

MATÉRIAUX POUR LA GÉOLOGIE DE LA SUISSE

Série Géotechnique, 60^e livraison

Publiés par la

Commission Géotechnique Suisse

Géologie des Mines de Bex

Données 1966–1980

par

H. Badoux

1981

En commission chez Kümmerly & Frey S.A., Editions géographiques, Berne
Imprimé par Helioprint AG, Zurich

Préface de la Commission Géotechnique Suisse

En avril 1981 M. le prof. Badoux présenta à la Commission un manuscrit intitulé "Géologie des Mines de Bex". Il s'agit d'une continuation des recherches détaillées que M. Badoux offrit à la Commission en 1966 et qui ont paru dans notre série des Matériaux (livr. 41) "Description géologique des Mines et Salines de Bex et de leurs environs".

Le gisement de sel de Bex est non seulement un des rares objets d'importance économique dans notre pays mais aussi célèbre depuis des siècles par sa géologie extrêmement compliquée que l'auteur s'efforce d'élucider avec succès pas à pas. La Commission est heureuse de contribuer à cette tâche et exprime sa vive gratitude envers le prof. Badoux.

L'auteur est seul responsable du contenu du texte et des illustrations.

Zurich, juillet 1981

Pour la Commission Géotechnique Suisse

Le président:

V. Trommsdorff

Remerciements

Je tiens tout d'abord à exprimer ma reconnaissance à Monsieur P. Chevalley, Directeur des Mines et Salines de Bex et à Monsieur L. Fournier, Sous-directeur plus spécialement chargé des travaux de la mine pour l'aide constante qu'ils m'ont apportée année après année. Ils ont toujours facilité mes recherches non seulement en mettant à ma disposition tous les documents, plans de mine, etc, indispensables, mais aussi par de cordiales discussions sur les problèmes miniers ou autres que pose l'exploitation de la "montagne salifère".

Je tiens aussi à remercier les jeunes géologues qui m'ont accompagné sur le terrain, dans les galeries ou qui m'ont aidé dans la manutention et la description de kilomètres de carottes: P. Zahner, P. Aviolat, G. Savary, Y. Lavanchy, C. Jaquier, J.-F. Brodbeck et J.-M. Lavanchy, ainsi que Madame A.-M. Magnenat qui a dactylographié le présent rapport.

Je remercie la Commission Géotechnique Suisse de la Société Helvétique des Sciences Naturelles et son Président Monsieur le Professeur V. Trommsdorff d'avoir accepté de publier mon travail dans la série des Matériaux pour la Géologie de la Suisse.

Lausanne, mars 1981

H. Badoux

Table des matières

Préface de la Commission Géotechnique	2	5.6 L'anhydrite rubanée	12
Remerciements	3	5.6.1 Les couches claires	13
Table des illustrations	4	5.6.2 Les couches sombres	14
Abstract	5	5.7 Les brèches monogéniques	17
Résumé	5	5.8 L'anhydrite bréchique	18
		5.9 La brèche salifère	18
		5.10 La brèche à gypse	19
Chapitre I: Introduction	7	Chapitre III: Tectonique de la région	21
Chapitre II: Stratigraphie	8	1. Quelques généralités	21
1. Le Flysch	8	2. Description du domaine minier	21
1.1 Le Flysch de Fenalet	8	2.1 L'Ultrahelvétique remplissant la	
1.2 Le Flysch d'Arveyes	8	synforme liasique	22
1.3 Le Flysch de la salle de A. Ruchet	9	2.2 L'Ultrahelvétique situé sous et à	
2. L'Aalénien	9	l'E du Lias des Mines	22
3. Le Lias dit des Mines	10	2.3 Le secteur SW	24
4. Le grisou	10	2.4 Le secteur central	25
5. Le Trias	10	2.5 Le secteur NE	29
5.1 Généralités	10	Chapitre IV: Remarques sur l'exploitation	30
5.2 Les dolomies	11	1. Les sondages	30
5.3 Les grès verts	11	2. La production	31
5.4 Les grès gris-sombre lités	12	Bibliographie	32
5.5 Les évaporites	12		

Table des illustrations

Figures

Fig. 1: Inclusions de dolomicrite et de carbonate dans l'anhydrite	13
Fig. 2: Relations des cristaux d'anhydrite	13
Fig. 3: Détail d'une zone sombre	14
Fig. 4: Grande plage monocristalline de quartz	15
Fig. 5: Exemples de Quartz	16
Fig. 6: Quartz authigènes	16
Fig. 7: Evolution des débris de carbonate	17
Fig. 8: Exemples de brèches cataclastiques	17
Fig. 9: Exemple de brèche provenant du sondages Radium n° 1	18
Fig. 10: Coupe passant par le puits du Bouillet	24
Fig. 11: Le Lias du secteur central	26
Fig. 12: Coupe AA passant par la galerie du Bey de la Colice	27
Fig. 13: Coupe BB Gérito - les Clous	28
Fig. 14: Coupe CC passant par le pont du Coula	29
Fig. 15: Les sondages de la salle à Gradins	33
Fig. 16: Les sondages de la salle Burnier	34
Fig. 17: Les sondages de la salle Oyex	35
Fig. 18: Les sondages de la salle Oyex (suite)	36
Fig. 19: Les sondages de la salle du puits Chevalley	37
Fig. 20: Les sondages de la salle du puits Chevalley (suite)	38
Fig. 21: Les sondages de la salle A. Ruchet	39

Planches

Pl. I: Mines de Bex, Etage du Bouillet en 1980
Pl. II: Mines de Bex, carte en isobathes du Lias, de l'Aalénien et du Flysch

Abstract

In this report, the underground works carried on in the Saltmines of Bex between 1966 and 1980 are described and specially their geological aspects. They have consisted essentially of 55 wells drilled in various directions and different slopes from 5 centers all located on the level of the Bouillet. The informations provided by the cores and the verifications called for, both underground and on the surface, have modified our ideas about the structure of that complex region and have made it necessary to bring our conception up to date. We have also used this opportunity to improve the description of the petrography of the Triassic rocks encountered in the Saltmines of Bex.

This report is in fact a complement of the "Description géologique des Mines et Salines de Bex et de leurs environs" published in 1966 in the same series under the n° 41.

Résumé

Ce texte présente la description et les résultats géologiques des travaux souterrains effectués de 1966 à 1980 dans les Mines de sel de Bex. Ils ont consisté essentiellement en 55 sondages, totalisant 18 km de longueur et forés à partir de 5 salles, toutes situées à l'étage du Bouillet. Ces données et les vérifications souterraines ou de surface qu'elles ont provoquées, ont modifié nos idées sur la structure de cette difficile région. Cela justifie la présente publication.

On a profité de cette mise à jour pour préciser la pétrographie des roches triasiques et des Mines de Bex.

Ce rapport constitue un complément à la "Description géologique des Mines et Salines de Bex et de leurs environs", parue en 1966 (livraison 41) dans cette même collection.

Cette association de Flysch et d'Aalénien ou de Dogger est caractéristique du diverticule¹² d'Arveyes. On la retrouve dans la Petite Courvaie et dans les pentes sous Gériçon en face de l'entrée de la Mine du Coule. Vers le SW, ce Flysch se voit sous le Quaternaire, puis réapparaît sur la route du Fondement 100 m en aval de sa jonction avec celle du Coule ainsi que dans le ravin au-dessous de la route. Il aurait été semblé qu'il recoupé par le schiste du l'ey de la Colce; dans ce secteur, il est séparé de l'Aalénien par 20 à 30 m de grès.

CHAPITRE I

Introduction

En 1966, la Commission Géotechnique Suisse publiait dans sa 41^e livraison une "Description géologique des Mines et Salines de Bex et de leurs environs". Depuis cette date, les travaux miniers se sont poursuivis. Ils ont consisté essentiellement en sondages, le moyen le moins onéreux pour explorer les formations géologiques au large des galeries actuelles et, en cas de découverte de roc salé, d'en extraire le sel par dissolution sur place. En plus, divers travaux ont été effectués: aménagement et modernisation de la mine, remise en état des puits et d'anciennes galeries. Comme ils n'ont pas apporté d'éléments nouveaux importants pour la compréhension de la géologie de la "montagne salifère", il n'en sera pas question dans ce rapport.

Pendant les 15 ans qui se sont écoulés depuis la publication précitée, une cinquantaine de sondages ont été forés en carottage continu. Ils totalisent plus de 18 km de longueur avec une moyenne de 328 m par sondage.

Ils sont tous situés à l'étage du Bouillet et partent de quelques salles aménagées pour recevoir les foreuses. Ce sont du SW au NE:

- la salle à Gradins (Gr)
- la salle Burnier (B)
- la salle du Radium (Ra) (dont les forages sont en cours)
- la salle César Oyex (CO)
- la salle E. Chevalley (EC) (ancien Directeur des Mines)
- la salle Aimé Ruchet (R) (du nom d'un mineur tué par un coup de grisou).

A partir des salles, les forages rayonnent dans toutes les directions avec des inclinaisons variées. En général, le rendement du carottage est excellent. Il approche de 100 % dans l'anhydrite, la brèche salifère et les dolomies, mais il baisse parfois dans l'Aalénien, le Flysch et les Schistes noirs et grès du Trias. L'examen des carottes fournit donc des renseignements très satisfaisants sur les terrains recoupés par les forages. Par contre, l'utilisation de ces données pour reconstituer la structure de la région se heurte à la difficulté suivante: les forages, qui se font en petit diamètre, ont tendance à dévier de leur direction initiale et cela spécialement dans le cas où ils sont longs, mais on ne sait pas malheureusement dans quelle direction et avec quelle inclinaison se fait cette déviation. Dans les interprétations structurales, on est donc obligé d'admettre que les sondages sont demeurés rectilignes ce qui entraîne un certain flou dans les résultats obtenus.

Chacun de ces sondages a fait l'objet d'un rapport particulier. Ces rapports sont déposés au siège des Mines et Salines de Bex ainsi qu'à l'Institut de Géologie de l'Université de Lausanne.

CHAPITRE II

Stratigraphie

On trouvera peu de données nouvelles dans le bref résumé ci-dessous pour les formations post-triassiques par rapport à mon texte de 1966. Leurs principaux caractères seront simplement rappelés, en commençant par les terrains les plus jeunes.

1. Le Flysch

Trois types de Flysch appartenant probablement à des unités différentes ont été rencontrés dans la région des Mines ou recoupés par les galeries et les sondages.

1.1. Le Flysch de Fenalet

Son meilleur affleurement se situe au pont du Bouillet le long de la route qui monte aux Mines. Il débute par un Wildflysch fait d'une matrice schisteuse sombre où se trouvent intercalés des lentilles ou des petits bancs de grès quartzifiés. Les uns ont fourni des *Globorotalia* épineuses (Eocène), d'autres des *Globotruncana* (Crétacé supérieur). On y trouve de plus des blocs de quartzites glauconieux, de calcaire à grain fin, de conglomérats où se trouvent associés des morceaux de calcaires jurassiques à grain fin à radiolaires et calpionelles et de dolomie. Ce Flysch se poursuit à l'W dans les hauts d'Antagnes et à l'E jusqu'à Fenalet. C'est probablement celui qu'a rencontré la galerie de la Barmaz. Il appartient peut-être à la Zone Submédiane.

Le long de la route des Mines, il est surmonté tectoniquement par un Flysch schisto-gréseux en bancs réguliers de 10 à 50 cm séparés par des schistes. Il nous a livré une faune assez abondante de petites nummulites, de discocyclines et de lithothamnies silicifiées, soit un assemblage d'âge Priabonien. Peut-être faut-il rattacher à ce Wildflysch, celui qu'a atteint à 375 m de longueur le sondage n° 7 de la salle à Gradins (voir fig. 15) et qui contenait un bloc de calcaire à pâte fine, claire, à radiolaires.

Ces Flysch sont complètement encadrés par le Trias.

1.2. Le Flysch d'Arveyes

Certains sondages des salles à Gradins, Burnier et César Oyex après avoir traversé l'Aalénien ont atteint un Flysch, alternance de schistes sombres et de grès micacés à ciment calcaire, donc de faciès banal et d'âge mal connu. Il est parfois très broyé, voire intercalé d'anhydrite. Il n'est pas toujours facile de le séparer de l'Aalénien, plus particulièrement lorsque ce dernier devenu gréseux prend le faciès des Eisensandstein.

Cette association de Flysch et d'Aalénien ou de Dogger est caractéristique du diverticule¹⁾ d'Arveyes. On la retrouve dans la Petite Gryonne et dans les pentes sous Gérifton en face de l'entrée de la Mine du Coula. Vers le SW, ce Flysch se perd sous le Quaternaire, puis reparaît sur la route du Fondement 100 m en aval de sa jonction avec celle du Coula ainsi que dans le ravin au-dessous de la route. Il aurait été semble-t-il recoupé par la galerie du Bey de la Colice; dans ce secteur, il est séparé de l'Aalénien par 20 à 30 m de gypse triasique.

1.3. Le Flysch de la salle Aimé Ruchet

La galerie de la Paix 45 a atteint ce Flysch à 112 m du puits E. Chevalley et s'y est maintenue jusqu'à la salle Aimé Ruchet et se prolonge au delà d'environ 200 m d'après le sondage n° 2 (voir fig. 21). C'est un Flysch schisto-gréseux sombre, très broyé. Les grès micacés dont le ciment est calcaire ont livré de petites nummulites et des discocyclines. Ce Flysch a été reconnu par les sondages de la base et du sommet du puits E. Chevalley et par ceux de la salle Aimé Ruchet. Il constitue un massif très volumineux \pm vertical mais qui, chose curieuse, n'affleure pas en surface. Quant aux affleurements des ravines sous Villars que M. Lugeon plaçait dans le Lias (M. LUGEON, 1940) et moi dans le Flysch (H. BADOUX, 1966, p. 9), il s'agit en réalité d'énormes paquets de Dogger emballés dans la moraine.

2. L'Aalénien

C'est un ensemble de 20 à 40 m de puissance de schistes argileux noirs, micacés et pyriteux. On y trouve souvent des *Posidonia* et parfois de petites *Ludwigia*. En surface, l'oxydation de la pyrite tache de rouille les affleurements et l'altération met en relief les concrétions silico-pyriteuses (miches) caractéristique de cette formation. Parfois, elle se charge de sablon et prend le faciès des Eisensandstein.

L'Aalénien a été rencontré dans la galerie et les sondages de Ste Hélène, ainsi que dans ceux des salles des Cristaux, à Gradins, Burnier et César Oyex.

Il affleure dans les Gryonne, en particulier au droit de l'entrée du Coula. Là, il passe vers l'aval, à son sommet, à un faciès rappelant celui du Bajocien — alternance de marnes beiges se débitant en grosses lamelles et de calcaires \pm argileux. M. Lugeon sur la feuille des Diablerets (M. LUGEON, 1940) en avait fait du Lias, bien que E. Renevier (E. RENEVIER, 1890) ait antérieurement tranché la question par la découverte dans cette localité de plusieurs exemplaires de *Leioceras opalinus*. Cette formation qui n'a jamais été signalée ailleurs dans la Zone des Cols, date donc de l'Aalénien inférieur. Il participe comme l'Aalénien noir à miches au diverticule d'Arveyes.

¹⁾ voir p. 21

3. Le Lias dit des Mines

voir R. TRÜMPY (1951)

Ce terrain dessine un fer-à-cheval joignant la forêt du Dard à la galerie de Rovéréaz, où il se termine brusquement, en passant par le Bois de Confrène, Aulien, le confluent des deux Gryonne, le Bois de Fenalet et les Truches Noires. Il se subdivise en deux formations: l'inférieure ou **Lias calcaire** qui va du Rhétien au Carixien; la supérieure ou **Lias schisteux** couvrant le Domérien et le Toarcien. Ce Lias riche en ammonites est de faciès dauphinois: marnes sombres où s'intercalent à l'Inférieur des bancs de calcaire, tandis que dans le Supérieur il n'y a que des marnes. Dans les mines, le Lias est en position renversée ou très redressée.

4. Le grisou

Au point de vue minier, il faut souligner que ces formations sombres doivent cette couleur à de la matière organique et de la pyrite finement divisée. Lorsque ces formations prises dans l'anhydrite imperméable sont enfouies en profondeur, la température provoque la distillation de la matière organique libérant du méthane. D'où la présence fréquente du grisou dans les galeries et les sondages qui atteignent ces terrains.

5. Le Trias

5.1. Généralités

Le Trias nous retiendra davantage que les formations précédentes, car il renferme le sel exploité à Bex depuis 300 ans, et qu'il constitue le terrain le plus abondant de la région des Mines. La description macroscopique des divers terrains du Trias sera complétée par celle de quelques plaques minces toutes taillées dans des carottes du sondage n° 1 de la salle du Radium.

Le Trias qui sépare les formations plus récentes les unes des autres, est donc plusieurs fois répété. De plus, chacune de ces zones triasiques présente une structure d'une complication telle, qu'il est impossible d'en reconstituer la succession stratigraphique originelle. Un seul point paraît certain, c'est que le Trias se termine par une alternance de dolomies blondes et de marnes dolomitiques verdâtres ou beiges, qui passent graduellement au Rhétien — base de la série du Lias des Mines. Mais rien ne prouve que les évaporites qui encadrent ce Lias fasse partie du même diverticule que ces dolomies noriennes.

Dans la série évaporitique, s'intercalent en plusieurs points des lames de schistes sombres accompagnés de grès non calcaires et plus ou moins charbonneux, que l'analyse sporo-pollinique a permis de dater du Keuper (H. BADOUX et M. WEIDMANN, 1964). Il semble donc probable que tel soit l'âge de tout le Trias de Bex.

Ce dernier comprend plusieurs niveaux lithologiquement distincts qui seront décrits dans un ordre quelconque. Parmi ces niveaux les évaporites dominant.

5.2. Les dolomies

Les dolomies sont des roches claires, beiges ou grises, en bancs souvent alternant avec des argilites vertes. Elles apparaissent en paquets ou en écailles allongées au sein des évaporites. Plus rarement, elles prennent un aspect bréchique, les morceaux anguleux étant réunis par un ciment blanc carbonaté. Deux échantillons de dolomie provenant du sondage Radium n°1 ont été examinés en lame mince sous le microscope.

Le premier prélevé à 204 m montre une pâte de dolomicrite à grains inférieurs à 0,01 mm où s'intercalent de courtes passées détritiques avec des grains anguleux de quartz de 0,2 à 0,15 mm accompagnés de rares paillettes de micas blanc. On remarque, épars dans le micrite, des agrégats à bords déchiquetés faits de cristaux de dolomie plus gros – 0,01 à 0,03 mm. Il s'agit donc d'un début de recristallisation. Parfois, les cristaux de carbonate se sont développés autour d'un grain de quartz ou d'un mica, mais souvent l'agrégat ne possède pas de noyau. On note aussi des cristaux cubiques de pyrite.

Le second (260,6 à 263 m) est une brèche cataclastique dont les éléments de dolomie grise mesurent 1 à 2 cm. Les interstices et les fissures qui zèbrent les éléments sont remplis de carbonate blanc. Des veines de NaCl recoupent le tout. Le fond dolomitique de la roche est fait de grains réguliers de 0,01 à 0,02 mm avec quelques rares quartz détritiques de même dimension.

De 178 m dans le sondages Radium 1, les foreurs ont remonté une carotte d'une roche noire à stratification indistincte, bien visible par contre au microscope polarisant par le parallélisme des petits éléments phylliteux et des débris charbonneux qui y sont contenus. La roche doit comporter une proportion importante de dolomie trop finement divisée pour être vivible au microscope; car traitée à l'acide chlorhydrique décinormal chaud, elle donne lieu à une forte effervescence. Cette roche doit donc être classée comme dolomie fine argilo-charbonneuse.

5.3. Les grès verts

Les grès verts ont été rencontrés en trois points du sondage Ra 1, à 47, 50 et 221 m.

A 47 et 50 m, on a des grès fins où se succèdent de minces lits de 1 à 5 mm alternativement verts et gris-clair. Le quartz en grains de 0.03 à 0.13 mm, à pourtour irrégulier, est accompagné de phyllites (argile, muscovite et chlorite). Rares dans les lits clairs, ces dernières dominent dans les lits vert-foncé. La roche est recoupée de multiples cassures. Les plus fines sont cimentées par du quartz; dans les plus larges, au quartz qui tend à devenir idiomorphe, s'associent du carbonate et un peu d'anhydrite.

A 221 m, la sonde a rencontré un grès vert homogène, compact, sans orientation préférentielle des minéraux. Il est fait de grains anguleux de quartz de 0,1 à 0,2 mm accompagnés de débris de plagioclase, de microcline et d'amas phylliteux qui sont probablement de l'orthose altérée. Le ciment phylliteux (argile, chlorite, muscovite) est rare, souvent absent et les grains directement en contact les uns avec les autres. Des veines blanches formées de grands cristaux d'anhydrite encadrés de quartz remplissent les cassures de la roche.

5.4. Les grès gris-sombre lités (à 212 m)

Grès rubané, gris-moyen, en couches de 1 à 10 mm, séparées par de minces lits sombres. On voit sur la carotte un terrier recoupant les strates. Les zones grises sont faites surtout de quartz en grains de 0,1 à 0,15 mm, à contour irrégulier et accessoirement de feldspaths détritiques. Le ciment est réduit ou inexistant, avec les mêmes constituants que dans les lits sombres, soit: phyllite, débris charbonneux et pyrite parfois en cristaux cubiques.

A 205 m, *microgrès* ayant l'aspect d'un dépôt varvé. C'est donc une alternance de lits clairs et sombres analogues à celle de l'échantillon précédent, mais à grain plus fin (0,04 mm) et dont les lits n'ont que 1 à 2 mm d'épaisseur.

5.5. Les évaporites

L'anhydrite, roche dominante dans la région des Mines, est très variable et peut présenter tous les intermédiaires entre deux types extrêmes: l'anhydrite rubanée et l'anhydrite bréchique. Dans le premier type, la stratification est soulignée par des traînées de débris de nature et de dimensions variées, mais dont le rôle est subordonné à celui de l'anhydrite. Par contre dans l'anhydrite bréchique, les débris plus volumineux envahissent toute la roche et la stratification devient indistincte. C'est ce critère de la stratification qui permet de placer un échantillon sous l'une ou l'autre dénomination.

Deux autres types de roches se rapprochent de l'anhydrite bréchique par leur genèse et leur absence de stratification. Ce sont les brèches salifères ou "roc salé" et le "gypse à gros grain" qui en dérive.

5.6. L'anhydrite rubanée

L'anhydrite rubanée est donc caractérisée par une alternance de couches gris-clair ou blanchâtres et de minces couches plus sombres. Les premières sont constituées essentiellement par de l'anhydrite, à laquelle s'ajoute dans les secondes de petits débris rocheux en quantité et de nature variables d'un niveau à l'autre.

Les *couches claires* présentent un litage parallèle aux niveaux sombres. Il est dû à l'alignement des cristaux tabulaires d'anhydrite qui mesurent de 0,2 à 1,5 mm de long pour 0,2 à 0,4 mm d'épaisseur. Cet allongement ne coïncide pas toujours avec la structure cristallographique.

Les *couches sombres* sont faites de menus débris de roches diverses, semblables à celles qui ont été décrites précédemment, cimentés par des cristaux d'anhydrite de tailles inférieures à celles des cristaux des zones claires. Ils constituaient à l'origine de minces couches continues plus rigides que l'anhydrite. Lors du plissement, elles furent morcelées et les fragments obtenus déplacés, voire même roulés. Simultanément, un ciment de petits cristaux d'anhydrite se développa entre les morceaux.

La même déformation tectonique provoqua aussi la recrystallisation de l'anhydrite des zones claires. L'étude au microscope d'échantillons prélevés dans le sondage Radium n° 1 aux longueurs de 60, 190, 200, 232 et 312 m, a permis de préciser quelques points de l'histoire post-sédimentaire de cette série évaporitique.

5.6.1. Les couches claires

Au voisinage des couches sombres, de nombreux cristaux d'anhydrite contiennent en inclusions des débris de dolomicrite, de micrite phylliteuse, de grès ou de petits cristaux isolés de dolomie (voir fig. 1 et 3, a).

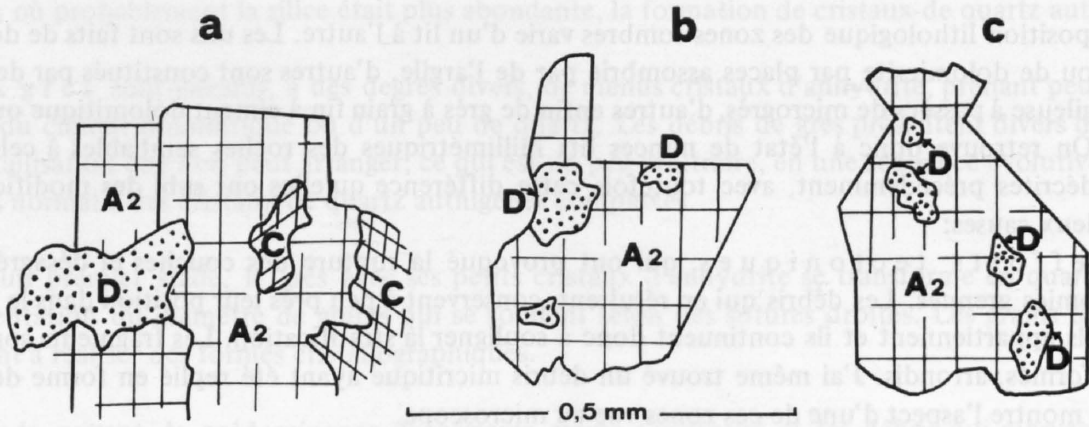


Fig. 1: Inclusions de dolomicrite D et de carbonate (dolomie ou calcite) C dans l'anhydrite A_2

Cela prouve que ces anhydrites ont cristallisé simultanément ou postérieurement à l'étirement des niveaux sombres, donc pendant ou après le plissement. Il ne reste probablement aucun vestige des minéraux primitifs (anhydrite ou gypse?) des évaporites de Bex.

Les cristaux d'anhydrite sont soudés les uns aux autres selon des surfaces courbes quelconques plus rarement selon un plan parallèle au clivage. Certains de ces cristaux présentent de fines mâcles polysynthétiques.

L'examen des plaques minces permet de déceler l'existence, en appliquant les critères logiques habituels, de trois générations d'anhydrite (voir fig. 2). De la plus ancienne A_1 , seuls subsistent quelques restes que la recrystallisation générale ayant donné naissance à la génération A_2 , n'a pas réussi à totalement éliminer.

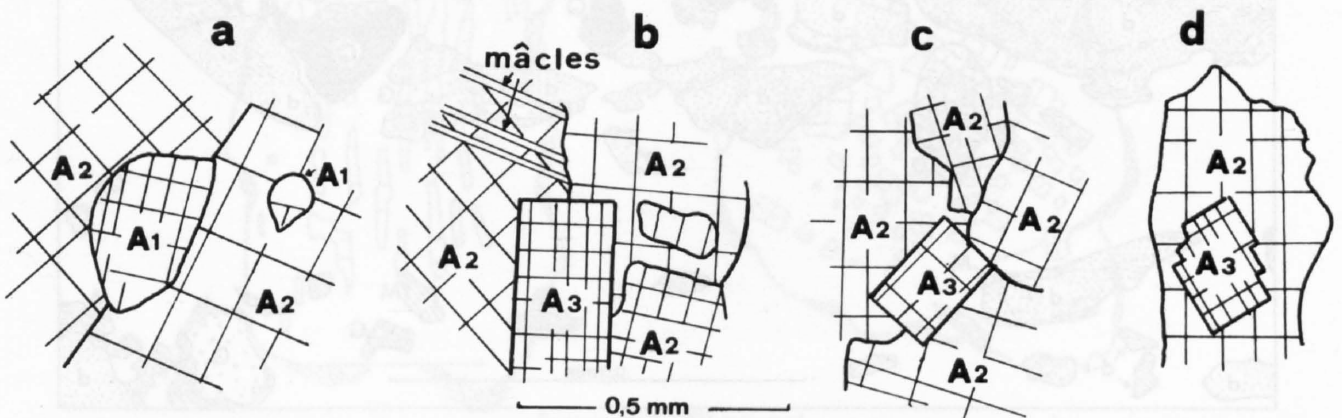


Fig. 2: Relations des cristaux d'anhydrite A_1 , A_2 , A_3 = première, deuxième et troisième génération

On observe d'autre part, recoupant les anhydrites A_2 , des cristaux bien formés à bords rectilignes. Ils constituent la génération la plus jeune A_3 (voir fig. 2, b, c et d). Cela montre avec quelle facilité l'anhydrite recrystallise lorsque les conditions physico-chimiques changent.

5.6.2. Les couches sombres

La composition lithologique des zones sombres varie d'un lit à l'autre. Les uns sont faits de dolomie grenue ou de dolomicrite par places assombrie par de l'argile, d'autres sont constitués par de la micrite argileuse à passées de microgrès, d'autres enfin de grès à grain fin à ciment dolomitique ou phylliteux. On retrouve donc à l'état de minces lits millimétriques des roches semblables à celles qui furent décrites précédemment, avec toutefois cette différence qu'elles ont subi des modifications dues à deux causes:

1) aux efforts tectoniques, qui ont provoqué la rupture des couches et désagrégation des dolomies grenues. Les débris qui en résultent, conservent à peu près leur position dans le niveau auquel ils appartiennent et ils continuent donc à souligner la stratification. Les fragments sont souvent déformés, arrondis. J'ai même trouvé un débris micritique ayant été replié en forme de S. La figure 3 montre l'aspect d'une de ces zones vue au microscope.

2) à des mouvements de substances chimiques avec pour résultats: la croissance de minéraux existants et l'apparition de minéraux en divers points de la roche où ils étaient antérieurement absents. Ces phénomènes se déroulent en milieu fermé, les déplacements de substances ne s'effectuant que sur de courtes distances, de l'ordre du millimètre. Ils sont à double sens.

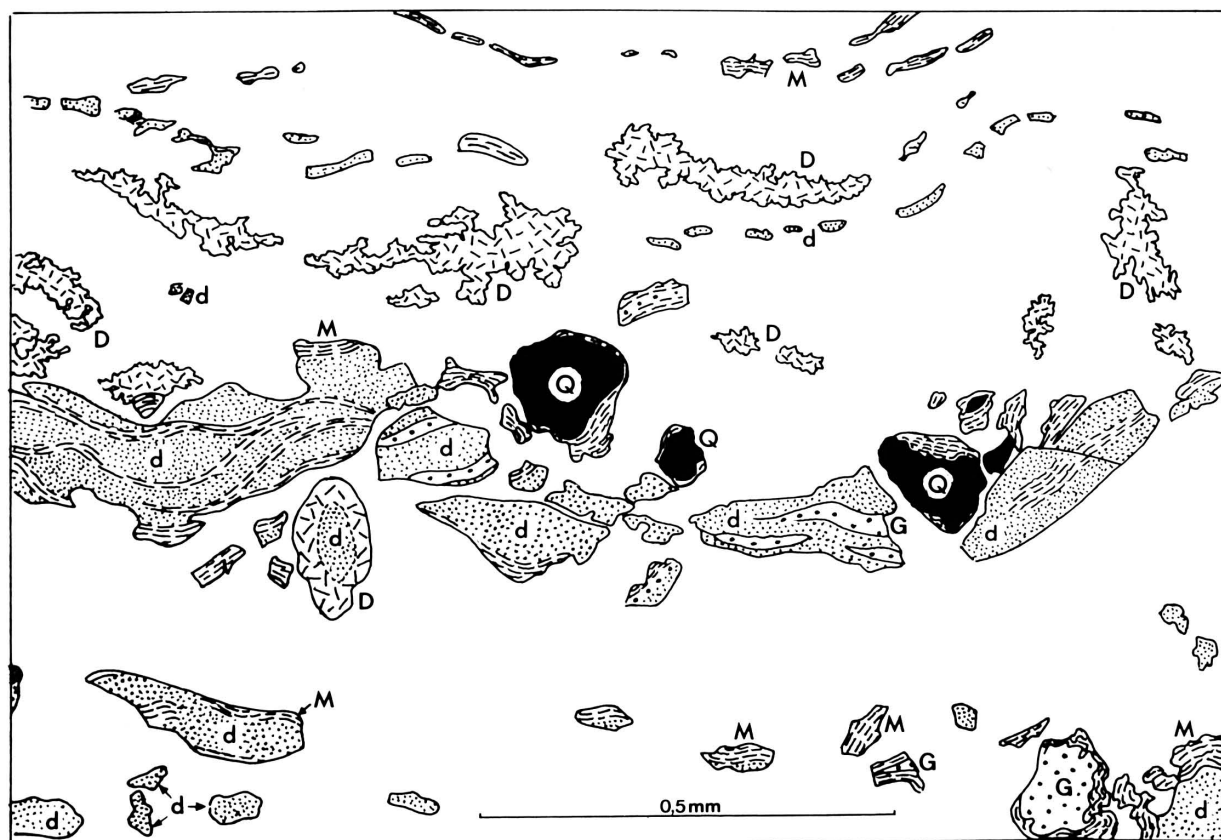


Fig. 3: Detail d'une zone sombre (Sondage Radium n° 1 à 232 m). Sur fond d'anhydrite (blanc), Q = quartzite, G = grès, D = dolomie grenue, d = dolomicrite, M = micrite argileuse

L'introduction de molécules étrangères dans un fragment rocheux s'accompagne de l'expulsion d'une certaine quantité de substance. Voyons ce que révèle l'examen des diverses catégories lithologiques de débris:

a) Les micrites argileuses n'ont guère subi de modifications. On remarque en de rares points où probablement la silice était plus abondante, la formation de cristaux de quartz authigènes.

b) Les grès sont envahis, à des degrés divers, de menus cristaux d'anhydrite, prenant peut-être la place du ciment dolomitique ou d'un peu de quartz. Les débris de grès présentent divers degrés de recrystallisation que l'on peut arranger, ce qui est un peu arbitraire, en une séquence évolutive reliant le grès normal à des cristaux de quartz authigènes complexes.

Dans un premier stade, le grès avec ses petits cristaux d'anhydrite se transforme en quartzite par augmentation du diamètre de grains qui se soudent selon des sutures droites. Les grains de quartz tendent à réaliser des formes cristallographiques.

Au stade suivant, la prédominance de certains grains s'accroît et les débris qui mesurent 0,5 à 1,5 mm ne comptent plus que 3 ou 4 cristaux de quartz semés en petits cristaux d'anhydrite. Finalement, il ne subsiste qu'un seul cristal "impur" de quartz qui a envahi tout le grain. Deux exemples de ce cas sont représentés à la figure 4, a et b. Le croquis b) avec une fine enveloppe micritique discontinue représente le type le plus courant. En a), le quartz amorce une pyramide. La silice semble avoir attaqué un gros cristal d'anhydrite, en utilisant dans sa progression le réseau des clivages.

Au voisinage des zones à débris gréseux, on observe d'assez nombreux cristaux de quartz d'environ 0,1 mm de diamètre ayant réalisé ou tendant vers une forme \pm hexagonale. Ils recoupent les anhydrites de deuxième génération et leur sont donc postérieurs.

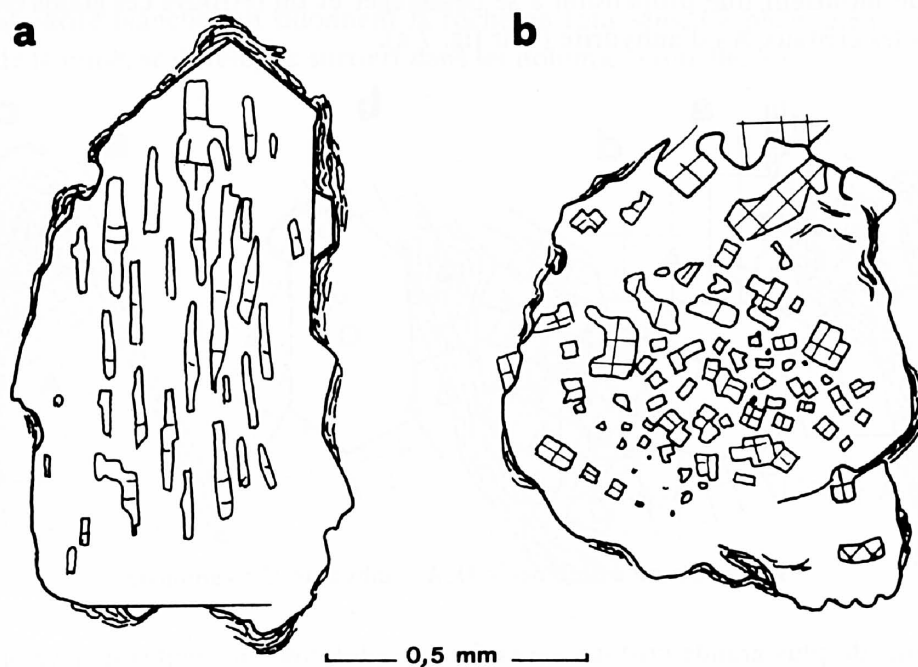


Fig. 4: Grande plage monocristalline de quartz à liséré phylliteux et inclusion d'anhydrite

On observe souvent au centre du cristal une zone riche en débris anhydritiques et dont le contour semblable à la forme définitive est souligné par une moucheture de micrite. Ces quartz montrent donc deux phases de croissance. Il est possible que le centre du cristal soit en réalité un grain arraché à un grès quartzitique. Mais on trouve aussi des quartz dépourvus de noyau et qui sont donc de véritables cristaux authigènes (voir fig. 6). Dans la figure 5 d, l'anhydrite où se développe le cristal authigène présente encore un gros fragment A_1 que le quartz n'a pas encore remplacé.

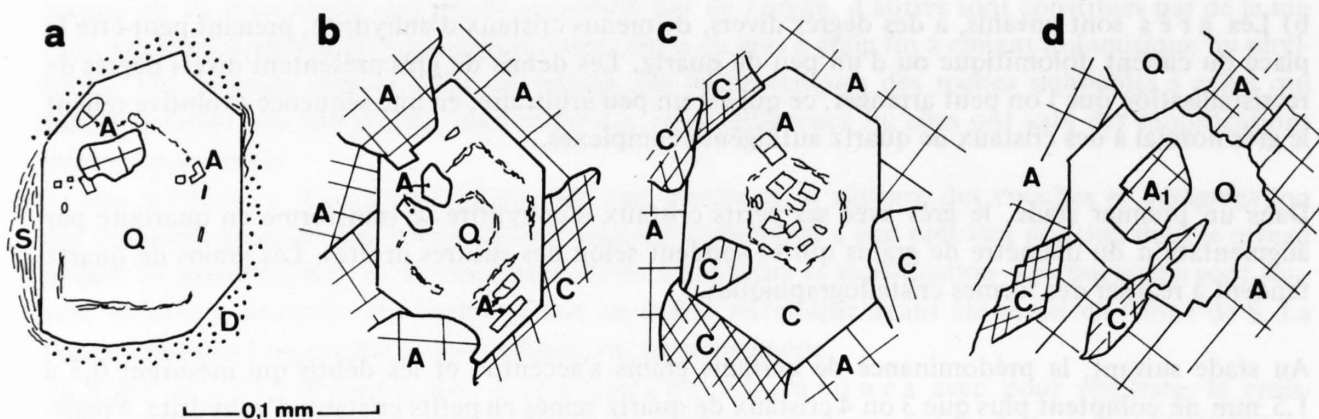


Fig. 5: Exemples de quartz = Q; C = carbonate, A = anhydrite, S = micrite, D = dolomicrite

La silice présente à son habitude une très grande mobilité, facilitée peut-être par la forte minéralisation des fluides intergranulaires.

c) Les carbonates montrent aussi une grande mobilité. Ils proviennent soit des dolomies, soit des dolomicrites. On remarque parfois que les fragments de dolomicrite présentent un grain plus fin au centre que vers les bords. C'est le signe d'un début de recrystallisation. Les petits niveaux de dolomie grenue montrent une propension à se désagréger et on retrouve ces grains en rhomboèdres émoussés dans les cristaux A_2 d'anhydrite (voir fig. 7 a).

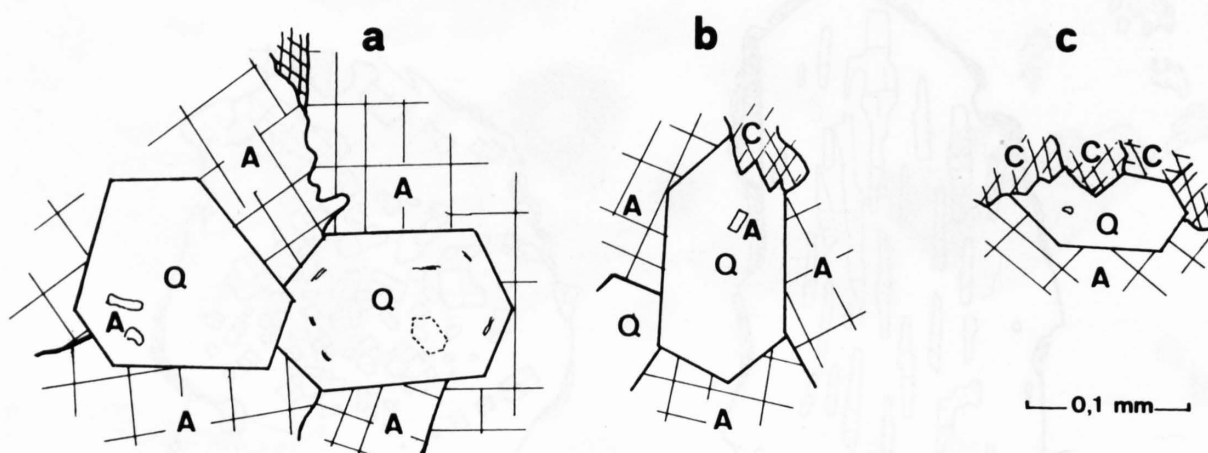


Fig. 6: Quartz authigènes = Q; A = anhydrite, C = carbonate

Postérieurement, de plus grands cristaux de carbonate (dolomie ou calcite) se développent au détriment des cristaux d'anhydrite. Ils partent toujours du contact de deux ou trois anhydrites et semblent donc avoir été alimentés par les fluides circulant le long des contacts intergranulaires.

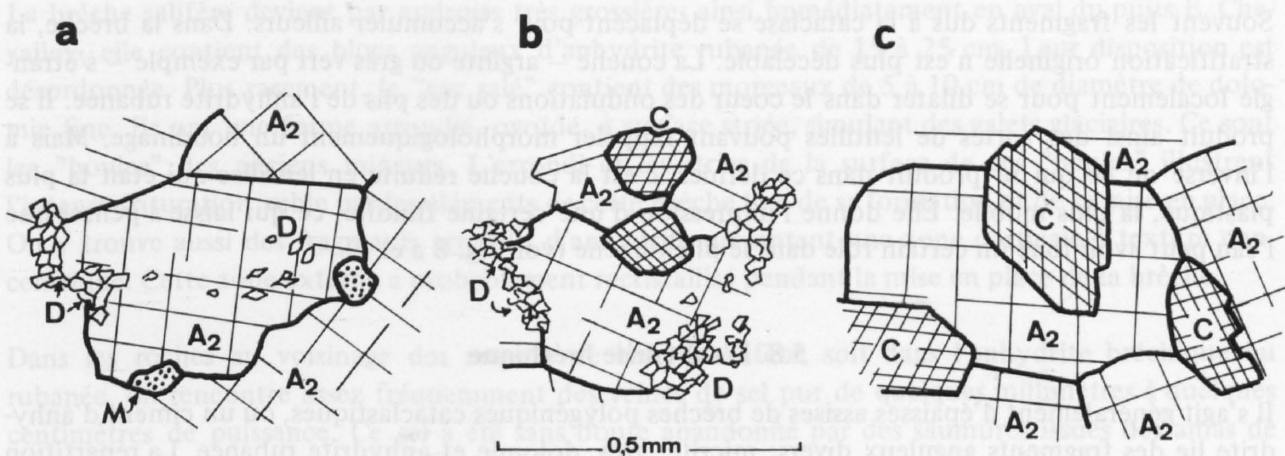


Fig. 7: Evolution des débris de carbonate; A₂ = anhydrite, D = rhomboèdres de dolomie, C = carbonate, M = micrite

5.7. Les brèches monogéniques

Dans l'anhydrite rubanée s'intercalent à plusieurs niveaux des couches d'argilites vertes, de grès verts, de dolomies diverses et plus rarement d'épaisses assises de schistes et grès sombres de faciès analogue aux Grès à Roseaux.

Lors du plissement qui s'accompagne de la recrystallisation de l'anhydrite, des décollements se produisent souvent au contact des formations différentes (voir fig. 8 a).

D'autre part, les roches enclavées dans l'anhydrite subissent un étirement se traduisant par une fragmentation de la roche avec invasion des interstices par de l'anhydrite. Ainsi prennent naissance des brèches cataclastiques monogéniques dont la stratification originelle peut demeurer visible malgré les veines d'anhydrite blanche qui sillonnent la roche en tous sens. Ce phénomène, observé en plusieurs points de la mine, se développe surtout dans les dolomies (voir fig. 8 b).

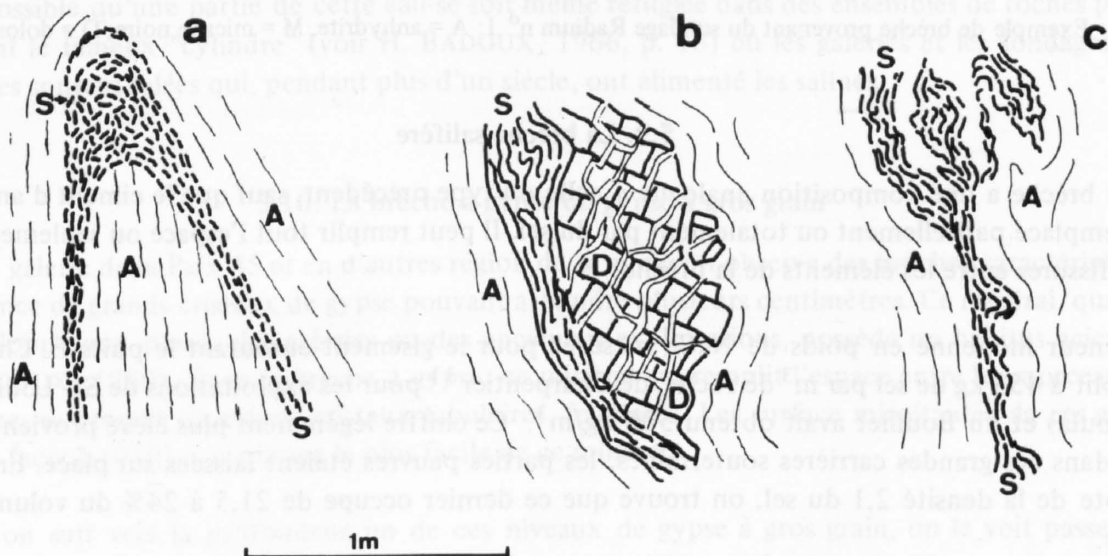


Fig. 8: Exemples de brèches cataclastiques; A = anhydrite, D = dolomie, S = schistes et grès verts

Souvent les fragments dus à la cataclase se déplacent pour s'accumuler ailleurs. Dans la brèche, la stratification originelle n'est plus décelable. La couche — argilite ou grès vert par exemple — s'étrangle localement pour se dilater dans le coeur des ondulations ou des plis de l'anhydrite rubanée. Il se produit ainsi des sortes de lentilles pouvant rappeler morphologiquement un boudinage. Mais à l'inverse de ce qui se produit dans ce dernier, c'est la couche réduite en lentilles qui était la plus plastique, la plus mobile. Elle donne l'impression d'une certaine fluidité, ce qui laisse à penser que l'eau peut avoir joué un certain rôle dans le phénomène (voir fig. 8 a et c).

5.8. L'anhydrite bréchique

Il s'agit généralement d'épaisses assises de brèches polygéniques cataclastiques, où un ciment d'anhydrite lie des fragments anguleux divers: micrite, grès, dolomie et anhydrite rubanée. La répartition de ces espèces lithologiques varie d'un endroit à l'autre. Dans l'exemple représenté à la figure 9, ce sont la micrite sombre et la dolomie qui dominent. Ailleurs, ce sont les fragments de schistes et grès verts ou plus souvent ceux d'anhydrite rubanée. La dimension des fragments est de l'ordre du centimètre, plus rarement décimétrique.

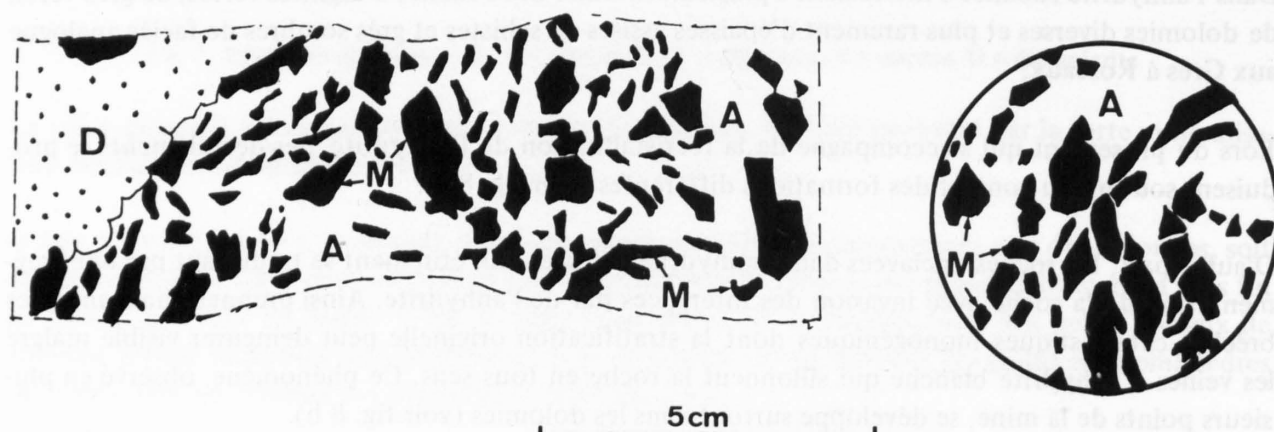


Fig. 9: Exemple de brèche provenant du sondage Radium n° 1: A = anhydrite, M = micrite noire, D = dolomie claire

5.9. La brèche salifère

Cette brèche a une composition analogue à celle du type précédent, sauf que le ciment d'anhydrite est remplacé partiellement ou totalement par du sel. Il peut remplir tout l'espace ou seulement quelques fissures entre les éléments de la brèche.

La teneur moyenne en poids de NaCl, mesurée pour le gisement entourant le puits E. Chavalley, s'établit à 453 kg de sel par m³ de roche, de Charpentier¹⁾ pour les exploitations de St. Louis (étage du Coula) et du Bouillet avait obtenu 500 kg/m³. Ce chiffre légèrement plus élevé provient du fait que, dans ces grandes carrières souterraines, les parties pauvres étaient laissées sur place. En tenant compte de la densité 2,1 du sel, on trouve que ce dernier occupe de 21,5 à 24% du volume de la roche.

¹⁾ d'après M. LUGEON (1940)

La brèche salifère devient par endroits très grossière; ainsi immédiatement en aval du puits E. Chevalley, elle contient des blocs anguleux d'anhydrite rubanée de 15 à 25 cm. Leur disposition est désordonnée. Plus rarement, le "roc salé" contient des morceaux de 5 à 10 cm de diamètre de dolomie fine. Ils ont une forme arrondie, ovoïde, à surface striée, simulant des galets glaciaires. Ce sont les "boules" des anciens mineurs. L'arrondi et les stries de la surface de ces "boules" illustrent l'intense trituration subie par les éléments de cette brèche lors de sa formation et de sa mise en place. On y trouve aussi des fragments arrondis d'anhydrite présentant une zone corticale à texture concentrique. Cette zone externe a probablement recristallisé pendant la mise en place de la brèche.

Dans les roches au voisinage des massifs de brèche salifère, soit dans l'anhydrite bréchique ou rubanée, on rencontre assez fréquemment des veines de sel pur de quelques millimètres à quelques centimètres de puissance. Ce sel a été sans doute abandonné par des saumures issues des amas de brèche salifère.

Deux hypothèses permettent d'expliquer la genèse des brèches salifères:

Dans la première, on aurait eu à l'origine un dépôt fait d'une alternance quelconque de petits couches d'anhydrite, de dolomie, de schistes, de grès et de sel. Cette zone faible à cause de sa stratification et contenant cette roche éminemment plastique qu'est le sel, va former une masse mobile et fragile que sa mise en place va broyer. Dans ce cas, cette cataclase se serait faite à sec.

Dans la seconde hypothèse, la formation de la brèche et son déplacement se seraient produits dans ou accompagné d'une saumure saturée, dont l'eau proviendrait de la deshydratation du gypse, cette eau sous pression ayant peut-être joué un rôle dans la cataclase des roches, selon le mécanisme de la fracturation hydraulique des roches invoqué par H. MASSON (1972) pour l'origine de la cornieule.

Lors de la mise en place de la brèche, le surplus de saumure sous pression aurait favorisé la fissuration des roches encaissantes d'où la formation des veines de sel "de transport" selon le nom utilisé par les anciens mineurs.

Il est possible qu'une partie de cette eau se soit même réfugiée dans des ensembles de roches poreuses, dont le fameux "cylindre" (voir H. BADOUX, 1966, p. 16) où les galeries et les sondages libèrent les sources salées qui, pendant plus d'un siècle, ont alimenté les salines.

5.10. La brèche à gypse ou gypse à gros grain

Dans la galerie de la Paix 45 et en d'autres régions de la mine, on observe des brèches caractérisées par la présence de grands cristaux de gypse pouvant atteindre plusieurs centimètres. Ce minéral, quand il se développe aux parois des galeries ou des anciennes exploitations, possède un habitus aciculaire (H. BADOUX, 1980). Dans la brèche à gypse, ce minéral qui remplit l'espace entre les morceaux de la brèche, se présente en grands cristaux tabulaires, feuilletés. Les surfaces miroitantes de ces gypses sont les faces b (010) – le clivage le plus facile de ce minéral.

Quand on suit vers la profondeur un de ces niveaux de gypse à gros grain, on le voit passer à la brèche salifère. Dans le puits E. Chevalley ce passage situé à la profondeur de 25 m est accompagné d'un plan d'eau salée.

L'origine de la brèche à gypse est donc claire. C'est une ancienne brèche salifère dont le sel a été lessivé par des eaux douces sulfatées et pauvres en NaCl. Puis des cristaux de gypse se sont développés dans les vides laissés par le départ du sel. La formation du gypse à gros grain est donc relativement récente et se poursuit peut-être dans les zones actuellement en exploitation par sondages.

CHAPITRE III

Tectonique de la région

1. Quelques généralités

La région des Mines de sel de Bex fait partie de la Zone des Cols, zone plus ou moins déprimée séparant la chaîne helvétique et les Préalpes, déterminée par l'entrée au sol des terrains tendres de l'Ultrahelvétique. On groupe sous ce nom un complexe d'unités tectoniques singulières appelées *diverticules*. Ces derniers se présentent sous forme de grands paquets ou lames discontinues, généralement d'extension hectométrique ou kilométrique auxquels ne participent qu'un ou quelques terrains qui lui sont propres et ne se retrouvent pas dans les diverticules voisins. Ces unités particulières mises en place par gravité sur le domaine helvétique se présentaient à l'origine dans un ordre apparemment inversé — les diverticules comportant du Crétacé ou du Jurassique supérieur occupant le bas de la pile (Ultrahelvétique inférieur), ceux formés de Dogger, de Lias ou de Trias venant pardessus (Ultrahelvétique supérieur). Mais dans chaque diverticule la position des terrains demeure normale stratigraphiquement. Du Flysch apparaît à divers niveaux de ces deux ensembles.

Lors de la formation des nappes helvétiques, chacune d'elles — Morcles, Diablerets, Wildhorn — s'avancera et se mettra en place transportant sur son dos sa couverture allochtone d'Ultrahelvétique qui se plissera passivement avec la nappe. La mise en place des Préalpes, particulièrement de la nappe du Niesen va perturber ce dispositif, en entraînant sous elle des écaillés d'Ultrahelvétique, introduisant ainsi des complications supplémentaires dans cette Zone des Cols qui en était déjà abondamment pourvues.

Dans la région des Mines située hors du domaine des nappes des Diablerets et du Niesen et en partie sous le front plongeant de ces unités, les complexités structurales sont à leur maximum.

On trouvera un exposé plus détaillé du problème de la diverticulation dans mon article de 1963.

2. Description tectonique du domaine minier

Une des difficultés majeures est la relation entre la géologie souterraine et celle de la surface. Cette dernière comprend les pentes boisées, fortement déclives de la rive gauche de la Gryonne et le plateau Jorogne - Plan Sepey qui les domine au SE. Le versant est encombré de dépôts morainiques et de glissements de terrain; les affleurements y sont rares et souvent de qualité médiocre. Aussi, afin de ne pas manquer une information, j'en ai refait, l'été 1980, un levé de contrôle au 1:5'000. Il n'a pas apporté de modifications notoires, sauf au Coula, par rapport à celui de la feuille des Diablerets (M. LUGEON, 1940).

Le plateau de Jorogne – Plan Sepey possède une importante couverture morainique que percent de rares affleurements triasiques et d'abondantes dolines.

L'un des diverticules, celui du "Lias des Mines" constitue un élément structural qui va nous servir de guide pour tenter d'élucider la tectonique de la région. C'est une série renversée débutant au sommet par les dolomies claires du Trias supérieur. Elles passent vers le bas au Rhétien, ce dernier au Lias calcaire (Hettangien-Carixien), puis vient le Lias schisteux (Domérien-Toarcien). Cette série se suit des cascades du Dard, sous le Chamossaire, jusqu'à la Gryonne qu'elle traverse entre le Bouillet et le Coula. Elle dessine dans ce versant droit de forts replis. En versant gauche, le "Lias des Mines" tourne, se redresse et se poursuit vers le NE, coupé de quelques failles jusqu'à l'entrée de la galerie de Rovéréaz où il bute contre un massif de gypse. On ne le retrouve plus au NE de ce point qui coïncide probablement avec une des limites originelles de ce diverticule.

Dans l'ensemble la bande liasique dessine donc une synforme dont l'axe plonge fortement au NE. Comme la série est renversée, il s'agit en fait d'une tête anticlinale plongeante.

L'Ultraschiste de la région se trouve de la sorte subdivisé en deux groupes:

- a) celui qui remplit la synforme de Lias
- b) celui qui se situe dessous et à l'E de cette dernière.

2.1. L'Ultraschiste remplissant la synforme liasique

L'Ultraschiste remplissant la synforme liasique comprend de bas en haut:

- 1) un niveau d'évaporites (gypse en surface, anhydrite en profondeur) que l'on peut appeler évaporites du Coula-Huémolz.
- 2) Par-dessus vient une zone complexe avec de l'Aalénien peu épais surmonté d'un mince niveau de Flysch banal. Vers le Bey de la Colice (300 m au SW du Coula) du gypse s'intercale entre ces deux formations. A cette zone se rattachent probablement les affleurements de Flysch et d'Aalénien de la Petite Gryonne entre les cotes 840 et 900 m.
- 3) Sur le Flysch, et occupant le coeur de la synforme, vient une nouvelle zone de gypse. Puis, plus haut, tout disparaît sous les moraines du plateau de Villars.

C'est dans le Trias Coula-Huémolz que les anciens avaient ouvert les deux mines peu productives d'Entre deux Gryonne et des Vaux (voir H. BADOUX, 1966) ainsi que celle de Ste Hélène.

2.2. L'Ultraschiste situé sous et à l'E du Lias des Mines

L'Ultraschiste situé sous et à l'E du Lias des Mines est beaucoup plus complexe. Je le subdiviserai en 3 secteurs:

- a) Un secteur SW s'étendant des Devens aux galeries du Bey de la Colice et de Ste Hélène.
- b) Un secteur central de Ste Hélène à la faille qui, au SE du pont du Coula, sépare le Trias du Lias des Truches Noires.
- c) Le secteur NE couvre les deux rives de la Gryonne au NE de la faille du pont du Coula.

Je commencerai par indiquer les caractères généraux de ces secteurs, puis je reprendrai avec plus de détails la description tectonique de quelques zones particulières.

a) *Le secteur SW*

- 1) Sous le Lias des Mines que la galerie du Bouillet a rencontré à 294 m de l'entrée, vient une première masse d'anhydrite et de gypse de 200 à 400 m de puissance.
- 2) Sous ce niveau d'évaporites, affleure le *Flysch de Fenalet* décrit au chapitre précédent. Il mesure à l'affleurement 100 à 150 m d'épaisseur.
- 3) Une couche de gypse (gypse d'Antagnes) de 200 m environ de puissance le sépare de 4.
- 4) Une nouvelle bande de *Flysch* — Le *Flysch de Crétel*.
- 5) Enfin, en bordure de la plaine plus au NW apparaît une troisième bande de gypse (gypse de Villy).

Du pont sur la Gryonne, le *Flysch* du Fenalet se poursuit au SE jusque dans ce village où il doit buter par faille contre la crête de gypse qui sépare le vignoble de Chêne des prairies de Fenalet. Cette crête est donc longée par un accident plongeant fortement à l'WNW et au NW. Au NE du village, il limite le Lias d'en Mossier et de la Combe, 600 m à l'E de l'entrée du Bouillet. C'est très probablement lui qui limite aussi vers le S le *Flysch* de la galerie de la Barmaz à 600 m du puits du Bouillet. Rappelons que ce *Flysch* est certainement le même que celui du Fenalet et qu'il appartient comme ce dernier à la Zone Submédiane. L'importance de cet accident ne m'était pas apparue en 1966. En effet, au SE de cette "faille" s'étend l'énorme masse d'évaporites du *Bévieux-les Posses* qui mesure près d'un kilomètre de large à l'affleurement. Elle repose par l'intermédiaire d'un niveau de cornieule directement sur l'Ultrahelvétique inférieur lié à la nappe de Morcles et qui fut décrit en détail par J. GABUS en 1958. Il est donc très probable que les évaporites Bévieux-les Posses font, elles aussi, partie de l'Ultrahelvétique liée à la nappe de Morcles. L'accident de Fenalet en marquerait la limite externe. Malheureusement, on ne peut pas le suivre vers le NE, car dans cette direction tout disparaît sous les moraines. Théoriquement, il devrait se diriger vers l'E pour venir coïncider avec le plan de charriage de la nappe des Diablerets.

Le secteur SW est limité au NE par une faille approximativement parallèle à la galerie de Ste Hélène, faille qui met en contact le Lias du Bouillet avec le gypse du Coula-Huémot.

b) *Le secteur central*

Sous le Lias, donc au SE de ce dernier, car il est très redressé et en faisant abstraction des failles qui compliquent la structure, on observe la succession suivante:

- 1) Le *Trias du Fondement*. Très développé au NE, son épaisseur se réduit au SW pour ne plus mesurer qu'une vingtaine de mètre vers Ste Hélène. C'est ce niveau évaporitique qui contient les principaux amas de brèche salifère du Bouillet, du puits Chevalley et du Coula.
- 2) Aalénien. Cette formation absente dans le secteur SW mesure de 20 à 60 m d'épaisseur.
- 3) En quelques points, sous l'Aalénien, vient une faible épaisseur de *Flysch* souvent très broyé et mêlé à de l'Aalénien et de l'anhydrite (sondages salle à Gradins n° 7, 8 et 12; salle Burnier n° 3, 4a; salle Oyex n° 17 et 21).
- 4) Puis le Trias reprend. Il est très épais; le sondage n° 5 vertical de la salle à Gradins l'a traversé sur 400 m sans en atteindre la base. Il est probablement complexe et replié car dans le sondage n° 7 de la salle à Gradins, il contient à 375 m un *Flysch* à blocs de calcaire fin à radiolaires.

On remarque en ce qui concerne le niveau 2 que l'Aalénien est en position renversée, comme le Lias, car en effet le Flysch qui lui est lié est situé dessous. Il se suit vers le SW jusqu'à Ste Hélène où il est coupé par une faille importante plongeant au NW. On ne le retrouve plus au-delà. Vers le NE, il tourne et se dirige vers l'E en direction de l'affleurement aalénien de la Gryonne (1,5 km en amont du Fondement). Mais une telle liaison, si elle existe, ne saurait être simple, car ces deux Aalénien plongent en sens inverse l'un de l'autre. L'Aalénien de la Mine n'affleure pas en surface.

2.3. Le secteur SW

J'ai examiné à nouveau et échantillonné les roches de la galerie de la Barmaz entre les cumulées 225 à 640 m comptées à partir du puits du Bouillet, soit la zone où apparaît le Flysch du Fenalet. Deux failles la limitent au S et au N. C'est un Flysch banal schisto-gréseux généralement à grain très fin, en petits bancs de quelques cm pris dans des schistes sombres et fortement déformés. Dans certaines zones, les grès deviennent plus abondants; les bancs s'épaississent et le grès devient plus grossier et plus calcaire. Des grains de roches diverses, dolomies, calcaires, micas ou chloritoschistes accompagnent les grains de quartz qui, malgré leur taille, demeurent généralement anguleux.

Le contact du Flysch et du Trias sus-jacent est très complexe et imprécis, car on trouve à son voisinage des lames de Flysch emballées dans le Trias, à moins que ce soit le Trias qui s'infiltre entre les couches de Flysch. La coupe de la figure 10 ne donne qu'une idée schématique de ce phénomène.

A 640 m du puits, au point où débute l'épaisse masse de Trias, on trouve un bloc de conglomérat complètement inclus dans l'anhydrite. Les éléments centimétriques qui la composent comprennent des calcaires micritiques ou siltitiques, des silt, des grès, des quartzites chloriteux, des dolomies fines ou grossières ou pseudo-oolithiques. Ce conglomérat rappelle ceux du pont du Bouillet.

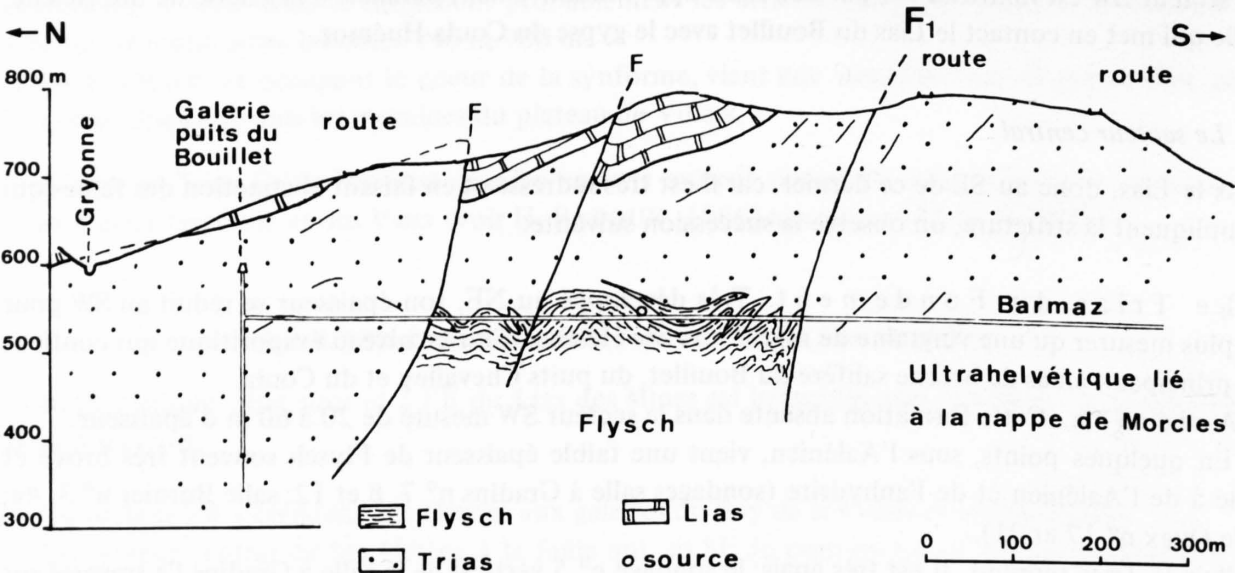


Fig. 10: Coupe passant par le puits du Bouillet et la galerie de la Barmaz

Sept échantillons ont fourni quelques foraminifères mal conservés, silicifiés et souvent brisés. Certains contiennent de rares débris de *Globotruncana*, d'autres de grandes globigérines épineuses et des *Globorotalia*. L'âge de ce Flysch demeure donc imprécis.

Sur le Flysch viennent 200 à 300 m de Trias, puis la plaque du Lias des Mines, recoupée de quelques failles dirigées SW-NE. Elles ne sont pas visibles sur le terrain. Ce sont les pendages du Lias qui en rendent la présence nécessaire.

La plaque de Lias se poursuit vers le NE où elle butte brusquement contre une faille verticale (SE-NW), plus ou moins parallèle aux galeries du Bey de la Colice et de Ste Hélène. Au NE de cette faille, le Lias n'apparaît plus en surface et les Trias du Coula et du Fondement entrent directement en contact.

Cette faille qui marque la limite SW du secteur central ne semble pas affecter la profondeur, du moins, je ne l'ai pas repérée au niveau de la galerie du Bouillet.

2.4. Le secteur central (voir fig. 11)

Ce secteur de 600 à 700 m de long est limité par les deux failles de Ste Hélène (F_2) et du pont du Coula (F_3).

En surface, il diffère des secteurs qui l'encadrent par la présence d'Aalénien accompagné de Flysch dans ou proche de la rivière et par une réduction des affleurements de Lias.

En subsurface, une zone d'Aalénien apparaît sous et au SE du Lias des Mines, en lieu et place du Flysch de Fenalet.

La structure de la plaque liasique se complique d'un jeu de failles et de décrochements, ainsi que le représente la figure 11 ci-dessus.

Sur ce plan schématique (voir fig. 11), où les limites sont partiellement extrapolées, on a superposé les levés de surface à la carte géologique obtenue en coupant la région par un plan horizontal de cote 600-610, soit celle de l'étage du Bouillet. On constate qu'en profondeur l'extension de ce diverticule liasique est très supérieure à celle de ses affleurements.

Au NE de la faille de Ste Hélène (F_2), le Lias disparaît des affleurements et le Trias du Coula vient directement en contact avec celui du Fondement. Ce n'est qu'à 250 m au NE de F_2 que le Lias reparaît (coord. 569 250/125 625). Là, il ne mesure que quelques mètres. L'affleurement s'élargit vers le NE et, à la limite du secteur central, vers la faille du pont du Coula, il doit mesurer plus de 200 m.

Au niveau de l'étage du Bouillet, les choses sont plus complexes. Pour préciser les relations tectoniques, trois coupes (AA, BB, CC) seront successivement présentées et commentées. Ce sont les figures 12, 13 et 14.

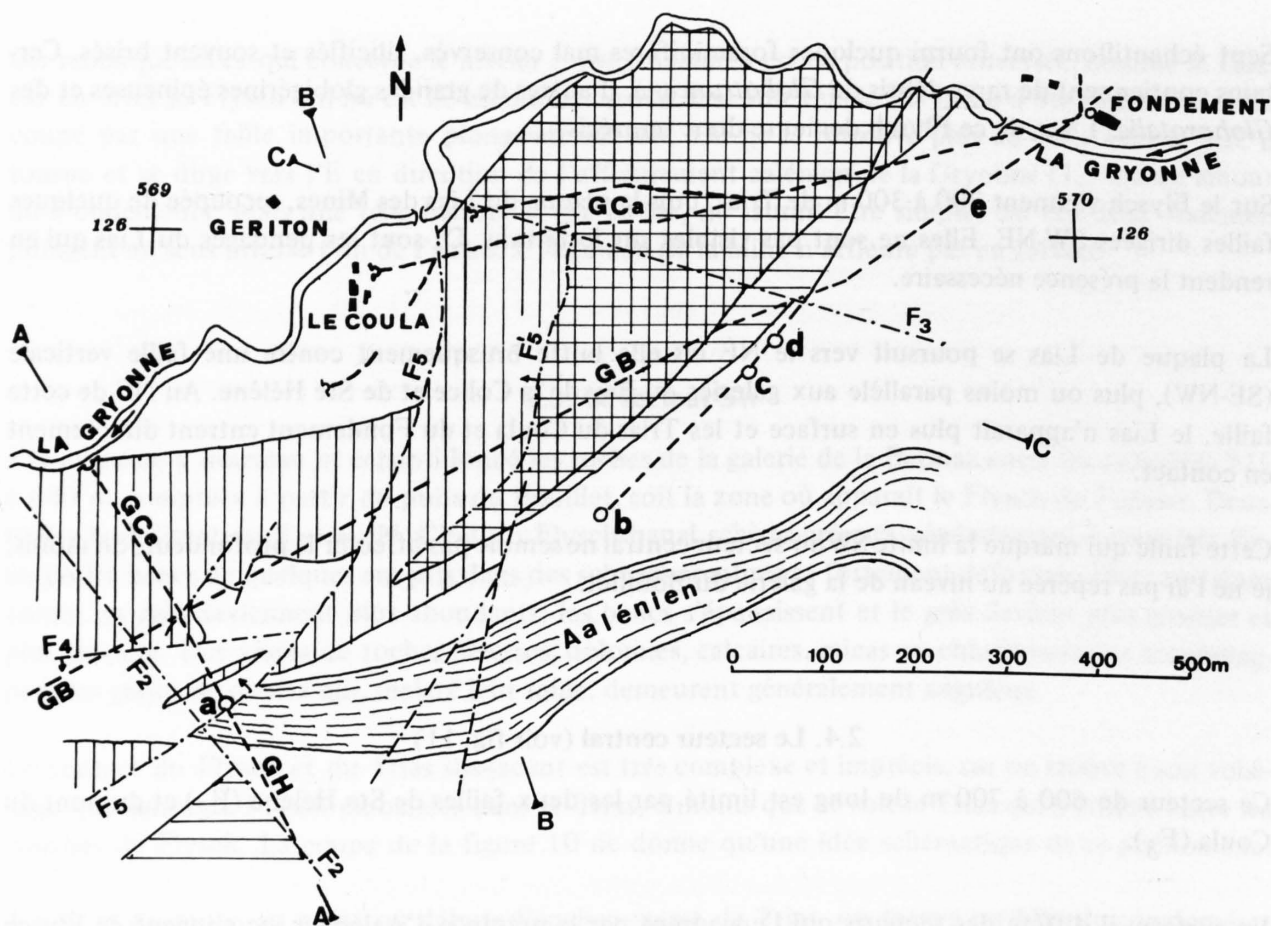


Fig. 11: Le Lias du secteur central. Les hachures horizontales caractérisent les zones où le Lias affleure, les hachures verticales les surfaces occupées par ce terrain à la cote 600 - 610 m.
 GB = Galerie du Bouillet, GH = Galerie de Ste Hélène, GCe = Galerie du Bey de la Colice, GCa = Galerie du Coula,
 a = Salle de Ste Hélène, b = Salle des Cristaux, c = Salle à Gradins, d = Salle Burnier, e = Salle du Radium;
 AA, BB, CC = Coupes figures 12, 13, 14.

La première coupe (AA, voir fig.12) passe par les galeries de la Colice et de Ste Hélène. Les deux forages de la salle de Ste Hélène y figurent.

Le Lias qui doit se trouver à l'altitude 600 m à l'aplomb de l'entrée effondrée de la galerie de la Colice s'élève vers le S où une importante faille normale (F_4) plongeant 170° vers de 50° ramène le Trias du Coula au-dessous du niveau du Bouillet (610 m). Cette faille recoupe la galerie de Ste Hélène à 37 m de sa jonction avec la Principale du Bouillet.

La faille F_4 atteint la galerie du Bouillet à 716 m de son entrée, puis la suit plus ou moins déformée sur 100 m environ, fermant ainsi partiellement au niveau 610 m le Trias qui contient le roc salé de Ste Hélène. Ce Trias occupe donc une sorte de gouttière dessinée par la plaque liasique. Cette dernière remonte au S du Trias pour se développer largement dans le secteur SW, mais elle n'atteint pas la galerie Ste Hélène. C'est la faille F_5 qui est responsable de cet escamotage. Cette faille décrochante plonge de 60° vers le NW (315°). Elle traverse la Principale du Bouillet à la cumulée 1065 m, puis doit se diriger vers l'entrée du Coula. Elle joue un rôle important comme nous le verrons par la suite, mais revenons à la coupe AA.

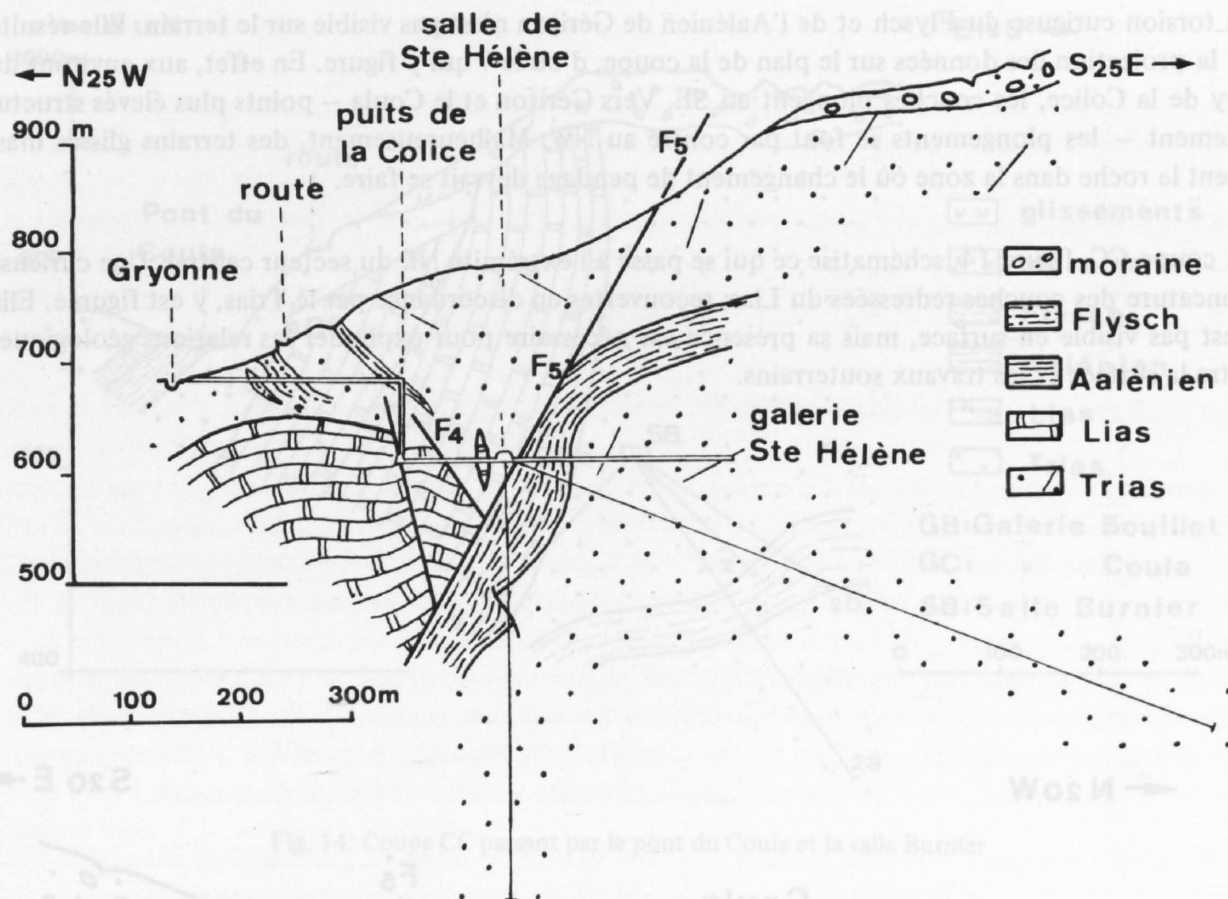


Fig. 12: Coupe AA passant par les galeries du Bey de la Colice et de Ste Hélène

Dans le Trias de Ste Hélène, entre la salle et le dessaloir St Victor s'intercale une lame verticale de terrains sombres de 10 m de puissance: au N, c'est une calcarenite spathique, du même type de celles du Lias inférieur; au S, des schistes finement lumachelliques appartenant probablement au Rhétien. Il s'agit d'une petite écaille arrachée au Lias et emballée dans le Trias, comme on en trouve une plus importante dans le secteur NE à l'étage du Coula.

Dans la galerie du Bey de la Colice, j'ai attribué au Flysch les terrains argilo-calcaire qui la traversent entre 60 et 102 m de l'entrée; car ils se placent dans le prolongement du Flysch connu en surface. Je n'ai pas pu vérifier ce point, car la galerie est inaccessible.

Dans la Principale du Bouillet, en amont du puits de la Colice, le dispositif se complique. Par deux fois, sur 200 m, le Trias du Coula se trouve ramené au niveau de la galerie par un jeu complexe de failles.

La coupe BB (voir fig.13) rend compte de la forme en triangle aigu de l'affleurement liasique. Sa limite W est déterminée par la sortie au sol (F'_5) de la faille F_5 , due à la combinaison de l'inclinaison de 50 à 60° vers le NW du plan de faille et de la forte déclivité du terrain.

La limite orientale du Lias est subverticale.

La torsion curieuse du Flysch et de l'Aalénien de Gériton n'est pas visible sur le terrain. Elle résulte de la projection des données sur le plan de la coupe, d'où le ? qui y figure. En effet, aux environs du Bey de la Colice, les couches plongent au SE. Vers Gériton et le Coula – points plus élevés structurellement – les plongements se font par contre au NW. Malheureusement, des terrains glissés masquent la roche dans la zone où le changement de pendage devrait se faire.

La coupe CC, figure 14, schématise ce qui se passe à l'extrémité NE du secteur central. Une curieuse troncature des couches redressées du Lias, recouvertes en discordance par le Trias, y est figurée. Elle n'est pas visible en surface, mais sa présence est nécessaire pour expliquer les relations géologiques entre la surface et les travaux souterrains.

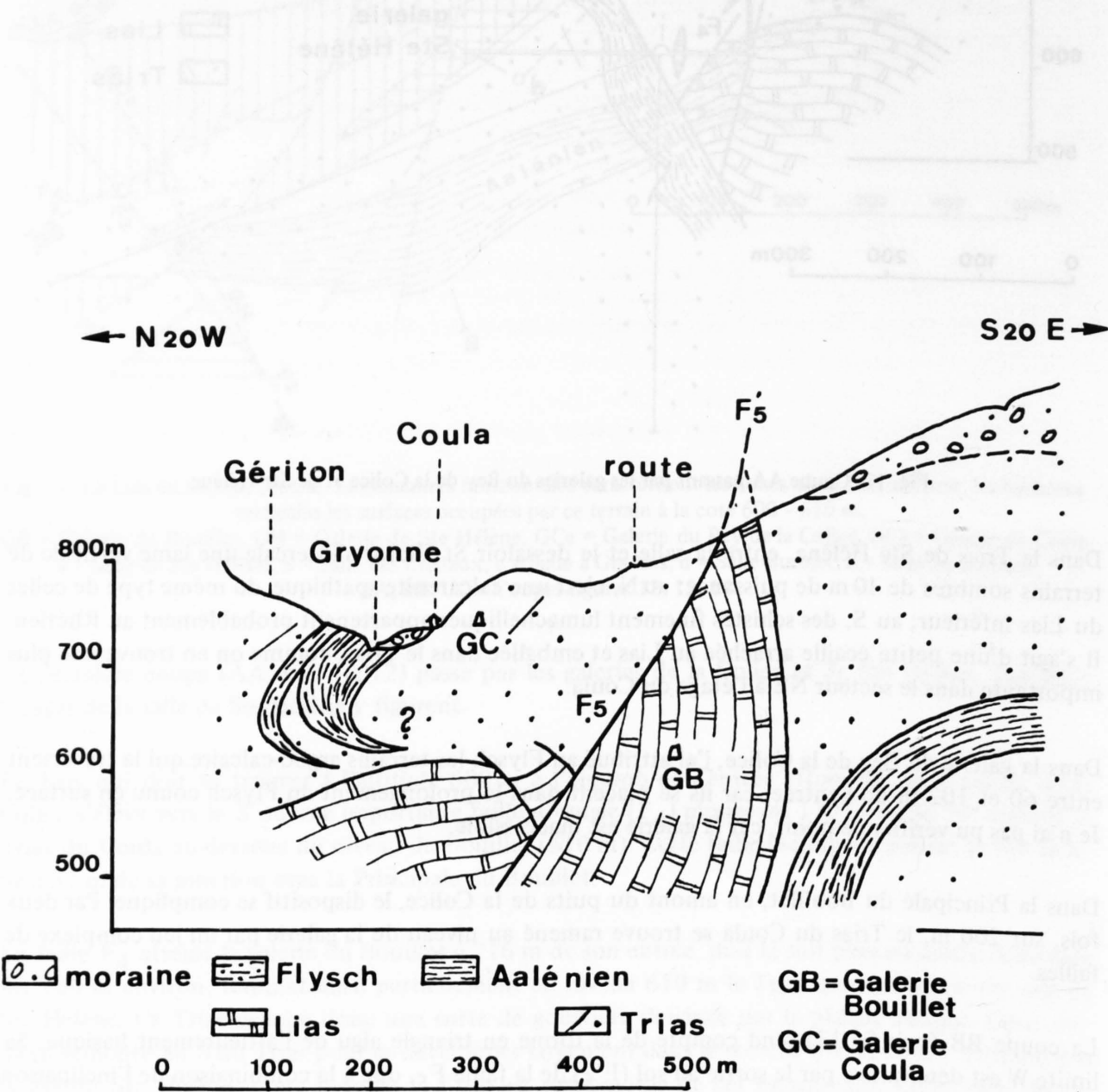


Fig. 13: Coupe BB Gériton – Les Clous

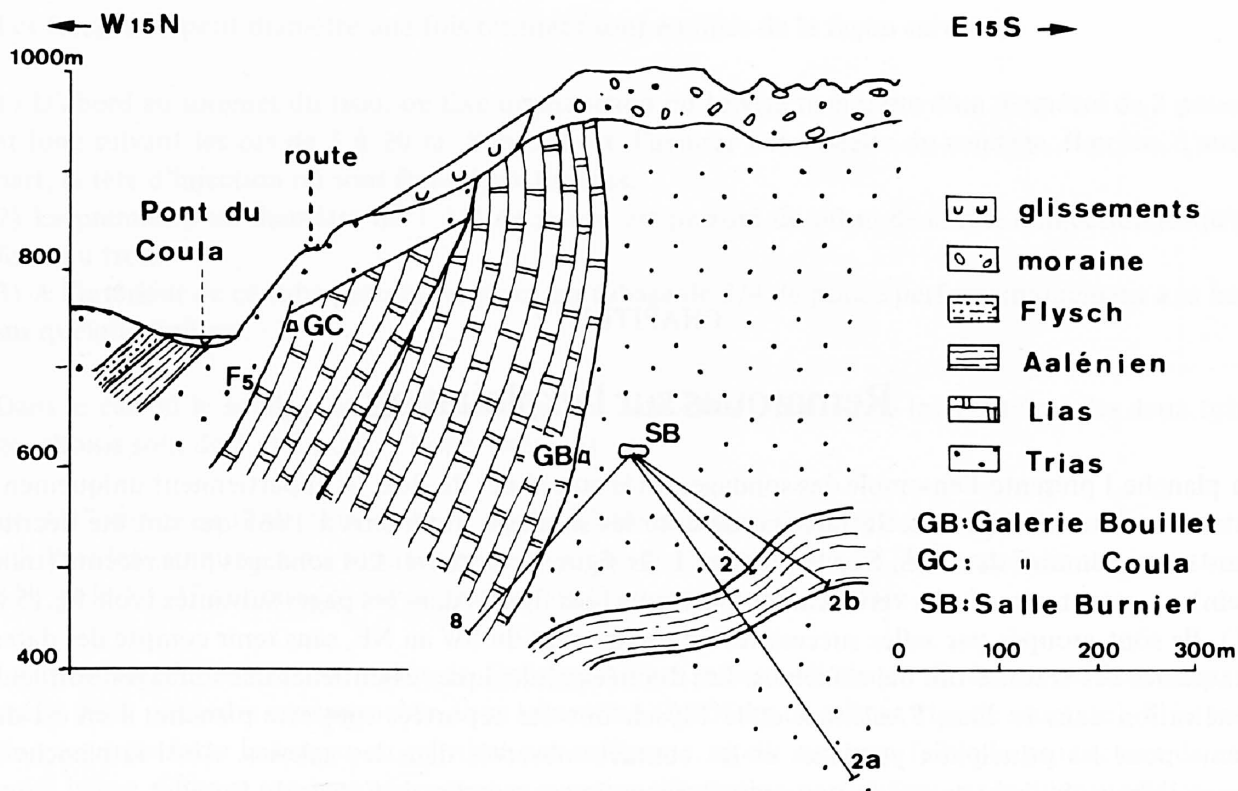


Fig. 14: Coupe CC passant par le pont du Coula et la salle Burnier

2.5. Le secteur NE

Au NE de la faille du pont du Coula, l'affleurement de Lias reprend toute son importance. Dans la gorge que la Gryonne a taillée dans ce niveau et qui porte le nom de Truches Noires, sa puissance est voisine de 250 m. Il se suit jusqu'à l'entrée de la galerie de Rovéréaz où il bute par faille contre le gypse et disparaît.

1) Sous le Lias, donc au NE de ce dernier, passe une assise de Trias de 500 m de puissance, contenant le "gisement Chamorel" exploité par les sondages de la Descenderie, du sommet et de la base du puits E. Chevalley et de la salle Oyex. C'est notre **Trias du Fondement**, qui, dans le secteur central, sépare le Lias de l'Aalénien. Mais dans ce secteur NE, du Flysch a pris la place de l'Aalénien.

2) Le contact du Flysch avec le Trias se fait selon une surface verticale mais dont la direction varie: au N elle est sensiblement N-S, au S: NE-SW. Au niveau de l'étage du Bouillet, le Flysch constitue un massif de plus de 300 m d'épaisseur. Les forages de la salle A. Ruchet n'en ont pas atteint la limite orientale. Il est inconnu à l'affleurement.

On trouvera dans mon rapport de 1966, page 51, une coupe à travers ce secteur, qu'aucune observation nouvelle n'oblige à modifier.

CHAPITRE IV

Remarques sur l'exploitation

La planche I présente l'ensemble des sondages forés aux Mines de Bex. Ils appartiennent uniquement aux secteurs central et NE. Je laisserai de côté les sondages antérieurs à 1965 qui ont été décrits dans mon mémoire de 1966. Sur la planche I, ils figurent en tireté. Les sondages plus récents (trait plein) ne seront pas décrits verbalement mais leurs logs figurés dans les pages suivantes (voir fig.15 à 21). Ils sont groupés par salles successives en progressant du SW au NE, sans tenir compte des dates auxquelles ces travaux ont été effectués. Les données géologiques essentielles des sondages, soit leur pénétration dans le Lias, l'Aalénien et le Flysch ont été reportées sur cette planche; il en est de même pour les principaux pendages et les contacts observés dans les galeries. Ainsi la planche I donne l'image de l'état actuel de nos connaissances de ces secteurs de l'étage du Bouillet.

Ce document a permis d'établir la planche II qui demande quelques explications. On y voit trois groupes d'isobathes. Le premier est tracé sur la face SE du Lias, le second sur le sommet à regard NW de l'Aalénien, le troisième sur la face subverticale NW du Flysch de la salle A. Ruchet. Ces courbes sont construites sur les quelques points où la sonde, qui part toujours du Trias, pénètre dans les terrains post-triasiques. Elles ne sauraient prétendre à une haute précision d'autant plus que la rectitude des sondages est douteuse. Par exemple, les irrégularités du mur du Flysch résultent probablement de la déviation des sondages plutôt qu'à des renflements ou des creux de cette surface.

Malgré ses défauts, cette planche montre que le Trias "dit du Fondement" compris entre le Lias d'une part et l'Aalénien et le Flysch d'autre part s'élargit vers le NE. Presque étranglé à l'altitude 600 vers Ste Hélène, il mesure environ 100 m de large au droit de la salle des Cristaux, 230 m à la salle Burnier, plus de 500 m pour le gisement Chamorel (zone Oyex-E. Chevalley).

On constate d'autre part que la proportion de brèche salifère dans le Trias du Fondement augmente aussi du SW au NE. Elle est approximativement de 100 kg de sel au m³ de tout-venant pour la salle des Cristaux, 150 kg au m³ pour la zone du Talon à la salle Oyex, 200 kg au m³ pour le gisement Chamorel.

Ainsi, en volume et en qualité, le gisement de sel de Bex s'améliore vers le NE. C'est dans cette direction que sont prévues les extensions futures de la Mine.

1. Les sondages

Les sondages permettent l'exploration géologique du massif salifère et constituent surtout les organes d'extraction du sel.

Les forages de petit diamètre une fois terminés sont équipés de la façon suivante:

- 1) D'abord au sommet du trou, on fixe un manchon ou tubage technique d'un diamètre de 3 pouces et long suivant les cas de 3 à 20 m. Son but est d'assurer l'étanchéité du sondage. Il porte, d'autre part, la tête d'injection où sont fixés deux tubages.
- 2) Le premier d'un diamètre de 1 1/4 de pouce est perforé de 60 m de la tête d'injection jusqu'au fond du trou.
- 3) A l'intérieur de ce tube perforé est placé un tubage de 3/4 de pouce perforé uniquement à sa base sur quelques mètres.

Dans le cas où le sondage se développe dans des zones très riches en sel les diamètres des deux tubages choisis sont de 1 et 2 pouces respectivement.

Le 3/4" sert pour l'injection de l'eau douce. Cette dernière s'infiltre dans le terrain en dissolvant le sel. Puis les saumures ainsi formées gagnent par les perforations du 1 1/4" l'espace annulaire entre le 3/4" et le 1 1/4" et poussées par la pression de l'eau gagneront la surface.

La pression d'injection est réglée de façon que l'eau puisse séjourner un temps suffisant dans la roche pour atteindre ou approcher de sa saturation (0,305 kg de sel par litre de saumure). Si la pression est trop forte la teneur en sel n'est pas suffisante, si elle est trop faible la production de saumure baisse. Chaque sondage nécessite une pression d'injection particulière car la quantité de roc salé traversé varie d'un sondage à l'autre.

Les saumures ainsi récoltées sont acheminées par des tubes en matière plastique vers les réservoirs et de là à la saline.

2. La production

Les productions annuelles de la Mine de Bex en sel ont été les suivantes pour les 20 dernières années:

1961	=	11 595 tonnes	1971	=	23 369 tonnes
1962	=	13 604 tonnes	1972	=	27 630 tonnes
1963	=	15 239 tonnes	1973	=	38 635 tonnes
1964	=	16 072 tonnes	1974	=	44 840 tonnes
1965	=	16 790 tonnes	1975	=	53 309 tonnes
1966	=	20 406 tonnes	1976	=	45 400 tonnes
1967	=	22 170 tonnes	1977	=	40 233 tonnes
1968	=	23 039 tonnes	1978	=	46 734 tonnes
1969	=	19 991 tonnes	1979	=	44 542 tonnes
1970	=	22 710 tonnes	1980	=	36 049 tonnes

On constate une forte augmentation de la capacité de production de la Mine durant ces 20 dernières années, ce qui lui permet de faire facilement face aux variations de la demande.

La production totale des Mines de Bex de 1740 à 1980 a été de 1'367'738 tonnes de sel, ce qui représente un cube de sel d'environ 87 m de côté !

Bibliographie

Pour la bibliographie sur les Mines de Bex et ses environs, le lecteur voudra bien se reporter à celle qui figure dans mon mémoire de 1966:

H. BADOUX, (1966): Description géologique des Mines et Salines de Bex et de leurs environs. Matér. Géol. Suisse, Sér. géotech. 41.

Les ouvrages de cette liste cités dans le présent texte sont les suivants:

H. BADOUX, (1963): Les unités ultrahelvétiques de la zone des Cols. *Eclogae geol. Helv.* 56/1, 1-13.

H. BADOUX, (1980): Les mines de Bex et leurs minéraux. *Schweizer Strahler.* 5/8, 305-319.

H. BADOUX et M. WEIDMANN, (1964): Sur l'âge de la série salifère de Bex (Ultrahelvétique). *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 68/9, 427-438.

J. GABUS, (1958): L'Ultrahelvétique entre Derborence et Bex. Matér. Carte géol. Suisse, n.s. 106.

M. LUGEON, (1940): Atlas géol. Suisse 1:25'000, feuille Diablerets (n° 19), et notice explicative. *Comm. géol. Suisse.*

H. MASSON, (1972): Sur l'origine de la cornieule par fracturation hydraulique. *Eclogae geol. Helv.*, 65/1, 27-41.

E. RENEVIER, (1890): Monographie géologique des Hautes Alpes vaudoises. Matér. Carte géol. Suisse, 16.

R. TRÜMPY, (1951): Le Lias de la nappe de Bex (Préalpes internes) dans la basse Gryonne. *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 65/ 279, 161-182.

Il faut ajouter à la bibliographie précitée:

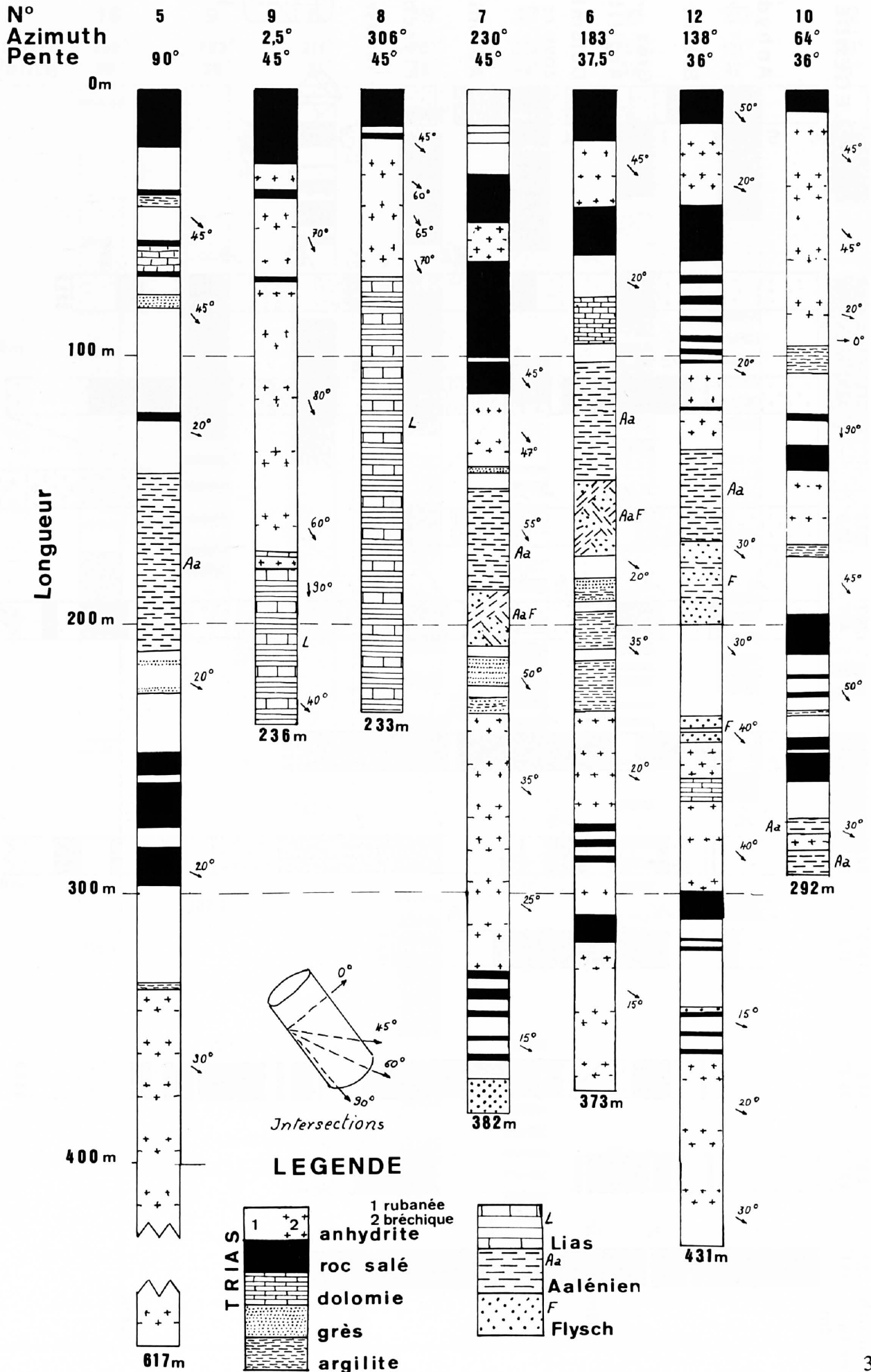
M. WEIDMANN, P. HOMEWOOD, C. CARON et A. BAUD, (1976): Réhabilitation de la "Zone Sub-médiane" des Préalpes. *Eclogae geol. Helv.* 69/2, 265-279.

Et pour les évaporites en général:

A.V. CAROZZI, (1960): *Microscopic sedimentary petrography.* John Wiley & Sons. New York, London.

H. BORCHERT et R.O. MUIR, (1964): *Salt deposits.* University series in geology. Ed. R. Fairbridge. Van Nostrand Co., London, New York, Toronto. Cet ouvrage contient une bibliographie abondante.

Sondages de la salle à Gradins (606m)



Sondages de la salle R. Burnier (617,2m)

N° Azimuth Pente

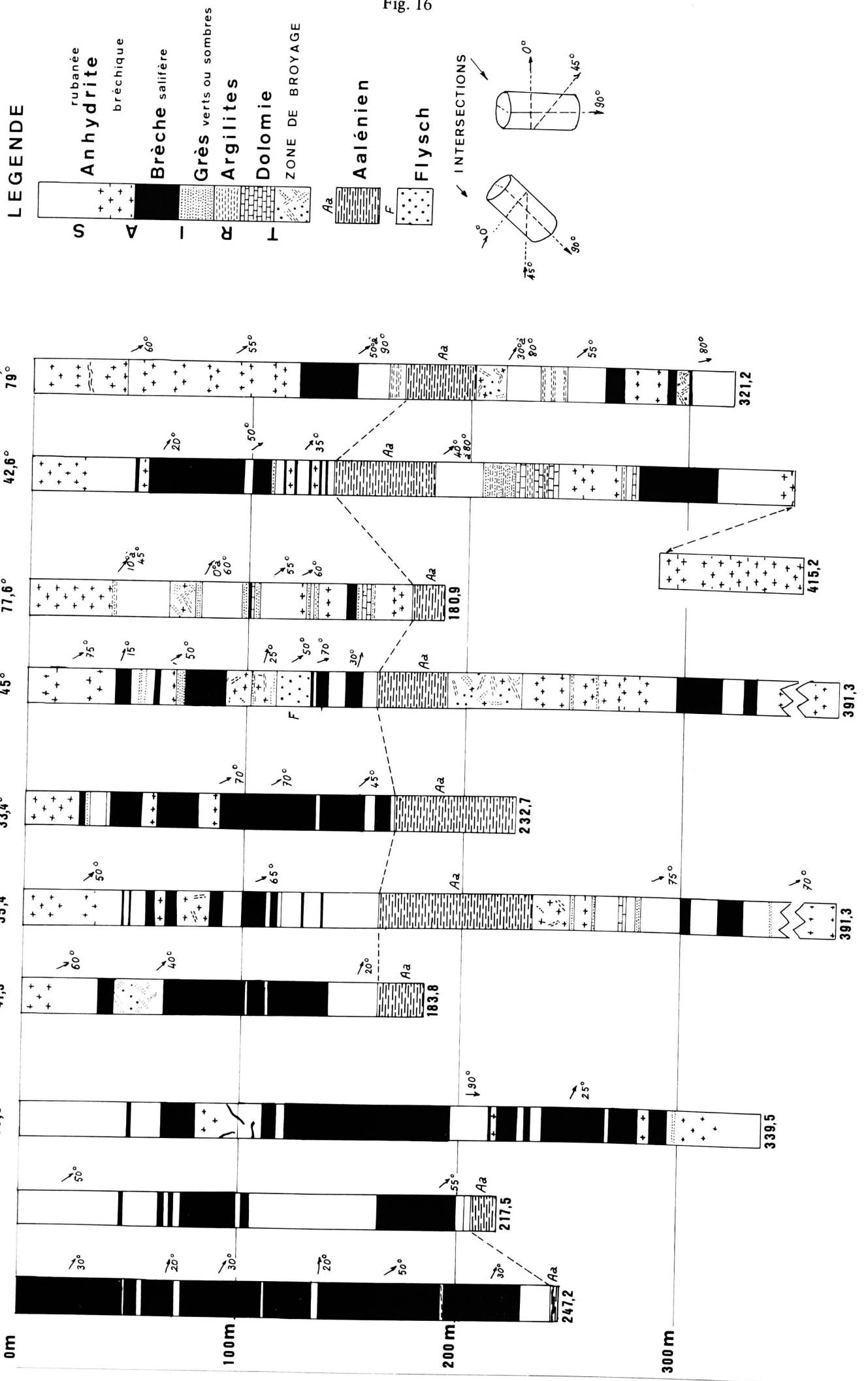
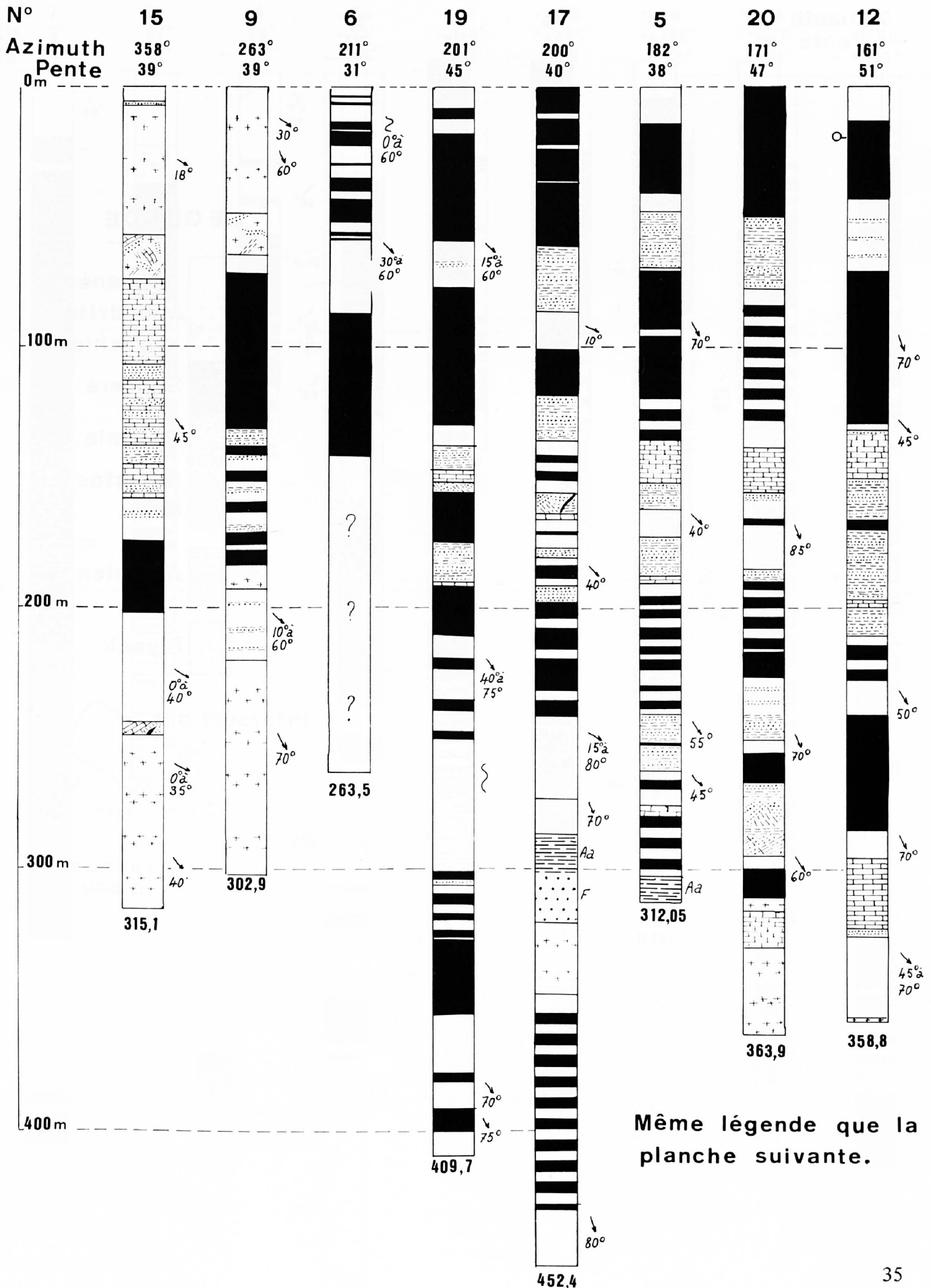


Fig. 16

Sondages de la salle Oyex (616,7m)



Sondages salle Oyex, suite

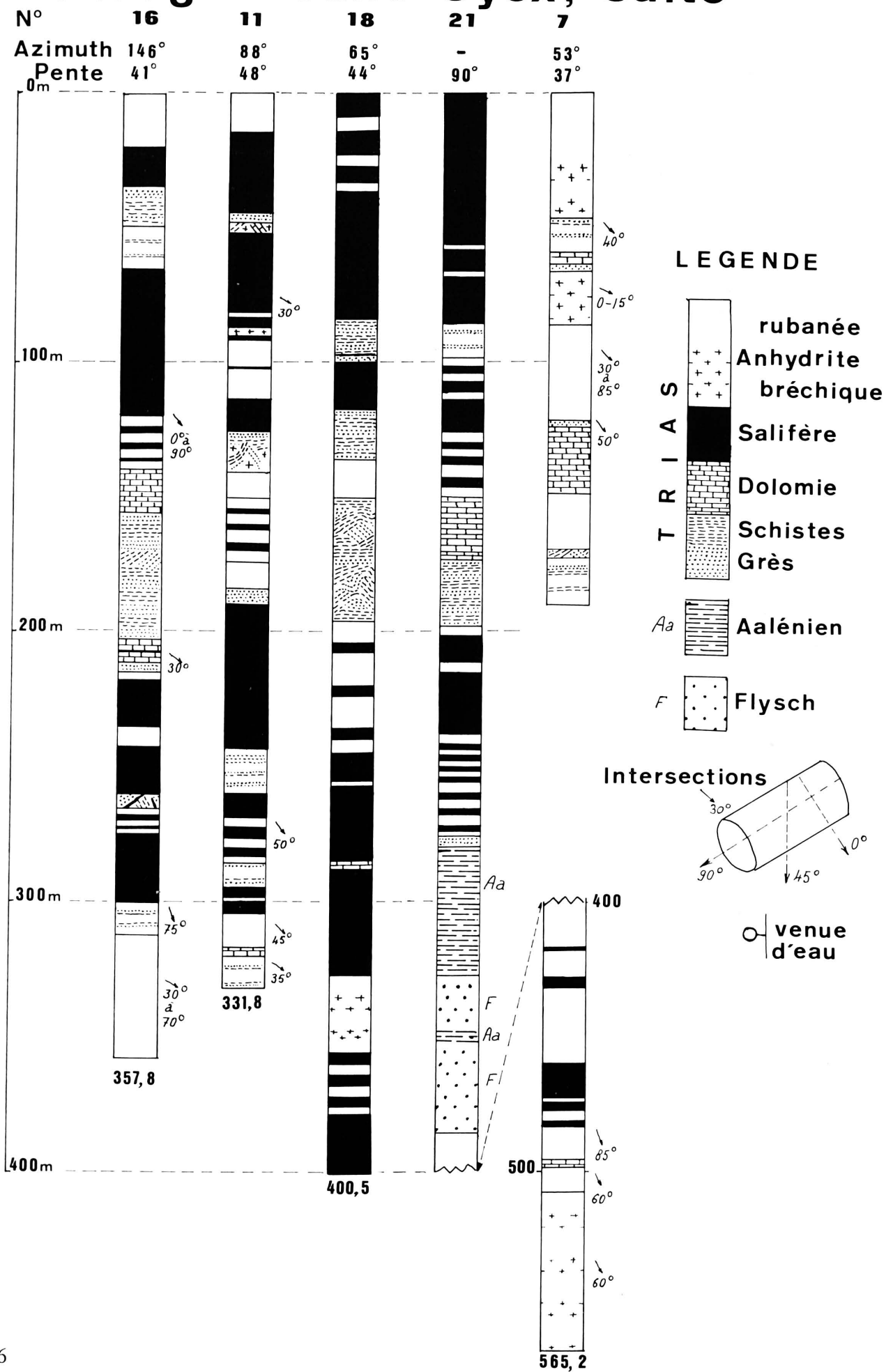
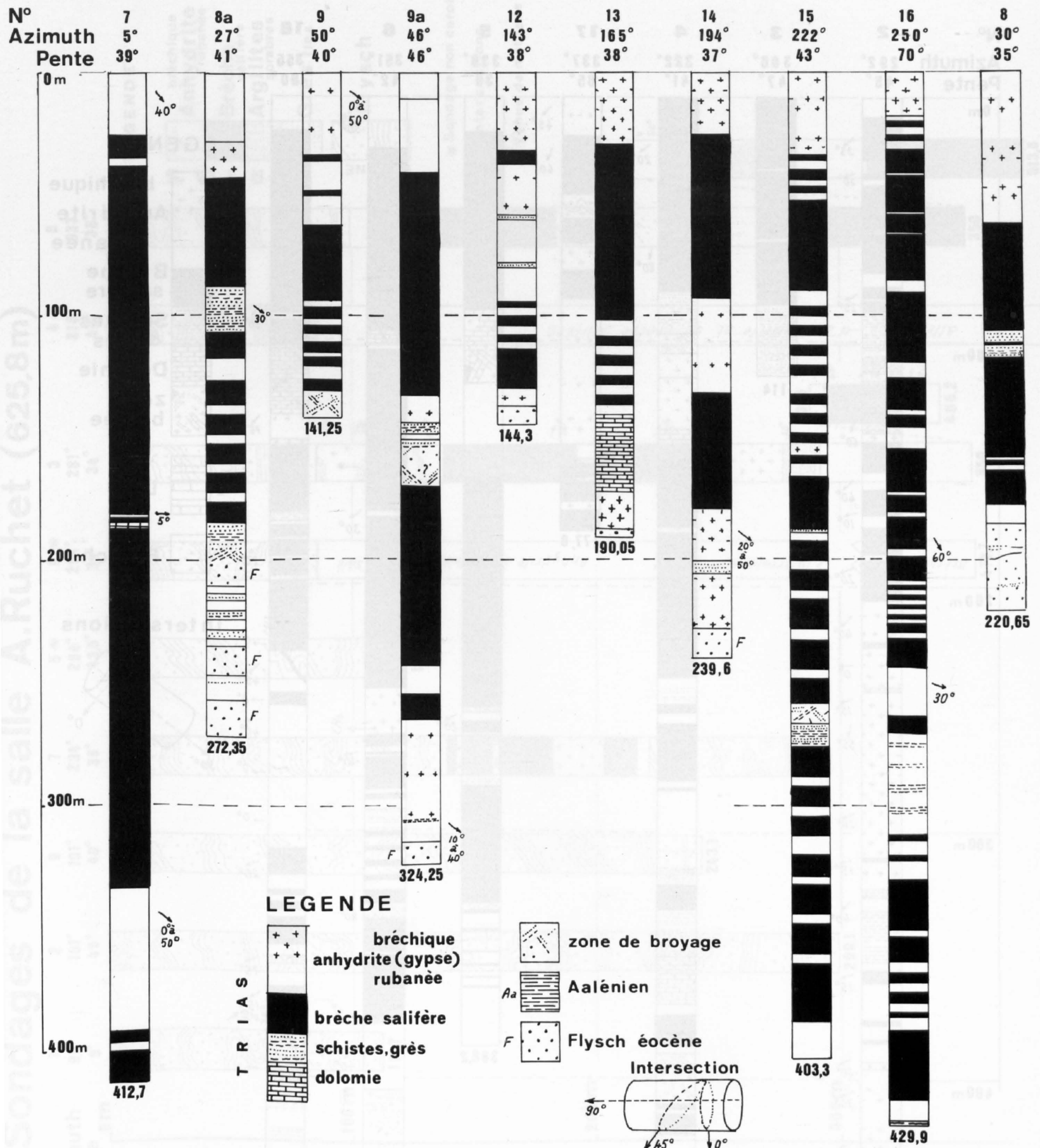
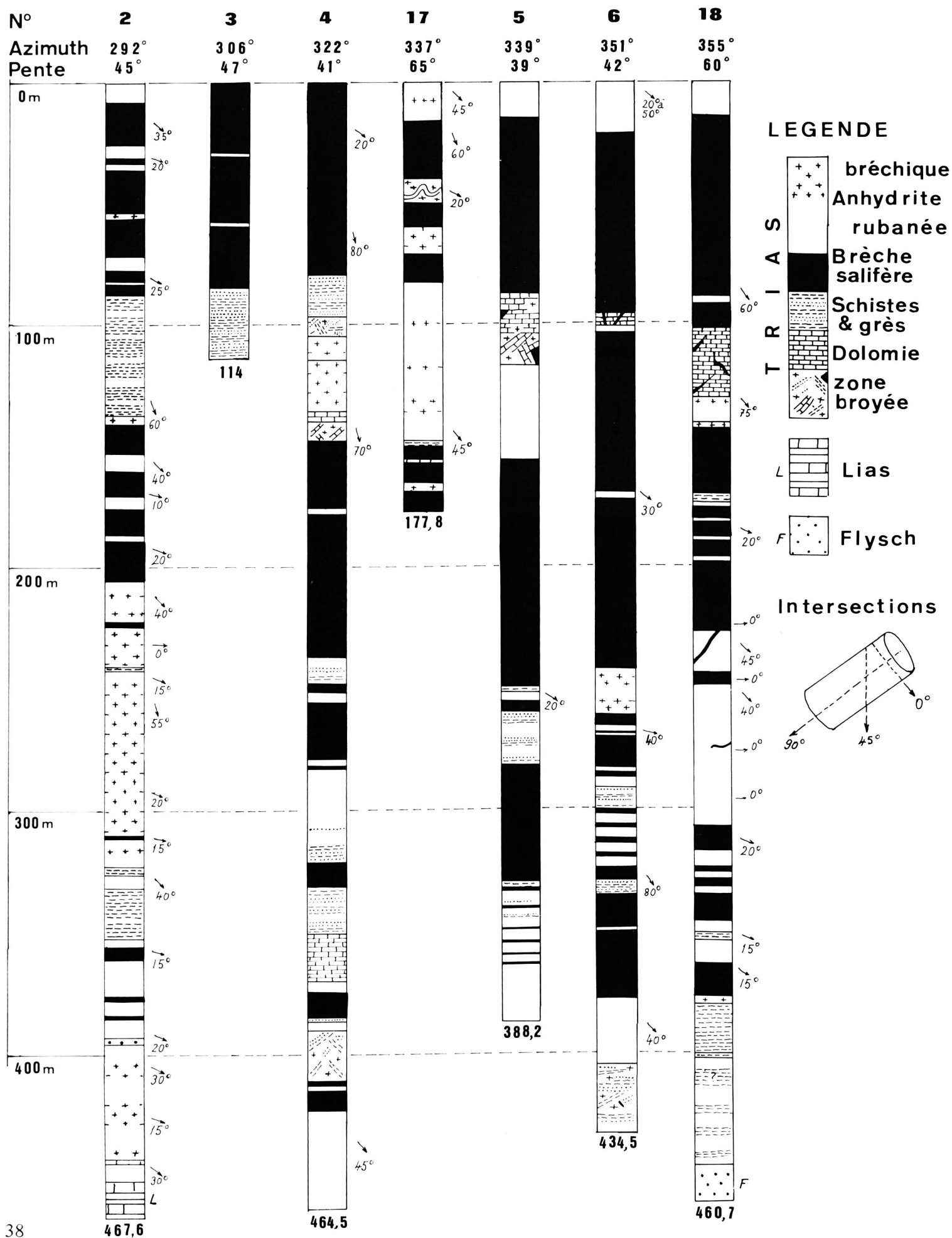


Fig. 19

Sondages du puits E.Chevalley (622,2m)

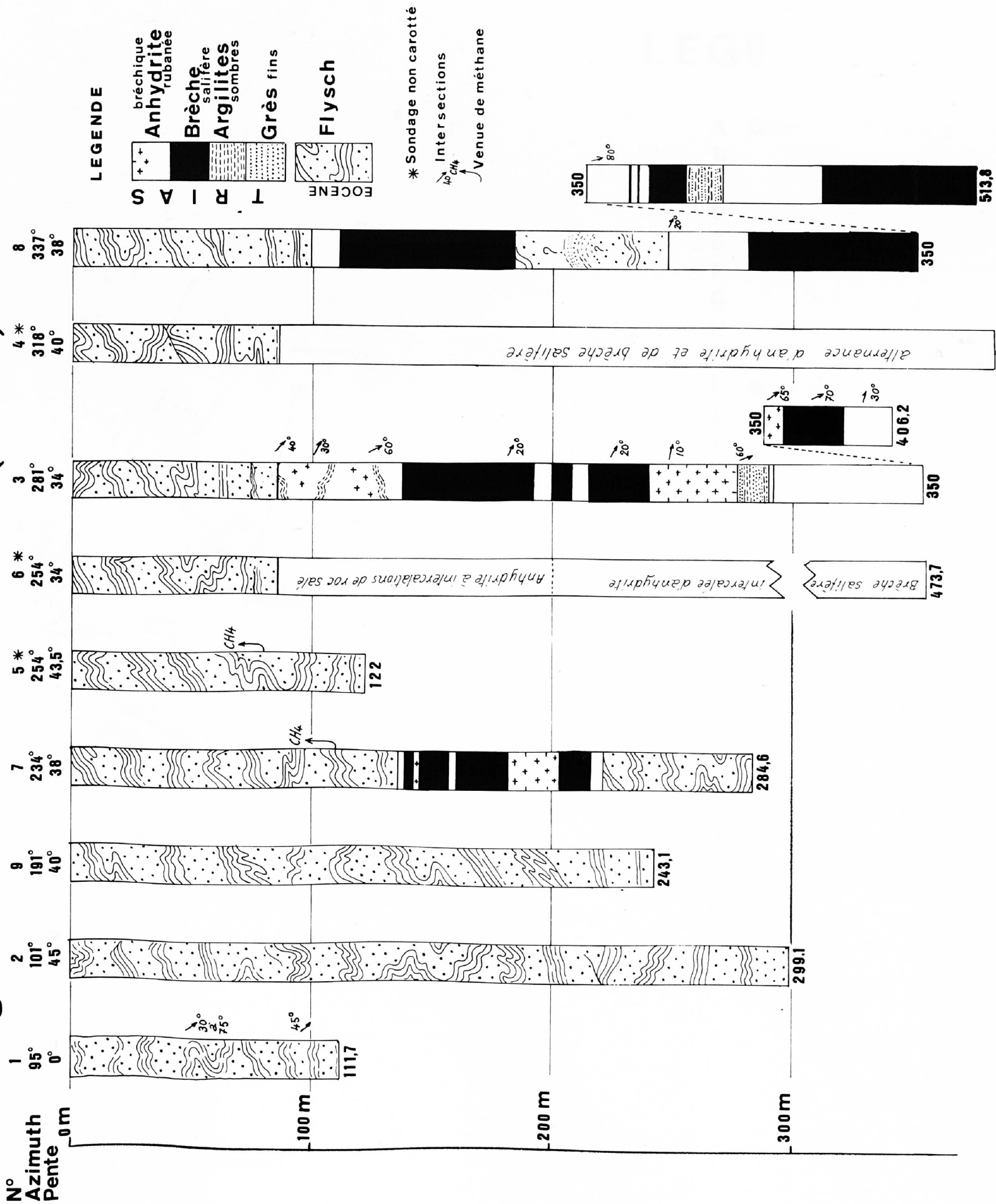


Puits E.Chevalley, suite



Sondages de la salle A.Ruchet (625,8m)

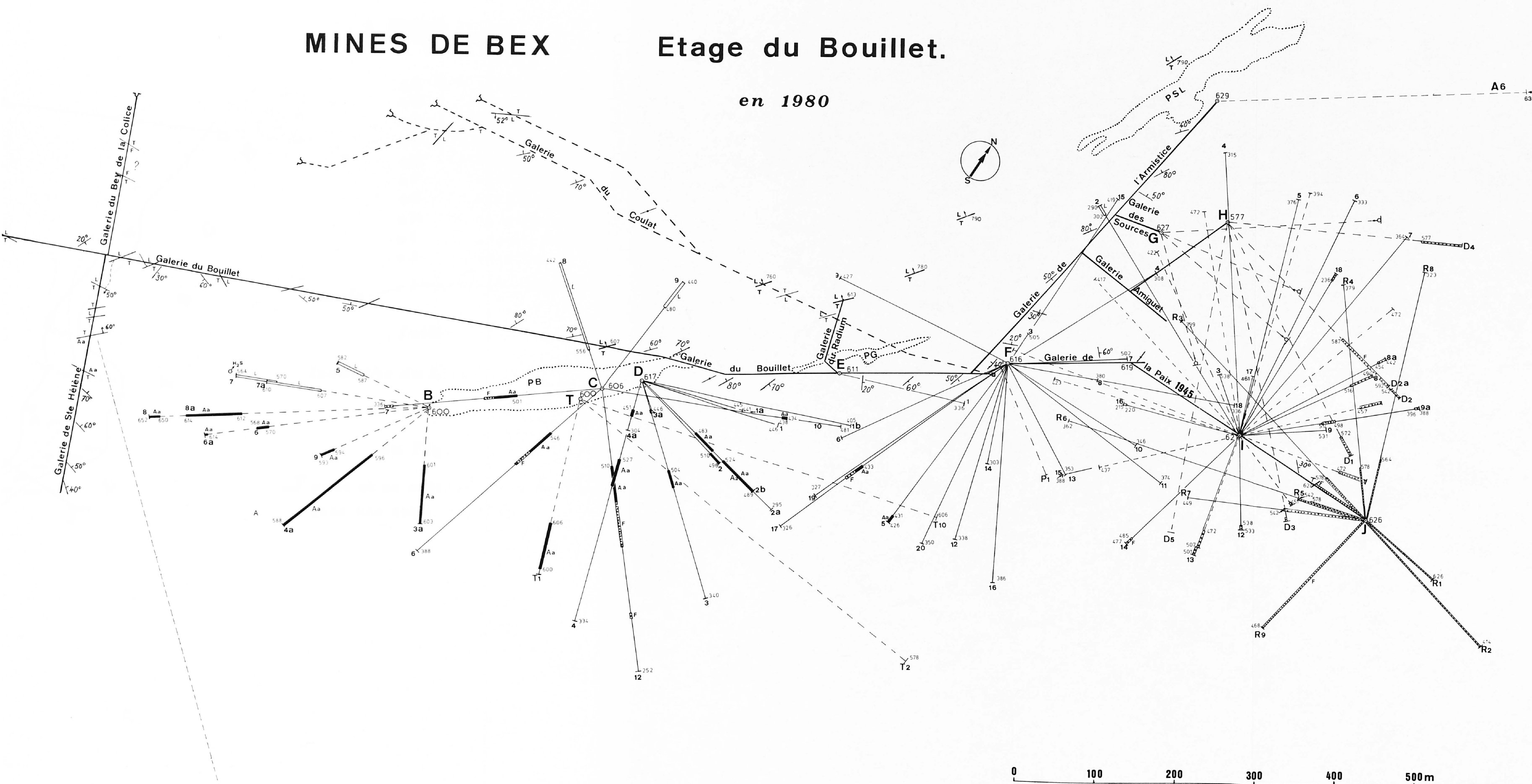
Fig. 21



MINES DE BEX

Etage du Bouillet.

en 1980



LEGENDE

- A Salle de Ste Hélène
- B " des Cristaux
- C " à Gradins
- D " Burnier
- E " du Radium
- F " César Oyex
- G " des Sources
- H " de la Descenderie Amiguet
- I " du puits E.Chevalley
- I Base du puits E.Chevalley
- J Salle Aimé Ruchet
- T " du Talon

- entrée — galerie étage Bouillet
- " " Coula
- altitude 610° Salle de forage
- 323 — Sondage antérieur à 1965
- 610 " " postérieur à 1966
- altitude du fond
- Sondage traversant le Trias
- " " Lias
- " " l'Aalénien
- " " le Flysch
- Source salée
- Contact des formations
- T=TRIAS, L=LIAS, A=AALÉNIEN, F=FLYSCH.

- PB — POCHÉ DU BOUILLET
- PG — " DE GRAFFENRIED
- PSL — " DE ST. LOUIS (COULA)

