P2' isoclinaux et à axe de direction NW, puis étirés selon X I dans la direction NW (= zone de cisaillement DI). Ces quartzites de la nappe du Mont Fort ont donc subi une déformation ductile avec une direction d'étirement ou d'applatissement différente de X I avant le développement de la zone de cisaillement D I. Actuellement nous ne connaissons ni la direction ni l'amplitude des chevauchements antérieurs à D I.

Conclusions

La zone de suture alpine située dans la région de Zermatt est caractérisée par une tectonique particulièrement complexe et les informations préservées dans la stratigraphie des sédiments, les structures de déformation et les paragenèses métamorphiques accessibles aux géologues sont lacunaires.

Les principaux événements alpins considérés ici peuvent être résumés de la façon suivante :

– La fermeture de l'océan piémontais a très probablement déjà eu lieu au Crétacé avant et peut-être encore pendant le dépôt des flyschs crétacés d'un âge Cénomanien - Turonien (MARTHALER, 1984). Le métamorphisme de haute pression, dont les cristallisations tardives sont datées de 110 - 80 Ma (HUNZIKER, DESMONS et MARTINOTTI, 1989) témoigne d'une zone de subduction crétacée.

– Il est très probable que la linéation d'étirement E-W dans les paragenèses à haute pression du Täschtal correspond à des mouvements de même direction au Crétacé, contemporains de chevauchements E-W dans les Alpes autrichiennes (RATSCHBACHER, 1987).

– Une linéation d'étirement X I de direction SE (déformation D I) est créée lors du sous-charriage tertiaire de la plaque européenne sous la plaque apulienne avec création des plis-nappes penniques (plis P1 et P2) par déformation ductile d'une zone supérieure de la croûte continentale européenne sous le traîneau écraseur plus rigide formé par les écailles de la bordure septentrionale de la plaque apulienne (nappe de la Dent Blanche, zone de Sesia, etc.). Il est important de signaler que dans certains cas des reliques crétacées de glaucophane aciculaire, conservée dans une matrice de faciès "schistes verts" tertiare, ont été réorientés par l'étirement tertiaire.

– A un certain moment, ces sous-charriages NW-SE font place au développement des zones de cisaillement ductile du Simplon et de Mezzalama avec leur linéation d'étirement X II d'orientation SW, parallèle à la direction de coulissement dextre des deux plaques européenne et apulienne en compression (déformation D II).

– Vers la fin de cette phase de "transpression dextre" se développent des plis rétrodéversés ou de rétrocharriage (plis de la Mischabel et du Mittaghorn, P3) probablement en relation avec la phase de rétrocharriage du Canavese (phase insubrienne d'ARGAND). Dans la région du Val Maggia le principal refroidissement des Alpes centrales, lié au rétrocharriage, a eu lieu il y a environ 25 Ma (HURFORD, 1986).

– Pendant et après le plissement P3, une zone de cisaillement et de sous-charriage dextre à linéation d'étirement X III de direction W (déformation D III) se développe dans le couloir occupé par des roches plus ductiles et situé entre le pli de la Mischabel et la bordure septentrionale des gneiss du Mont Rose. Dès la création des premiers plis rétrodéversés et de la zone décrochante dextre D III, la géométrie des Alpes centrales devient comparable à une "structure en fleur" (flower structure) caractéristique de certaines zones décrochantes en compression (WILCOX et al., 1973; HARDING et al., 1979).

Dans la zone Zermatt-Saas, les déformations D I et D II ont eu lieu sous les conditions d'un faciès "schistes verts" de température et de pression accentuée, caractérisé par des "amphibolites albitiques" à barroisite et la déformation D III s'est manifestée lors d'une forte rétromorphose, indiquée par des prasinites à actinote.

Le modèle cinématique présenté ici laisse de nombreuses questions ouvertes, en particulier celles qui concernent la phase crétacée et le début de la phase tertiaire de l'orogenèse alpine. Nous espérons toutefois que cette compilation d'observations et cette hypothèse de travail stimulera la controverse et suscitera de nouvelles recherches sur le terrain.

Remerciements

Je remercie très vivement mes amis Jean-Luc Epard, Jean Guex pour leur précieuse aide et critique lors de la rédaction de ce texte, Jaques Ganguin pour les remarques très constructives lors de la lecture critique du manuscrit et également mes collègues Arthur Escher, Johannes Hunziker, Henri Masson et Mario Sartori pour les discussions stimulantes et leur encouragement à publier ces observations.

Références

ARGAND E. (1923): La géologie des environs de Zermatt. Actes Soc. helv. Sci. nat. 104/2, 96-110.

BEARTH P. (1953): Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000, N°29: Blatt Zermatt und Eräuterungen. Schweiz. geol. Komm.

BEARTH, P. (1964): Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000, N°43: Blatt Randa und Erläuterungen. Schweiz. geol. Komm.

COLOMBI, A. (1988) : Métamorphisme et géochimie des roches mafiques des Alpes Ouest-centrales (géoprofil Viège-Domodossola-Locarno). Thèse Univ. Lausanne.

CRESPO, A. (1984): Géologie des unités penniques au NW de Zermatt (Valais). Diplôme géol. inédit Univ. Lausanne.

DAL PIAZ, G.V. et ERNST, W.G. (1978): Areal geology and petrology of eclogites and associated metabasites of the Piemonte ophiolite nappe, Breuil-Saint Jaques area, Italian Western Alps. Tectonophysics 51, 99-126.

ELLENBERGER, F. (1953): La série du Barrhorn et les rétrocharriages penniques. C.R.Acad. Sci. (Paris) 236, 218-220.

ESCHER, A. (1988): Structure de la nappe du Grand Saint-Bernard. Rapp. Serv. hydr. géol. Suisse, 7, 22p.

ESCHER, A., MASSON, H. et STECK, A. (1987): Coupes géologiques à travers la partie centrale des Alpes occidentales suisses. Rapp. Serv. hydr. géol. Suisse, 2.

GANGUIN, J. (1988) : Contribution à la caracterisation du métamorphisme polyphase de la zone de Zermatt-Saas Fee (Alpes valaisannes). Thèse ETH-Zürich.

GANGUIN, J. et al. (ce volume): Guide de l'excursion commune des Sociétés géologiques et minéralogiques suisses "Rawil - Zermatt".

GÜLLER A. (1947): Zur Geologie der südlichen Mischabel- und der Monte Rosa-Gruppe. Mit Einschluss des Zmutt-Tales westlich Zermatt. Eclogae geol Helv. 40/1.

HARDING, T.P. and LOWELL, J.D. (1979) : Structural Styles, Their Plate-Tectonic Habitats, and Hydrocarbon Traps in Petroleum Provinces. Americ. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 63/7, 1016-1058.

HUNZIKER, J.C. (1974) : Rb-Sr and K-Ar age determinations and the Alpine tectonic history of the Western Alps. Mem. Ist. Geol. Mineral. Univ. Padova 31, 54p.

HUNZIKER; J.C., DESMONS, J. et MARTINOTTI G. (1989, sous presse) : Alpine thermal evolution in the central and western Alps. Geol. Society Special Publication.

HURFORD, A. J. (1986) : Cooling and uplift patterns in the Lepontine Alps South Central Switzerland and an age of vertical movement on the Insubric fault line. Contrib. Mineral. Petrol. 92, 413 - 427.

HURFORD A.J. and HUNZIKER, J.C. (1985) : Alpine cooling history of the Monte Mucrone Eclogites (Sesia-Lanzo Zone) : fission track evidence. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 65, 325-334.

MARTHALER, M. (1984) : Géologie des unités penniques entre le val d'Anniviers et le val de Tourtemagne (Valais, Suisse). Eclogae geol. Helv. 77/2, 395-448.

MARTIN, B. (1982): Structural and metamorphic studies on the ophiolitic envelope of the Monte Rosa nappe, Pennine Alps. PhD thesis, Univ. of Wales.

MEYER J. (1983) : Mineralogie und Geologie des Allalingabbros. Dissertation, Basel, 1-304.

MÜLLER, R. (1983): Die Struktur der Mischabelfalte (Penninische Alpen). Eclogae geol. Helv. 76/2, 391-416.

RATSCHBACHER, L. (1987) : Strain, rotation, and translation of Austroalpin cover nappes, in FLÜGEL, H.W., and FAUPL, P., eds., Geodynamics of the Eastern Alps : Vienna, Deuticke, 237-243.

SARTORI M. (1987): Structure de la zone du Combin entre les Diablons et Zermatt (Valais). Eclogae geol. Helv. 80/3, 789-814.

SARTORI, M. (sous presse): L'unité du Barrhorn (zone pennique, Valais, Suisse) - Un lien entre les Préalpes médianes rigides et leur socle paléozoïque. Thèse Univ. Lausanne.

STECK, A. (1980): Deux directions principales de flux synmétamorphique dans les Alpes centrales. Bull. Soc. vaud. Sci. nat. (358) 75, 141-149.

STECK, A. (1984): Structures de déformations tertiaires dans les Alpes centrales (transversale Aar-Simplon-Ossola). Eclogae geol. Helv. 77/1, 55-100.

STECK, A. (1987): Le massif du Simplon - Réflexions sur la cinématique des nappes de gneiss. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 67, 27-45.

STECK A. (sous presse): Une carte des zones de cisaillement ductile des Alpes centrales. Eclogae géol. Helv. 82.

TIECHE, J.-C. (1976): Carte géologique de la région Zermatt-Mettelhorn. Document inédit Univ. Lausanne.

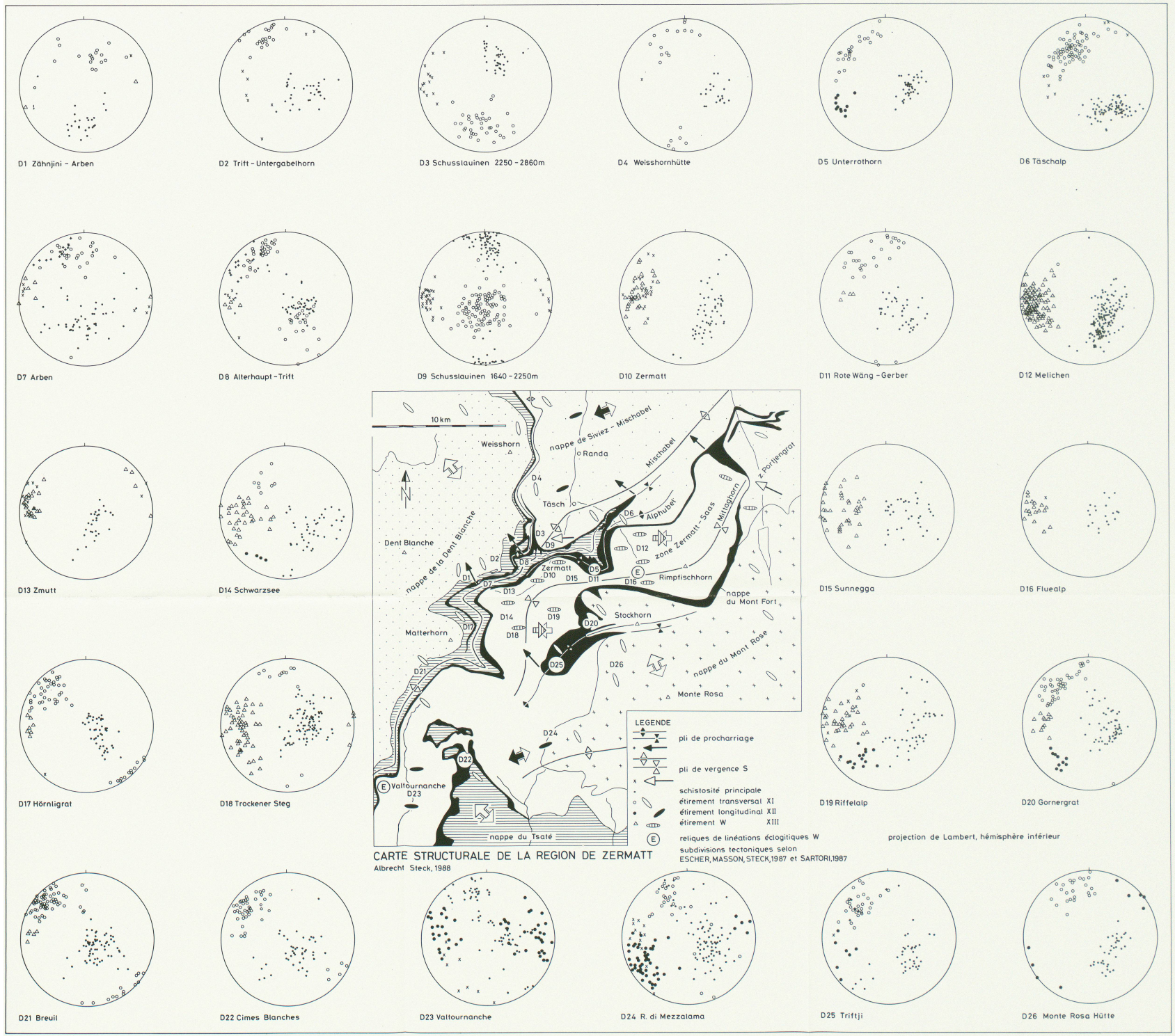
VANNAY, J.-C. et ALLEMANN R. (sous presse): La zone piémontaise dans le haut Valtournanche (Val d'Aoste, Italie). Eclogae géol. Helv.

WENGER, J. (1985) : Etude pétrographique et minéralogique du versant Est Mittaghorn - Egginer, Vallée de Saas/VS. Diplôme Lausanne, 203 p.

WILCOX, R.E., HARDING, T.P. and SEELY, D.R. (1973): Basic Wrench Tectonics. Americ. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 57/1, 74-96.

Manuscrit reçu le 9 février 1989; manuscrit révisé accepté le 18 mai 1989.

Leere Seite
Blank page
Page vide



CARTE STRUCTURALE DE LA REGION DE ZERMATT

Albrecht Steck, 1988