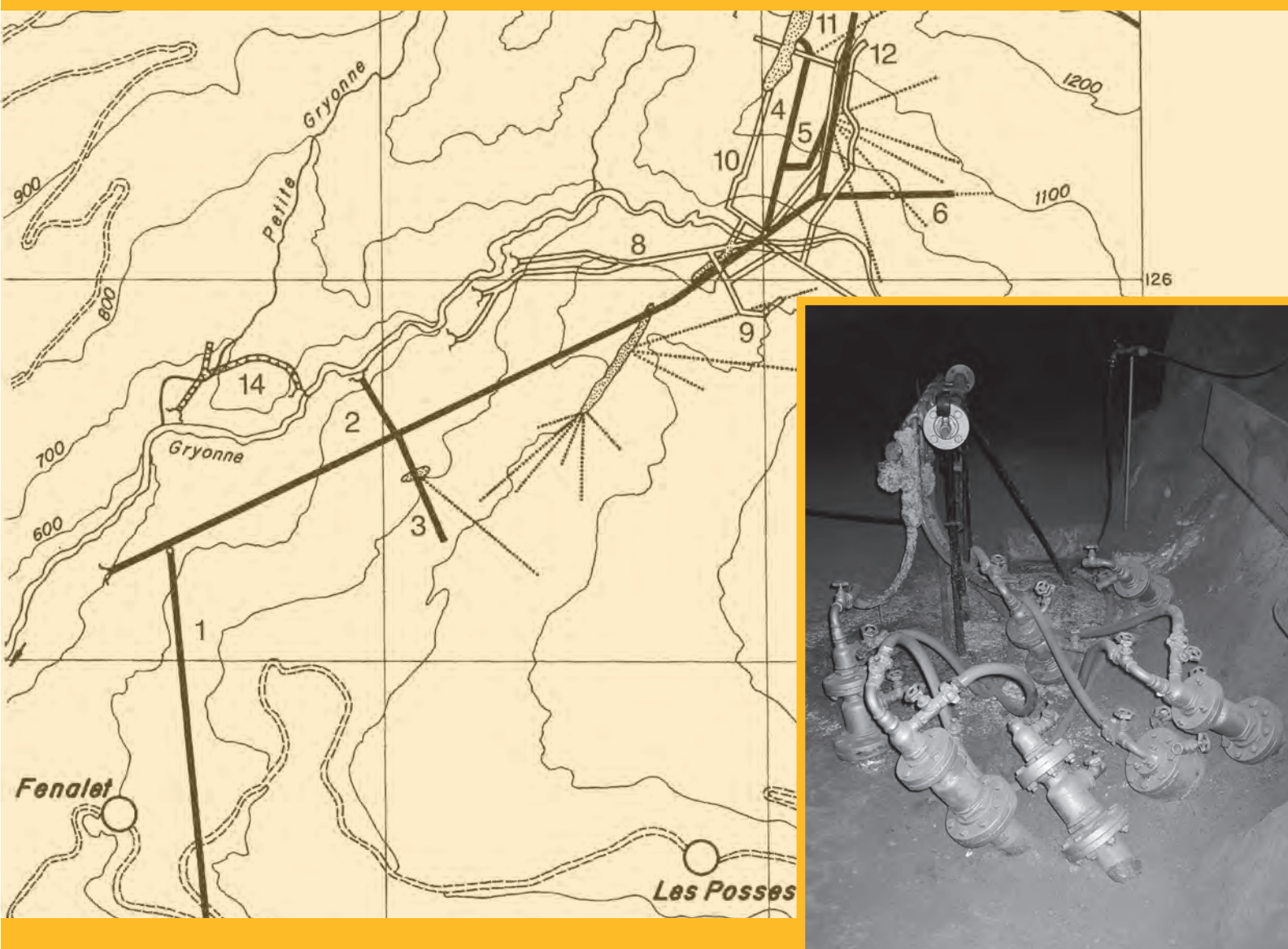


Mines de sel de Bex

Données 1991 – 2004

Marc Weidmann



BEITRÄGE ZUR GEOLOGIE DER SCHWEIZ
GEOTECHNISCHE SERIE

herausgegeben von der

Schweizerischen Geotechnischen Kommission (SGTK)
(Organ der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz SCNAT)

MATERIAUX POUR LA GEOLOGIE DE LA SUISSE
SERIE GEOTECHNIQUE

publiés par la

Commission Géotechnique Suisse (SGTK)
(Organe de l'Académie Suisse des Sciences Naturelles SCNAT)

Lieferung
94

Mines de sel de Bex

Données 1991 – 2004

Marc Weidmann

Sentier du Molard 3, 1805 Jongny – weidmann-dutoit@bluewin.ch



2006

Vertrieb durch die Schweizerische Geotechnische Kommission, c/o ETH Zürich, 8092 Zürich
Publiziert mit Unterstützung der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz SCNAT

sc | nat

Swiss Academy of Sciences
Akademie der Naturwissenschaften
Accademia di scienze naturali
Académie des sciences naturelles

Redaktion und Satz: Schweizerische Geotechnische Kommission (SGTK)
Lithographie und Druck: Fotorotar AG, 8132 Egg b. Zürich
Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

ISBN-10 3-907997-27-1
ISBN-13 978-3-907997-27-7
ISSN 0582-1630

VORWORT DER SCHWEIZERISCHEN GEOTECHNISCHEN KOMMISSION

Die Schweizerische Geotechnische Kommission (SGTK) freut sich, die Aufzeichnungen von Marc Weidmann über die Erkenntnisse und Tätigkeiten der letzten Jahre in den Salzminen von Bex in der Geotechnischen Serie aufnehmen zu dürfen. Neben einer kurzen Einführung von Lukas Hauber in die Geologie der Mine, beschreibt Marc Weidmann im Hauptteil die Untersuchungsergebnisse der Jahre 1991 bis 2004. Angaben über Jahresproduktion und Salzreserven sind ebenso enthalten wie illustrative Figuren zu den verschiedenen Bohrungen im «Secteur du Radium» und in der «Salle de l'Espace».

Der vorliegende Band ergänzt die Publikationen in den Beiträgen zur Geologie der Schweiz, Geotechnische Serie Nr. 41 und Nr. 60 sowie in den kleineren Mitteilungen Nr. 88 von Héli Badoux über die Geologie der Minen von Bex. Diese Arbeiten sowie eine 1982 bei der AMINSEL (Association pour la mise en valeur des Mines de Sel de Bex) publizierte Arbeit sind dem vorliegenden Band im PDF-Format beigelegt. Die Schweizerische Geotechnische Kommission dankt AMINSEL für das Recht, die 1982er Arbeit von Héli Badoux in dieser Form publizieren zu dürfen. Der Leser kann sich somit ein vollständiges Bild

der Geologie und der Tätigkeiten in den Salzminen von Bex über die letzten vier Jahrzehnte machen.

Die Schweizerische Geotechnische Kommission dankt dem Autor für die Möglichkeit, diese Arbeit in ihrer Publikationsreihe veröffentlichen zu dürfen. Für den Inhalt von Text, Tabellen und Figuren ist der Autor allein verantwortlich.

Zürich, im November 2006

Der Präsident der Schweizerischen Geotechnischen
Kommission

V. Dietrich

AVANT-PROPOS – REMERCIEMENTS DE L’AUTEUR

Dès le 17ème et jusqu’à la fin du 19ème siècle, de nombreux et illustres naturalistes et ingénieurs se sont succédés dans l’étude de la géologie des mines et de la région de Bex, chacun profitant des observations, des hypothèses, des succès... et des erreurs de son prédécesseur. Nous sommes leurs héritiers et il convient en préambule de leur rendre hommage en rappelant leurs noms: I. G. de Rovéréaz, B. de Beust, A. de Haller, W. de Rovéréaz, F. S. Wild, H. Struve, J. de Charpentier, H. Schardt.

Ensuite, dès 1914 et jusqu’à son décès en 1953, Maurice Lugeon fut régulièrement consulté par la direction des mines; il a donné en 1940 la première synthèse moderne de la géologie locale.

De 1955 à 1990, soit pendant 35 années, Héli Badoux a consacré beaucoup de son temps à la géologie des mines de Bex, accumulant ainsi une masse énorme d’observations qui sont détaillées dans de très nombreux rapports inédits et qui ont été synthétisées, à intervalles réguliers, dans les publications de 1966, 1981, 1991 et dans une présentation vulgarisée en 1982.

Bien conscient qu’il ne serait pas facile d’être digne de mes prédécesseurs, j’ai repris en 1991 la surveillance géologique de la mine et je présente ici les résultats des travaux récents afin de respecter une tradition inaugurée par H. Badoux.

C’est avec reconnaissance que je souhaite dédier ces pages à la mémoire de mon maître Héli Badoux (1911-2001) et à celle de l’ancien sous-directeur de la mine Lucien Fournier (1926-2002).

Pour la confiance qu’elle n’a pas cessé de me témoigner et pour l’autorisation de publier ce travail, je remercie chaleureusement la direction de la Saline de Bex S.A. (anciennement Société des Mines et Salines de Bex), ainsi que tous les mineurs grâce auxquels j’ai toujours eu les meilleures conditions de travail dans le milieu souterrain. Mes remerciements s’adressent aussi à Michèle Caron et à Christian Meister qui ont déterminé les fossiles, ainsi qu’à Marcel Burri, Jacques-H. Gabus, Henri Masson et Raymond Plancherel qui ont bien voulu relire et critiquer une première version de ce travail.

TABLE DES MATIERES

Vorwort der Schweizerischen Geotechnischen Kommission	III	2.2 Données statistiques	7
Avant-propos – Remerciements de l’auteur	IV	2.2.1 Productions annuelles	7
Table des matières	V	2.2.2 Longueur des galeries	10
Liste des tableaux et des figures	VI	2.3 Sondage(s?) de Fontanaz-Seulaz	10
Résumé – Zusammenfassung	VII	2.4 Remarque générale sur les sondages et sur l’interprétation de la structure	10
1 Introduction (par Lukas Hauber)	1	2.5 Le secteur du Radium	10
1.1 Introduction	1	2.6 La Galerie de l’Espace	18
1.2 Généralités	1	2.7 Les sondages de la Salle de l’Espace	19
1.3 Caractérisation lithologique	1	2.8 Les relations entre la Nappe de Bex et la Zone Submédiane	27
Tertiaire – Jurassique	1	2.7 Avenir de la production de sel dans le secteur de l’Espace	29
Trias	1	2.8 Bibliographie	31
1.4 Tectonique de la région des Mines et Salines de Bex	3	3 Publications précédentes sur les Mines de Bex	33
1.5 Histoire des Mines et Salines de Bex	4	A BADOUX, H. (1966): Description géologique des Mines et Salines de Bex et de leurs environs. Matériaux pour la géologie de la Suisse, sér. géotechnique, 41, 1-56.	
Période avant 1685	4	B BADOUX, H. (1981): Géologie des Mines de Bex. Données 1966-1980. Matériaux pour la géologie de la Suisse, sér. géotechnique, 60, 1-39.	
Période 1685 – 1798	4	C BADOUX, H. (1982): Mines de sel de Bex. Aperçu géologique et minier. Aminsel Bex et Bull. Géol. Lausanne, 265, 1-24.	
Période 1803 – 1867	4	D BADOUX, H. (1991): Géologie des Mines de Bex. Données 1981-1990. Matériaux pour la géologie de la Suisse, Bulletin, 88, 1-12.	
Période 1867 – 1917	4		
Période 1917 – 1970	5		
Période à partir de 1970	5		
1.6 Production des salines de Bex	5		
1.7 Musée des Mines de Sel de Bex	5		
2 Données 1991 – 2004 (par Marc Weidmann)	7		
2.1 Introduction	7		

LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES

Liste des tableaux

Tableau 2.1:	Chiffres de production des mines de sel de Bex dans la période 1991-2004.	7
Tableau 2.2:	Nom des galeries et les abréviations correspondantes.	9
Tableau 2.3:	Salles de forage et leurs coordonnées ainsi que les sondages effectués depuis les salles de forage.	9
Tableau 2.4:	Liste des foreuses employées dans les mines de sel de Bex, leur mise en service et les distances forées.	10
Tableau 2.5:	Extension du gisement de sel en profondeur à partir des sondages partant de la Salle de l'Espace.	29

Liste des figures

Figure 1.1:	La carte montre les galeries principales des mines de Bex dans le secteur des deux Gryonnes et de l'Avançon au nord de Bex.	2
Figure 1.2:	Coupe schématique de l'étage du Bouillet.	3
Figure 1.3:	Chiffres de production des Mines de sel de Bex.	5
Figure 2.1:	Plan schématique de la partie NE de l'étage du Bouillet, cotes +600-626 m, et tracé des coupes a à j.	8

Figure 2.2:	Plan du secteur du Radium et situation des sondages Ra, ainsi que de la plupart des anciens sondages.	11
Figure 2.3:	Profils des huit derniers sondages Ra 1992-1995.	13
Figure 2.4:	Coupe a, longitudinale W-E, dans l'axe des galeries du Bouillet - de Haller - de la Paix 1945.	14
Figure 2.5:	Coupe b, transversale NW-SE, passant par la Salle à Gradins.	15
Figure 2.6:	Coupe c, transversale NW-SE, passant par la Salle du Radium.	16
Figure 2.7:	Coupe d, transversale NW-SE, passant par la Salle César Oyex.	17
Figure 2.8:	Coupe e, transversale NW-SE.	18
Figure 2.9:	Plan du secteur de l'Espace, situation des sondages Es et géologie de la Galerie de l'Espace.	20
Figure 2.10:	Profils des 12 premiers sondages Es de la Salle de l'Espace 1998-2004.	21
Figure 2.11:	Coupe f, transversale W-E.	22
Figure 2.12:	Coupe g, transversale W-E, passant par la Salle de l'Espace.	23
Figure 2.13:	Coupe h, transversale SW-NE, passant par la Salle de l'Espace.	24
Figure 2.14:	Coupe i, transversale SW-NE, passant par la Salle de l'Espace.	25
Figure 2.15:	Coupe j, longitudinale N-S, passant par la Salle de l'Espace et le Puits E. Chevalley.	26
Figure 2.16:	Carte tectonique de la région des Mines de Bex.	28

RESUME – ZUSAMMENFASSUNG

Le présent rapport fait suite aux trois publications de H. BADOUX (1966, 1981, 1991) qui exposent les phases successives de l'exploration du domaine minier. On détaille tout d'abord la suite et la fin des sondages forés depuis la Salle du Radium, dont les résultats précisent et modifient partiellement l'interprétation de Badoux. La nouvelle Galerie de l'Espace est décrite, de même que les douze premiers sondages forés depuis la Salle de l'Espace, sondages qui explorent un secteur encore inconnu. Ils montrent que le Trias salifère se prolonge comme prévu vers le N, mais à une cote de plus en plus basse. Les réserves de sel prouvées sont ainsi notablement augmentées. D'un point de vue structural, les relations entre la Nappe de Bex et la Zone Submédiane sont passablement modifiées à la suite des nouveaux sondages et surtout de l'analyse proposée par GRAF (1994) d'après la géologie de surface.

Der vorliegende Bericht zur Salzmine von Bex setzt die Serie der Publikationen von H. BADOUX (1966, 1981, 1991) fort, welche die verschiedenen Explorationsphasen der Mine beschreiben. Im Detail beschrieben werden die Fortsetzung und der Abschluss der Bohrungen in der «Salle du Radium». Diese Resultate präzisieren und modifizieren die damaligen Interpretationen von Badoux. Der neue Stollen «Galerie de l'Espace» sowie die ersten zwölf Bohrungen in der «Salle de l'Espace», welche einen bisher noch unbekannten Sektor erkunden, werden ebenfalls beschrieben. Die Bohrungen zeigen, dass sich die salzhaltige Trias wie prognostiziert gegen Norden erstreckt und in grössere Tiefen abtaucht. Die gesicherten Salzreserven werden dadurch signifikant erhöht. Basierend auf den neuen Bohrungen sowie auf Geländebeobachtungen von GRAF (1994) werden die strukturellen Beziehungen zwischen der Decke von Bex und der «Zone Submédiane» neu interpretiert.

1 INTRODUCTION

rédigée par Lukas Hauber et parue dans le livre
«Die mineralischen Rohstoffe der Schweiz» (KÜNDIG et al., 1997)
Traduction et rédaction de Roger Rütli (Commission Géotechnique Suisse SGTK)

1.1 Introduction

Ce premier chapitre est consacré à un résumé de la stratigraphie des mines et un historique des Mines et Salines de Bex. Ainsi les nouvelles données de Marc Weidmann dans le deuxième chapitre peuvent être situées dans un cadre plus général. Cette introduction résume brièvement les travaux de BADOUX (1966, 1981, 1982, 1991), publications incluses dans le CD de la présente contribution.

1.2 Généralités

La «Montagne salifère» (c'est ainsi que les anciens ont appelé la région des mines) appartient d'un point de vue géologique à la «Zone des Cols» (Zone Submédiane), qui regroupe les roches de l'Ultraschiste supérieur entre les Préalpes au nord-ouest et le front des nappes helvétiques au sud-est. L'Ultraschiste supérieur correspond ici au complexe des unités tectoniques en forme de lentilles ou d'écaillés que l'on peut suivre sur des centaines de mètres ou des kilomètres et qui sont appelés des «diverticules» selon LUGEON (1934). Elles comprennent des roches de type Flysch et des paquets de roches calcaires formant un ensemble avec les évaporites du Trias. A cause de l'altération facile des roches, les affleurements sont rares dans la région. Souvent la moraine, des glissements de terrains et d'autres dépôts quaternaires masquent les roches et gênent ainsi l'observation directe. Ce sont donc les travaux souterrains qui offrent le gros des observations géologiques. Les observations suivantes sont essentiellement basées sur les données des forages (au total plus de 48 km) et des galeries (au total 13,2 km), documentées en détail dans les travaux de BADOUX (1966, 1981, 1982), BADOUX et al. (1991). La figure 1.1 montre l'extension des mines de Bex dans les vallées des deux Gryonnes et de l'Avançon, quelques kilomètres au nord de Bex. Actuellement, l'exploitation du sel se limite à l'étage du Bouillet (environ à 590 - 630 m en dessus du niveau de la mer). Pour plus de détails sur la géologie régionale, consulter la carte géologique 1:25 000 «Les Diablerets» ainsi que la notice explicative de BADOUX et al. (1990-1991).

1.3 Caractérisation lithologique

Basées sur les observations en galerie, la description des roches commence par les dépôts les plus récents (fig. 1.2):

Tertiaire – Jurassique

Les Flysch sont constitués d'une alternance de schistes argileux sombres et de grès micacés fins, toujours fortement déformés, qui ont été datés de l'*Eocène* par les foraminifères. Les Flysch appartiennent probablement à trois unités géologiques différentes et montrent des épaisseurs très variables.

Suivent des schistes argileux noirs, micacés et pyriteux, qui ont été datés de l'*Aalénien* par les ammonites (*Leioceras opalinum*). Ces schistes peuvent devenir sporadiquement plus gréseux. Leur épaisseur est de l'ordre de 50 à 100 m. Le *Lias* se subdivise en deux formations: le Lias schisteux supérieur d'âge Domérien à Toarcien et le Lias calcaire inférieur qui va du Rhétien au Carixien. Ces calcaires et marnes, riches en ammonites, sont appelés «Lias des Mines» (Rhétien - Toarcien). Le Lias s'observe dans toute la région en position renversée ou très redressée. Cette disposition est importante, car elle prouve que le contact Lias - Trias est un plan de chevauchement. L'épaisseur du Lias des Mines peut atteindre 200 à 250 m.

Toutes ces roches sombres sont riches en matière organique et fournissent de larges quantités de méthane (CH₄). En cas d'aération insuffisante des galeries, il y a donc un risque élevé d'explosion (coup de grisou).

Trias

Les séries du Trias occupent la plus grande partie de la région des mines de Bex. C'est à cet étage qu'appartient la roche salifère. Parmi les formations variées que l'on observe dominent les évaporites:

- anhydrite rubanée*; alternance de couches centimétriques claires d'anhydrite avec des couches d'anhydrite sombre plus argileuse, silteuse ou dolomitique.
- anhydrite bréchique*; fragments anguleux (cm à dm) d'anhydrite sombre, de dolomie et d'argiles plus ou moins gréseuses dans une pâte d'anhydrite grise.
- brèche salifère* (ou *roc salé* selon l'ancienne dénomination des mineurs); cette roche constitue le minerai de sel de Bex. Il s'agit d'une brèche similaire à l'anhydrite bréchique, ayant comme ciment du sel gemme clair (NaCl) à la place de l'anhydrite. Le sel représente 21 à 25 % du volume de la roche. Ces roches sont visibles dans les

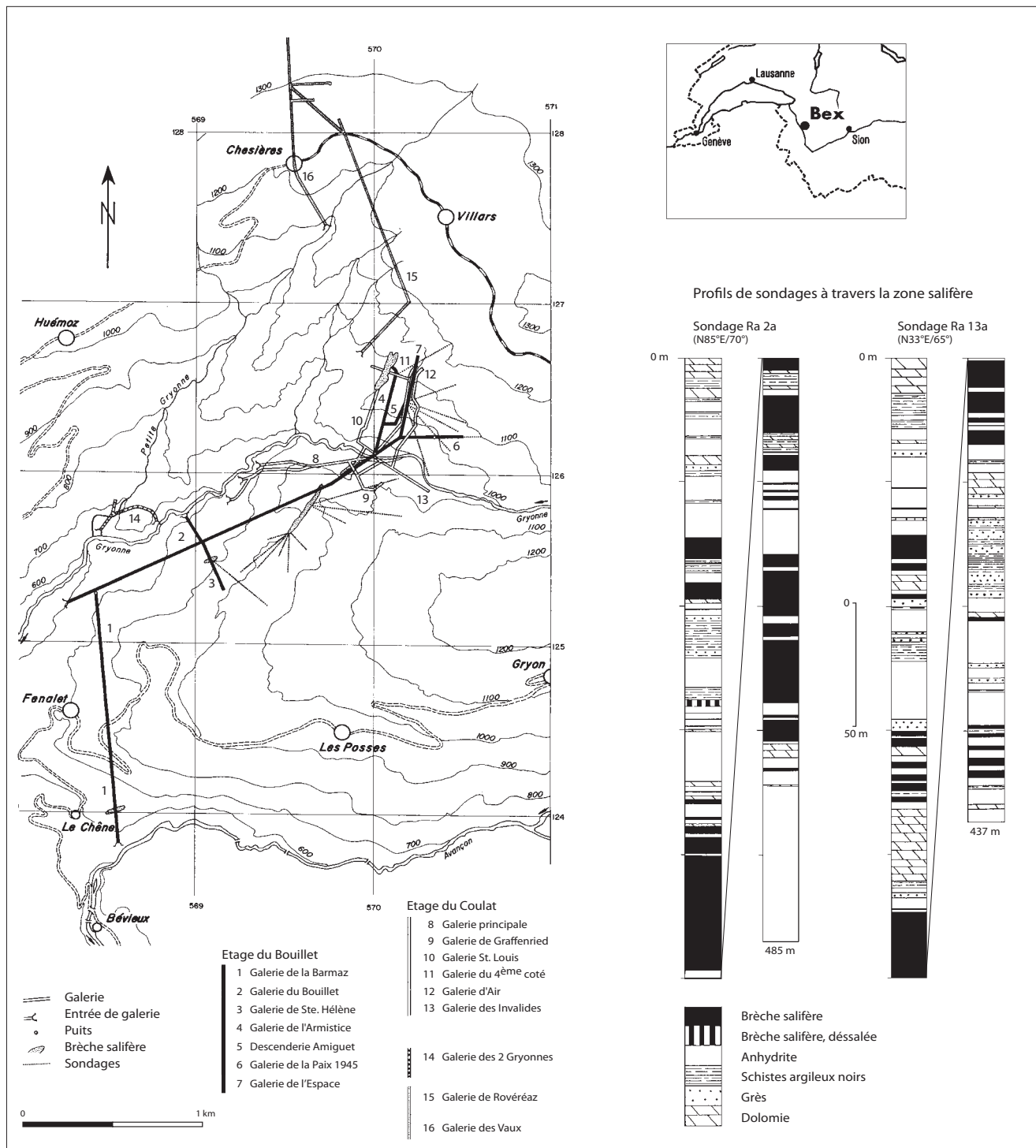


Figure 1.1: La carte montre les galeries principales des mines de Bex dans le secteur des deux Gryonnes et de l'Avançon au nord de Bex (BADOUX 1966); les galeries sont encore partiellement en service. Les deux profils de forage montrent la structure typique des gisements de sel dans les «évacuaires inférieures». Les deux forages ont été effectués dans la «Salle du Radium». L'azimut du forage Ra13a est approximativement parallèle aux couches dans ce secteur. Le pendage des couches par rapport à la verticale est assez variable, en moyenne entre 40 et 70°.

galeries. Une couche ou une accumulation de sel gemme pur n'a pas été observée à Bex.

d) *gypse à gros grains*; le gypse s'est formé après la dissolution du sel, soit naturellement, soit à cause de l'exploitation. Les cavités de dissolution ont été colmatées par des cristaux grossiers de gypse, conservant ainsi la stabilité de la roche.

De nombreuses lentilles de dolomie ainsi que des pélites vertes ou des schistes noirs sont observés dans les évaporites. Ils sont associés à des grès verts ou noirs du type «Schilfsandstein». La taille des lentilles va du mètre au décamètre. Les schistes et grès ont fourni des macro- et microfossiles qui permettent une attribution de ces schistes à l'étage du Keuper. C'est probablement aussi l'âge des évaporites et par conséquent celui du minerai de sel de Bex. Tout comme les autres formations, le Trias a passé par une période de déformation intense qui se manifeste par des plissements serrés, des cisaillements et de la fracturation. Plusieurs générations de cristaux d'anhydrite témoignent d'une histoire complexe avec plusieurs cycles de dissolution et de recristallisation. BADOUX (1981) présente deux hypothèses pour expliquer la genèse de la «Brèche salifère». La première hypothèse part d'une sédimentation avec une alternance irrégulière de gypse fin (ou d'anhydrite), sel, dolomie, pélite (argilite) et de sable fin. A cause de sa plasticité élevée, cette série de roche était facilement déformable et a été remobilisée lors de la mise en place des nappes préalpines. La cataclase et le transport ont eu lieu dans un milieu sec. Dans la seconde hypothèse, l'eau nécessaire à la genèse de la sole saturée est générée par la deshydratation du gypse. Sous la pression d'une couverture tectonique importante, la sole fonctionne alors comme liquide lors de la fracturation hydraulique («hydraulic fracturing», MASSON, 1972), bréchifiant la roche et facilitant ainsi la mobilisation et le transport. Le sel cristallise alors de nouveau en formant le ciment de la brèche, mais aussi de fines veinules de sel gemme que l'on observe souvent en inclusion dans les évaporites (dénommé «sel de transport» dans les anciennes publications).

de Bex

La structure dominante dans la région des mines de Bex est une synforme constituée par le flanc renversé du «Lias des Mines». Son axe de pli plonge fortement vers le nord-est (voir la feuille «Les Diablerets» de BADOUX et al., 1990-1991). Cette structure est remplie par un complexe d'évaporites, mélangé à du Flysch et des schistes noirs de l'Aalénien, formant les «évaporites supérieures» (BADOUX, 1982) qui ont été exploitées par différentes installations (galerie de Vaux, galerie de Rovéréaz, mine Entre-deux-Gryonnes). Les résultats étant modestes, l'exploitation de ce secteur a été abandonnée depuis longtemps. Les «évaporites inférieures», contenant également des inclusions de roches diverses, occupent l'espace en dessous de la synforme du Lias et aussi des régions plus à l'est, située à l'est d'Arveves. En partant de différentes chambres dans les secteurs de l'étage du Bouillet (cote 600 à 630 m en dessus du niveau de la mer), différents sondages d'orientation et de pendages variés ont exploré les «évaporites inférieures» jusqu'à 167 m sous le niveau de la mer. Dans ces niveaux, de nombreuses brèches salifères ont été repérées et celles-ci ont été intégrées immédiatement dans l'exploitation par la méthode de dissolution. Dans la prolongation de ce secteur vers le nord se trouvent les réserves futures de la mine, encore non étudiées en détail. Une grille dense de sondages montre un développement lenticulaire de la masse principale des brèches salifères avec des dimensions d'une dizaine, plus rarement d'une centaine de mètres. Généralement aucune connection hydraulique n'existe entre ces lentilles, car elles sont enveloppées par de l'anhydrite imperméable. En cas de manoeuvres inappropriées, de telles connections pourraient se créer par dissolution en place, ce qui contrarierait la continuation de l'exploitation future de manière considérable.

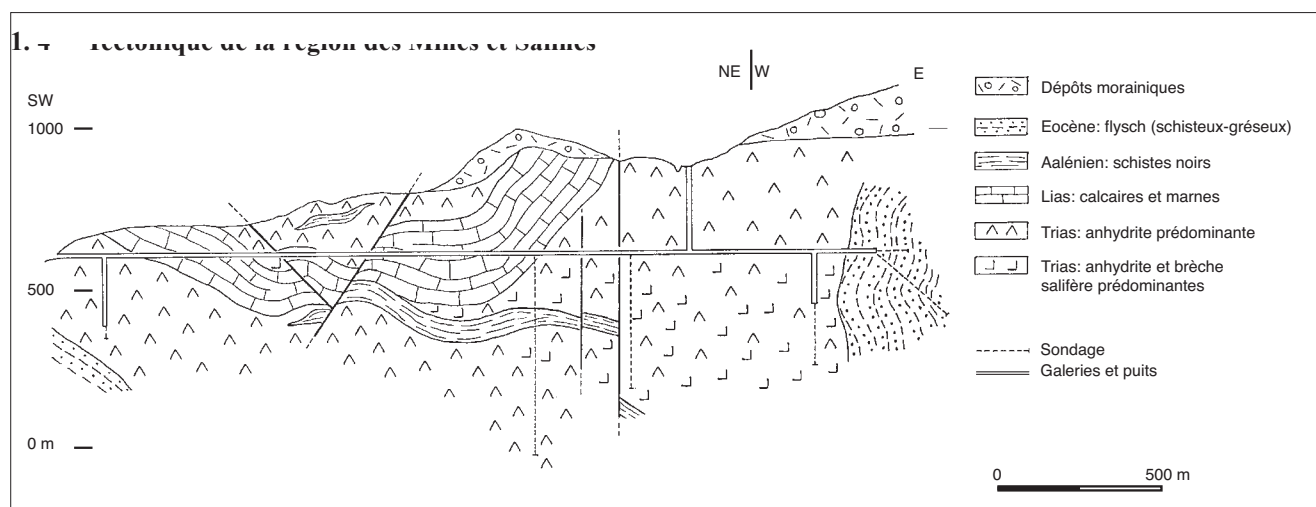


Figure 1.2: Coupe schématique de l'étage du Bouillet (modifié d'après BADOUX, 1982).

1.5 Histoire des Mines et Salines de Bex

Les mines et salines de Bex fonctionnent depuis plus de 400 ans. L'évolution de leur exploitation a été décrite à de nombreuses reprises. Il faut spécialement mentionner le travail de BADOUX (1966). Cette histoire se laisse diviser grossièrement en 6 périodes d'exploitation qui sont décrites brièvement ci-dessous (les localités mentionnées sont visibles dans la figure 1.1):

Période avant 1685

Les sources faiblement salées de Panex en dessus d'Ollon (30 à 50 g/l) et du Fondement en dessous de Villars sont connues très probablement depuis les temps préhistoriques, mais jusqu'à présent aucune trace d'une exploitation antique n'a été retrouvée. Des animaux, en particulier des chèvres, s'y abreuvaient. Il est sûr que les Bernois, qui occupaient le territoire vaudois depuis 1475, connaissaient les sources salées et se les approprièrent. Au début, «Leurs Excellences de Berne» se contentèrent d'accorder le droit de captage des sources et de la production du sel. En 1486, les Bernois introduisirent des taxes sur la production de sel (régale du sel). Les galeries de captage des sources, de 1,6 m de haut et 0,6 m de large, furent creusées à l'aide de marteaux et burins. L'avancement des galeries fut de 3 à 5 m par mois. Par des conduites en mélèze, l'eau salée était conduite vers les salines de Panex (construites en 1554), les salines de Roche (construites en 1580), les salines d'Aigle (construites en 1680) et celles du Bévieux près de Bex (construites en 1680). De larges chaudières permettaient d'accélérer l'évaporation. La cristallisation du sel commençait dès que la concentration du sel dans l'eau atteignait 300 g/l. La consommation de bois fut énorme et la production du sel insuffisante, raison pour laquelle «Leurs Excellences de Berne» rachetèrent les concessions ainsi que les installations en 1685. Ainsi commença la deuxième période de l'exploitation, cette fois par le gouvernement bernois.

Période 1685 – 1798

Période des «abaissements». Comme la teneur en sel et la production de la source du Fondement diminuaient continuellement, on décida de capter la source plus bas. Ainsi commença la période des «abaissements». Dans l'hypothèse que les eaux salées confluent depuis les grès, schistes et dolomies qui étaient enfermés verticalement sous forme cylindrique dans l'anhydrite imperméable, on essaya par des captages toujours plus profonds de récupérer l'eau qui était située entre l'ancien captage et le nouveau. En 1686 commença le premier abaissement de grande envergure par un puits allant jusqu'à 105 mètres en dessous du niveau atteint à l'époque. Le 4 mars 1690, une explosion de grisou fit pour la première fois deux victimes. Jusqu'au début du 19^{ème} siècle, plusieurs abaissements successifs par différents puits et galeries se succédèrent. Sous la direction de F. S. Wild (1786-1802), des galeries d'exploration furent creusées en direction du Chamossaire

(2.5 km au nord de Villars) où Wild soupçonnait le dépôt de sel à l'origine des sources salées. Afin d'économiser du bois de chauffage, des installations de graduation furent construites à partir du milieu du 18^{ème} siècle. L'eau salée était amenée sur de grands échaffaudages (4 à 6 m de haut, 2 à 3 m de large et jusqu'à 400 m de long) sur lesquels des balles de paille ou des branches de sapin étaient montées. L'eau coulait sur ces installations et était récoltée dans de larges bassins. Grâce à la grande surface d'évaporation, la concentration de sel était augmentée, ceci avec une dépense d'énergie moindre. Les chaudières furent également remplacées par des poêles en tôle d'acier rivetée d'une surface de 4 sur 10 m et d'une hauteur de 0,4 m. Un exemple d'un tel dispositif peut être vu dans le musée des salines de Salins en Franche-Comté. En 1797, les salines de Panex, Aigle et Roche furent abandonnées à cause des distances au gisement trop élevées et furent remplacées en 1798 par les salines du Dévens avec un bâtiment de graduation.

Période 1803 – 1867

C'est dans cette période que se situe la phase d'exploration et d'exploitation directe de la roche salifère par le canton de Vaud. Le travail le plus important des travaux d'exploration sous la direction de F.S. Wild fut la «Galerie des Vaux» où en 1814 furent trouvées des roches légèrement salées. C'est aussi l'endroit des premières tentatives de dissolution du sel en place. En 1813, Jean de Charpentier reprit la direction des salines et continua les travaux d'exploration. En 1820/21, les grands massifs salifères du «Bouillet» et du «Coulat» furent découverts (teneur en sel moyenne de 30%). Pour l'exploitation des roches salifères, des chambres de dissolution furent creusées dans l'anhydrite voisine. Ces halles furent remplies avec des blocs de roche salifère qui par la suite furent noyées sous l'eau. L'eau saline était extraite du fond du bassin jusqu'à dissolution complète du sel contenu dans les blocs. Ensuite les bassins étaient vidés et chargés avec de nouveaux blocs. Cette nouvelle méthode de production de sel amena une production plus élevée, mais aussi une charge de travail accrue. Comme la concurrence par le sel étranger était trop grande, le Grand Conseil du canton de Vaud décida de fermer les mines en 1865.

Période 1867 – 1917

A cause de la grande misère parmi la population après la fermeture des mines, quelques citoyens de Bex tentèrent de fonder une société des «Mines et Salines de Bex». C'est seulement après de longues négociations que la société obtint en 1866 une concession pour 50 ans. Des tentatives de dissolution en place, qui consistèrent dans l'immersion des vieilles installations dans la «Galerie des Vaux» et dans les salles des étages du «Coulat» et du «Bouillet», furent couronnées de succès. Par la suite, diverses galeries et puits furent construits pour augmenter au maximum la surface de contact entre l'eau et la roche salifère. Les salines de 1867 travaillaient avec trois chaudières ouvertes pour la

production de sel grossier et avec deux chaudières fermées du type «Piccard» avec une installation d'évacuation du sel fin. En 1917, la société abandonna deux chaudières ouvertes et commanda une chaudière supplémentaire du type «Piccard». A la demande des «Vereinigte Schweizerische Rheinsalinen» à Bâle, de l'eau saline fut livrée à la fabrique chimique de Ciba-Geigy SA à Monthey (VS). En compensation, les salines du Rhin fournirent du sel à la partie nord du canton de Vaud par crainte que les réserves de Bex s'épuisent trop rapidement. La situation financière de la société s'améliora et le canton de Vaud acquit graduellement le 51 % du capital-actions.

Période 1917 – 1970

Prospection et dissolution par sondages. Après l'expiration de la concession en 1917, la «Société Vaudoise des Mines et Salines de Bex» fut fondée. Afin d'accélérer la prospection, des sondages furent entrepris à partir de 1924. Par la suite, le sel fut produit à partir des eaux salines sortant des trous de sondage. C'est seulement à partir de 1960 que s'effectua la dissolution par injection d'eau douce. Dans les secteurs salifères, l'eau est injectée dans la roche par un tube d'acier perforé puis prélevée à la fin du sondage sous forme d'eau saline saturée.

Période à partir de 1970

Continuation de l'exploitation par sondages. Un nouvel accord avec le canton de Vaud dura jusqu'à la fin de 1999 et un accord avec les «Vereinigte Schweizerische Rheinsalinen» règle l'approvisionnement en sel de cuisine du canton de Vaud. Le nom de la société a changé en 2003, elle figure actuellement sous le nom de «Saline de Bex

S.A.». La livraison de saumure à l'usine Syngenta (= ex-Ciba-Geigy SA) de Monthey a cessé depuis janvier 2005, d'où une adaptation à la baisse de la production. Désormais, la plus grande partie du sel extrait est vendue pour le déneigement des routes vaudoises.

1.6 Production des salines de Bex

La dissolution en place de la roche salifère nécessite des informations géologiques précises, le creusement de galeries et la construction de chambres de sondage. Ces travaux demandent beaucoup de temps et se poursuivent de ce fait pratiquement sans interruption. Avec des carottiers à câble la performance de forage a pu être augmentée à 8 à 12 m en 8 heures, en comparaison avec les 3 m par jour réalisés jusqu'alors. En 1987, après de nombreuses modifications à la chaudière Escher-Wyss de 1958, on atteignit une production annuelle de 23'000 tonnes. Après 30 ans de service, cette dernière a été remplacée par une nouvelle chaudière Escher-Wyss, avec une production annuelle de 25'000 tonnes. L'effet de ces modernisations se lit directement dans les chiffres de production de la figure 1.3. Dans les années 1972-1975 la production maximale était de plus de 50'000 tonnes par année, au début des années quatre-vingts, la production annuelle oscillait entre 30'000 et 40'000 tonnes.

1.7 Musée des Mines de Sel de Bex

L'approvisionnement de sel en Suisse et particulièrement l'exploitation du sel à Bex a toujours attiré l'attention du public. C'est la raison pour laquelle une partie de l'étage

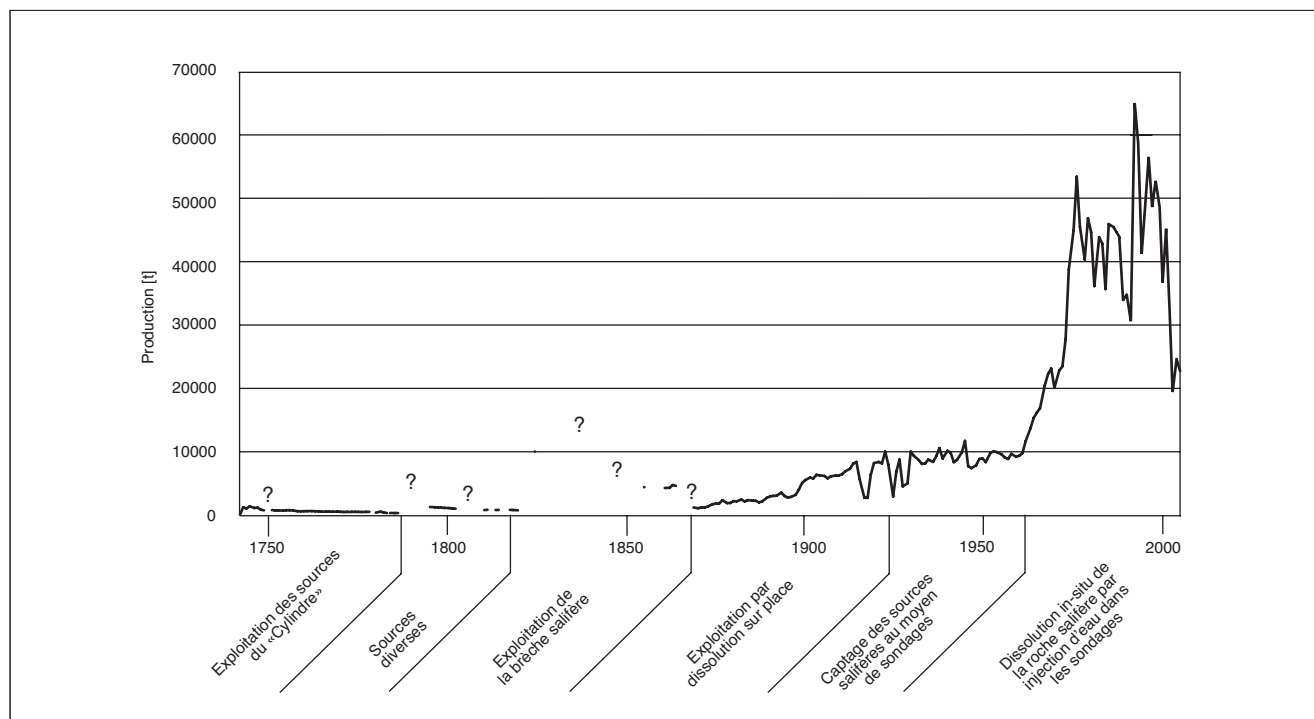


Figure 1.3: Chiffres de production des Mines de sel de Bex

du «Bouillet» a été aménagée pour accueillir le public. En 1980 déjà, la mine attirait environ 10'000 visiteurs. Pour tenir compte de cet intérêt croissant, des agrandissements du musée ainsi que des améliorations ont été entrepris, notamment une présentation audiovisuelle, une exposition d'anciens outils miniers et un restaurant dans la «Salle des

Fêtes». Aujourd'hui les visiteurs sont transportés au moyen de l'ancien chemin de fer minier selon un horaire fixe, rendant possible la visite de plus de 50'000 visiteurs par année, ceci depuis 1986. Actuellement, le nombre annuel des visiteurs de la mine s'élève à plus de 70'000 personnes par année (renseignements auprès de: www.mines.ch).

2 DONNEES 1991 – 2004

par Marc Weidmann

2.1 Introduction

On se reportera aux publications de BADOUX (1966, 1981, 1991), BADOUX et al. (1990) et BADOUX & GABUS (1991) pour une présentation des unités préalpines ultrahelvétiques dans la région de Bex, des traits principaux de la géologie de la mine et des techniques mises en oeuvre pour l'extraction du sel. En outre, plusieurs notes inédites concernant l'Ultrahelvétique ont été rédigées par H. Badoux après 1990. L'une d'elles (BADOUX, sans date) montre que son intérêt pour la géologie des mines est toujours demeuré aussi vif après sa dernière publication sur le sujet. On y trouvera une ultime mise au point sur la structure de la région.

La monographie de la CEDRA (1993) contient de précieuses informations sur le Trias de la Zone Submédiane dans la région Ollon-Antagnes: pétrographie du gypse et de l'anhydrite, des «roches d'accompagnement» et des «roches étrangères» qui y sont incluses, métamorphisme, déformation, hydrogéologie, structure régionale. Ce Trias est en tous points semblable au Trias salifère des mines de Bex ou à celui du Montet qui sont tous deux attribués à la Nappe de Bex par Badoux (passim).

GRAF (1994) a présenté une étude très détaillée de la géologie de surface dans le secteur qui nous intéresse et a proposé des vues nouvelles sur les relations entre la Zone Submédiane et les nappes (ou diverticules) ultrahelvétiques et sur leur structure interne. L'interprétation de Graf, qui diffère de celle de Badoux sur plusieurs points, a été reprise par STECK et al. (1999) sur la carte de synthèse au 1:100'000 et sur la figure 2.16.

La figure 2.1 situe les ouvrages anciens et récents de l'étage du Bouillet, seul concerné par le présent travail. La nomenclature des galeries, des salles de forage et des sondages est rappelée dans les tableaux 2.2 et 2.3.

Avant d'aborder l'exposé des travaux récents, il convient de présenter quelques données statistiques et de compléter sur un point l'historique des travaux d'exploration publié par BADOUX (1966).

2.2 Données statistiques

2.2.1 Productions annuelles

De 1770 à 2004, la production totale des Mines et Salines de Bex a été de 2'370'684 tonnes environ. Les données concernant la période antérieure sont lacunaires et imprécises.

2.2.2. Longueur des galeries

Tableau 2.1: Chiffres de production des mines de sel de Bex de 1991-2004

Année	Tonnes
1991	65'236
1992	58'872
1993	41'134
1994	48'734
1995	56'865
1996	48'813
1997	52'760
1998	48'450
1999	36'500
2000	45'070
2001	32'170
2002	19'597
2003	24'567
2004	22'820

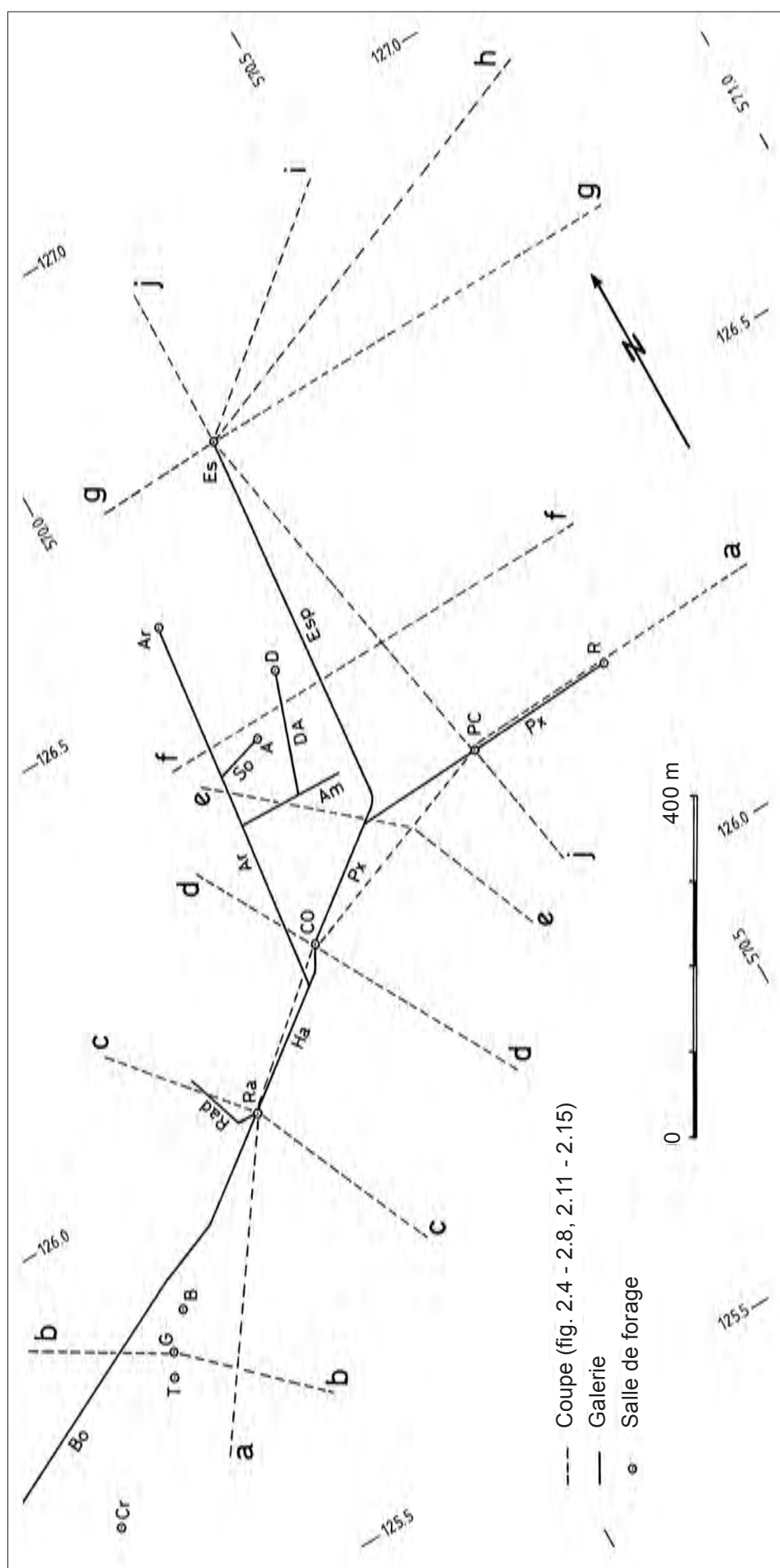


Figure 2.1: Plan schématique de la partie NE de l'étage du Bouillet, cotes +600-626 m, et tracé des coupes a à j. Légende des abréviations: voir tableaux 1.1 et 1.2.

Tableau 2.2: Nom des galeries et abréviations correspondantes

Nom de la galerie et son abréviation	
<i>Am</i>	<i>Galerie Amiguet</i>
<i>Ar</i>	<i>Galerie de l'Armistice 1918</i>
<i>Bo</i>	<i>Galerie principale du Bouillet</i>
<i>DA</i>	<i>Descenderie Amiguet</i>
<i>Esp</i>	<i>Galerie de l'Espace</i>
<i>Ha</i>	<i>Galerie Albert de Haller</i>
<i>Px</i>	<i>Galerie de la Paix 1945</i>
<i>Rad</i>	<i>Galerie du Radium</i>
<i>So</i>	<i>Galeries des Sources</i>

Tableau 2.3: Salles de forage et leurs coordonnées ainsi que les sondages effectuées depuis les salles de forage

Salle de forage		Coordonnées		Altitude	Sondages
<i>Ar</i>	<i>Salle de l'Armistice 1918</i>	<i>570'070</i>	<i>126'559</i>	<i>629</i>	<i>Ar</i>
<i>B</i>	<i>Salle René Burnier</i>	<i>569'676</i>	<i>125'871</i>	<i>617</i>	<i>B</i>
<i>CO</i>	<i>Salle César Oyex</i>	<i>570'042</i>	<i>126'138</i>	<i>616</i>	<i>CO</i>
<i>Cr</i>	<i>Salle des Cristaux</i>	<i>569'475</i>	<i>125'691</i>	<i>600</i>	<i>Cr</i>
<i>D</i>	<i>Salle de la Descenderie Amiguet</i>	<i>570'168</i>	<i>126'447</i>	<i>577</i>	<i>D</i>
<i>EC</i>	<i>Sommet du Puits Emmanuel Chevalley</i>	<i>570'325</i>	<i>126'246</i>	<i>622</i>	<i>EC</i>
<i>Es</i>	<i>Salle de l'Espace</i>	<i>570'255</i>	<i>126'715</i>	<i>626</i>	<i>Es</i>
<i>G</i>	<i>Salle à Gradins</i>	<i>569'641</i>	<i>125'834</i>	<i>606</i>	<i>G</i>
<i>PC</i>	<i>Base du Puits Emmanuel Chevalley</i>	<i>570'325</i>	<i>126'246</i>	<i>472</i>	<i>PC</i>
<i>R</i>	<i>Salle Aimé Ruchet</i>	<i>570'313</i>	<i>126'248</i>	<i>625</i>	<i>R</i>
<i>Ra</i>	<i>Salle du Radium</i>	<i>569'879</i>	<i>126'015</i>	<i>611</i>	<i>Ra</i>
<i>S</i>	<i>Salle des Sources de l'Armistice</i>	<i>570'105</i>	<i>126'387</i>	<i>627</i>	<i>A</i>
<i>T</i>	<i>Salle du Talon</i>	<i>569'618</i>	<i>125'800</i>	<i>600</i>	<i>T</i>

Des chiffres hautement fantaisistes ayant été publiés au sujet du domaine minier de Bex, il convient de les rectifier. En effet, on a prétendu que la longueur des galeries était de «plus de quarante kilomètres» (CLAVEL, 1986:2), de «plus de cinquante kilomètres» (MISEREZ, 1997) ou même de «70 kilomètres» (ANONYME, 1960). De fait, prenant en compte les données de BADOUX (1966) et y ajoutant les longueurs de la nouvelle galerie de l'Espace, des escaliers, ainsi que les profondeurs des puits, on obtient une longueur totale excavée de 13,2 km environ.

Quant aux sondages, la longueur totale forée à fin 2004 est de 47'859 m^l, répartie de la façon suivante:

Tableau 2.4: *Liste des foreuses employées dans les mines de sel de Bex et longueurs forées.*

foreuse	à partir de	m ^l forés
Peyne I	1922	8'183
Peyne II	1932	7'432
Sullivan	1949	9'805
Craelius	1969	15'594
Diamec-Atlas Copco	1998	6'845

Cette phase de l'exploration, fort mal documentée, date des années 1950-1951 et a été mise en oeuvre par la direction d'alors, sans surveillance géologique. Mentionnée brièvement par CHAMOREL (1951:29 et carte de la p. 37), elle n'avait pas été répertoriée par BADOUX (1966), car elle n'a pas laissé de trace sous forme de rapport dans les archives.

Elle avait pour but de reconnaître au moyen de sondages horizontaux la zone encore inconnue située sous Les Posses et Gryon. La foreuse avait été installée au fond de la galerie de Fontanaz-Seulaz, une fenêtre longue de 103 m et orientée N340°E, qui dessert la galerie d'amenée des eaux turbinées à l'usine électrique de Sublin (coord. de l'entrée de la galerie: 570'300/123'860/724).

Quelques indications sommaires glanées dans les procès-verbaux des séances du Conseil d'administration de la Société sont les seuls renseignements que nous possédions sur ces travaux: un premier sondage est resté sur environ 80 m dans l'anhydrite, sans rencontrer de la Brèche salifère. On ignore s'il fut prolongé et s'il y en a eu d'autres, ce que suggèrent toutefois les observations de BARON (1996:107-109) qui mentionne plusieurs trous de sondage rebouchés encore visibles au fond de la galerie. Si vraiment d'autres sondages ont été exécutés, ils n'ont certainement pas mis en évidence de la Brèche salifère, car cette phase de l'exploration est demeurée sans lendemain.

2.4 Remarque générale sur les sondages et sur l'interprétation de la structure

A plusieurs reprises, Badoux a relevé le fait que les sondages ne sont vraisemblablement pas rectilignes au-delà d'une certaine longueur. Toutefois, comme leur déviation tant horizontale que verticale n'est pas mesurée, on doit, faute de mieux, postuler qu'ils sont rectilignes. Ce qui introduit fatalement des incertitudes peut-être importantes dans le dessin des plans et des profils. De plus, et contrairement à ce qui fut le cas pour les anciens sondages, l'azimut des sondages Ra et Es n'a pas été mesuré par un géomètre, mais seulement estimé à la boussole dans la salle de forage, d'où une autre cause d'imprécision.

Les différents termes lithologiques du Trias salifère sont toujours très déformés: microplissement parfois intense, fracturation et écrasement localisés ou généralisés. La mesure de l'intersection entre l'axe de la carotte et le plan des couches montre que le pendage varie énormément et très rapidement, beaucoup plus que ne l'indiquent les données reportées à côté des logs des sondages sur les fig. 2.3 et 2. 10. Les termes pélitiques du Flysch et de l'Aalénien sont également très replissés et souvent broyés, d'où un carottage difficile et une récupération souvent déficiente.

Il est donc quasiment impossible de reconstituer avec une bonne précision l'allure et la taille des plis. Ces derniers, ainsi que la présence et la situation d'éventuelles failles, sont uniquement fondés sur la position et l'altitude des points, bien souvent trop rares, où les sondages permettent de situer le passage d'une formation à une autre.

BADOUX & GABUS (1991:53) estimaient que «...de Bex à la Haute-Gryonne et de Chesières à Gryon,... la tectonique devient complètement délirante et dépourvue de logique géométrique». L'interprétation proposée par GRAF (1994) n'est toutefois pas aussi pessimiste et éclaire d'un jour tout à fait neuf la structure régionale. En ce qui concerne la géologie de la mine, il ne faut tout de même pas oublier que «...toute perforation nouvelle [galerie ou sondage] apporte des renseignements supplémentaires, souvent imprévus et, partant, susceptibles de modifier les conceptions antérieures...» (BADOUX, 1966:8).

Les interprétations proposées ci-dessous ne sont donc certainement pas définitives!

2.5 Le secteur du Radium

Figure 2.2: *Plan du secteur du Radium et situation des sondages Ra, ainsi que de la plupart des anciens sondages. Les sondages sont plus ou moins inclinés et sont projetés sur un plan horizontal à la cote +615 m environ. Le tracé des trois failles A, B et X est approximatif.*

Dans son dernier mémoire de 1991, Badoux avait exposé les raisons de l'exploration de ce secteur et présenté les résultats acquis de 1980 à 1990 grâce aux huit premiers sondages exécutés depuis la Salle du Radium. La suite et la fin de cette phase de l'exploration s'est déroulée de 1992 à 1995: huit autres sondages ont été exécutés, dont la situation est donnée à la fig. 2.2 et les profils à la fig. 2.3. Ils vont reconnaître en profondeur la région sise au N et à l'E de la Salle du Radium, en laissant de côté le S et le SW, afin de ne pas risquer d'établir une connexion hydraulique avec les volumes déjà dessalés du Puits et du réseau de la Tranchée (BADOUX, 1991:9).

Sondage Ra2

A traversé une longueur cumulée de 174 m de brèche salifère. De 150,3 à 161,5 m: dolomie bréchifiée avec un ciment de sel gemme, une lithologie peu courante dans les autres sondages. De 279,0 à 353,55 m: épaisse série monotone de dolomie grise claire, bien litée, avec fréquents lits (mm à cm) de pélite noire ou verte. De 360,0 à 366,6 m: intervalle très mal carotté de dolomie sombre et de schistes argileux broyés = importante faille probable (peut-être la faille A?). Dès 382 m: marne argileuse noire écrasée et feuillets gréseux gris clairs, avec filons de calcite = Aalénien; carottage très difficile et abandon du forage à 385 m environ.

Sondage Ra2a

A traversé une longueur cumulée de 173 m de brèche salifère. De 103,2 à 120,8 m: schistes dolomitiques noirs avec lits de dolarénite gréseuse. De 138 à 142 m: brèche salifère dessalée et venue d'eau salée; cet intervalle est en connexion avec le sondage CO6 qui n'était pas en production, mais avait été abandonné parce que considéré comme bouché; la mise en pression de Ra2a a décolmaté CO6 qui est redevenu productif.

Sondage Ra4

Dès 91,1 m, zone dessalée en connexion avec les sondages Ra2a et CO6, d'où l'abandon du forage.

Sondage Ra12a

A traversé une longueur cumulée de 52 m de brèche salifère. De 296,6 à 306,0 m et de 345,1 à 352,0 m: dolomie beige fracturée avec traces de dissolution et croissance de gros cristaux et d'aiguilles de gypse dans les fractures ouvertes; les faibles pertes de circulation observées témoignent d'une connexion avec un réseau non identifié. Les marnes argileuses et pyriteuses de l'Aalénien (312,75 à 318,4 m) ont livré plusieurs empreintes d'ammonites non déterminables. Le Flysch qui leur fait suite en série apparemment renversée (318,4 à 319,0 m) est fait de schistes argileux noirs broyés contenant des blocs ou boudins de grès fin gris et de microconglomérat polygénique sans microfaune.

Sondage Ra13

A traversé une longueur cumulée de 160 m de brèche salifère.

Sondage Ra13a

A traversé une longueur cumulée de 98 m de brèche salifère.

Sondage Ra15

A traversé une longueur cumulée de 192 m de brèche salifère.

Sondage Ra16

A traversé 55 m de brèche salifère. De 354,2 à 361,6 m: Flysch d'âge Eocène: alternance de schistes noirs avec veines centimétriques d'anhydrite blanche et de grès carbonatés fins-moyens fossilifères (*Discocyclina* sp., Nummulites silicifiées, foraminifères benthiques arénacés, bryozoaires et algues calcaires).

Ces quatre derniers forages Ra13, 13a, 15 et 16 n'ont pas été prolongés à la suite de divers incidents mécaniques.

En ce qui concerne les possibilités d'extraction du sel, les nouveaux sondages du Radium ont confirmé les données acquises dans ce secteur par les anciens sondages Ra présentés et commentés par BADOUX (1991:8), à savoir que les réserves sont considérables et que le sel est toujours présent en profondeur jusqu'à la cote +200 au moins.

L'interprétation du secteur exploré par les nouveaux sondages du Radium reprend et confirme dans ses grandes lignes celle que BADOUX (1991:2-3, fig. 1 et 3) avait proposée, à savoir le découpage de la succession des terrains rencontrés en cinq Zones:

Seuls deux des nouveaux sondages ont dépassé la Zone B: le sondage Ra12A a traversé la Zone C sur 60 m, dès 319 m, sans en atteindre la base; le sondage Ra16 a rencontré

- A Trias salifère
- B Aalénien et Flysch, en position renversée, appartenant certainement à la Nappe d'Arveyes selon GRAF (1994:47)
- C Trias stérile, dépourvu de sel
- D Trias salifère
- E Trias stérile, dépourvu de sel

les Zones C sur 80 m, D sur 25 m et E sur 48 m, confirmant ainsi le bien-fondé du découpage.

Au S de la galerie du Bouillet - de Haller, la structure du secteur du Radium est dessinée par les isobathes de la surface supérieure de la Zone B (BADOUX, 1991:fig. 3 et

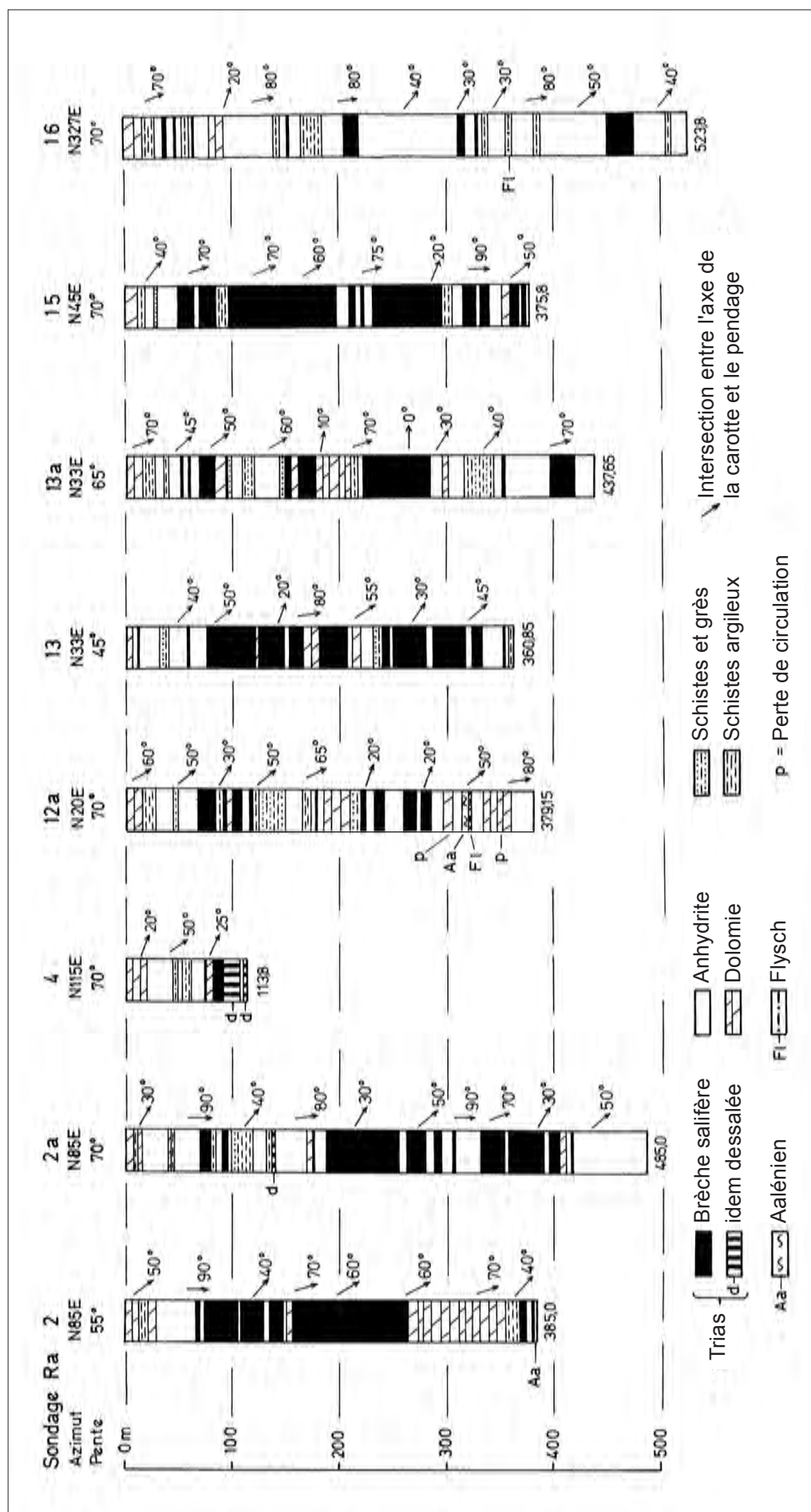


Figure 2.3: Profils des huit derniers sondages Ra (1992-1995), dont la situation est donnée sur la fig. 2.2. Voir les profils des sondages précédents dans Badoux (1991;fig. 2).

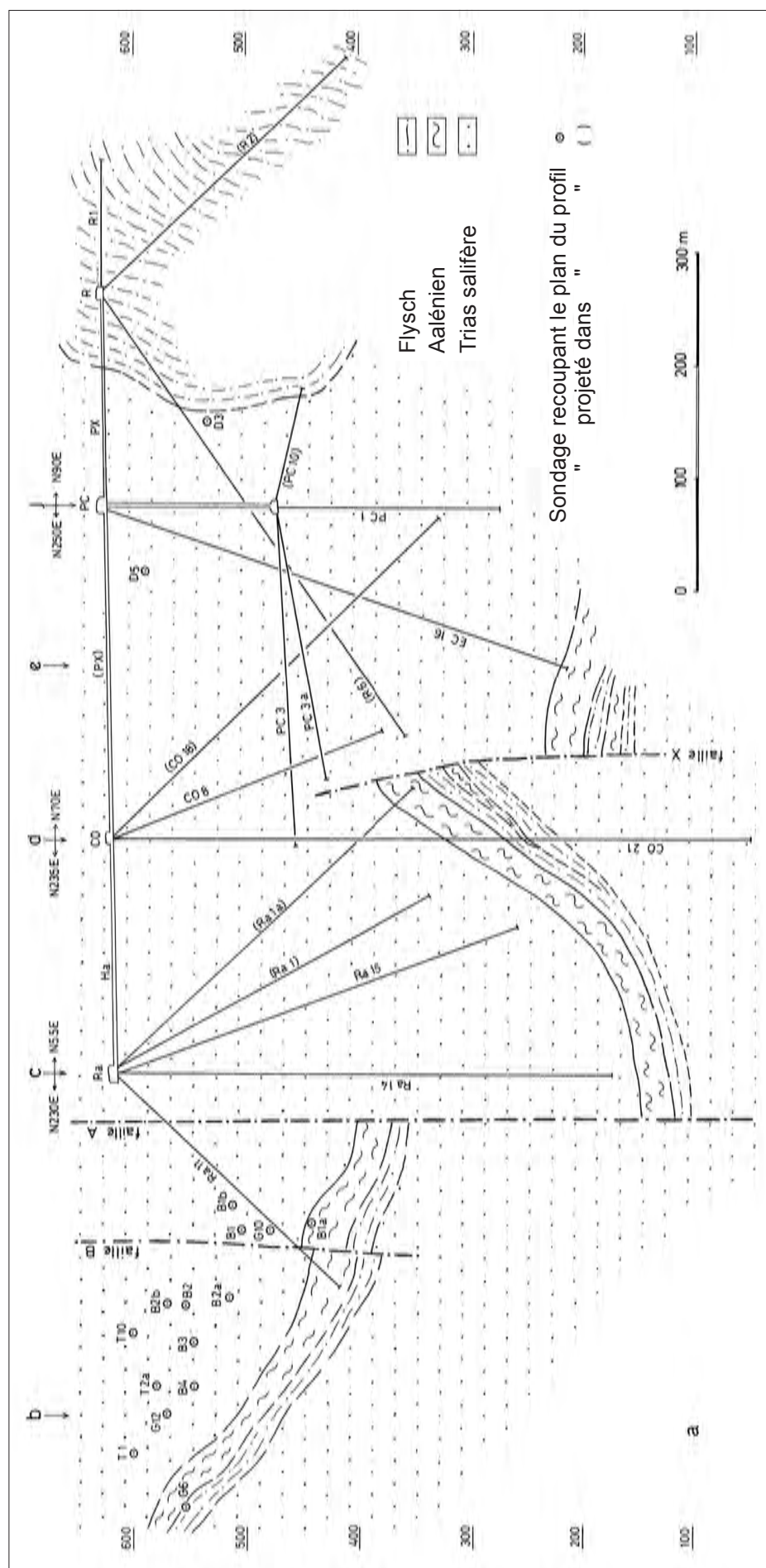


Figure 2.4: Coupe a, longitudinale W-E, dans l'axe des galeries du Bouillet - de Haller - de la Paix 1945. Légende des abréviations: voir le texte. Situation de la coupe: voir fig. 2.1.

planche), laquelle plonge vers le N d'une quarantaine de degrés, ce qu'illustrent les coupes a, b et c (fig. 2.4, 2.5 et 2.6). Une importante faille interrompt ensuite ce plan incliné: c'est la «faille A» de BADOUX (1991), qu'il avait antérieurement baptisée «F3» ou «faille du Pont du Coula» (BADOUX, 1981:25, 29, fig. 11) et que GRAF (1994:41) a nommée «faille 2». Cet accident n'est pas très précisément situé dans la mine: il semble être subvertical et son orientation serait plus ou moins E-W. Son compartiment septentrional est abaissé de 250 m au moins (coupes a et d, fig. 2.4 et 2.7), si bien que la surface supérieure de la Zone B est descendue sous la cote +150.

Au N de la faille, la Zone B remonte ensuite jusque vers la cote +400; son épaisseur diminue fortement en direction du NW (sondage Ra16, coupe c, fig. 2.6). En direction de l'E par contre, son épaisseur demeure plus ou moins constante, mais le rejet vertical de la faille A diminue (coupe d, fig. 2.7). En considérant la position des points d'intersection entre la Zone A et la Zone B dans les sondages issus des salles du Radium, de César Oyex et du Puits Chevalley, et en prenant aussi en compte l'altitude du fond des sondages qui n'ont pas atteint ce contact, on est amené à postuler soit un pli très prononcé, soit une autre faille pour expliquer le nouvel abaissement de la Zone B jusque vers la cote +200. Sans avoir de critère vraiment déterminant, c'est la soluti-

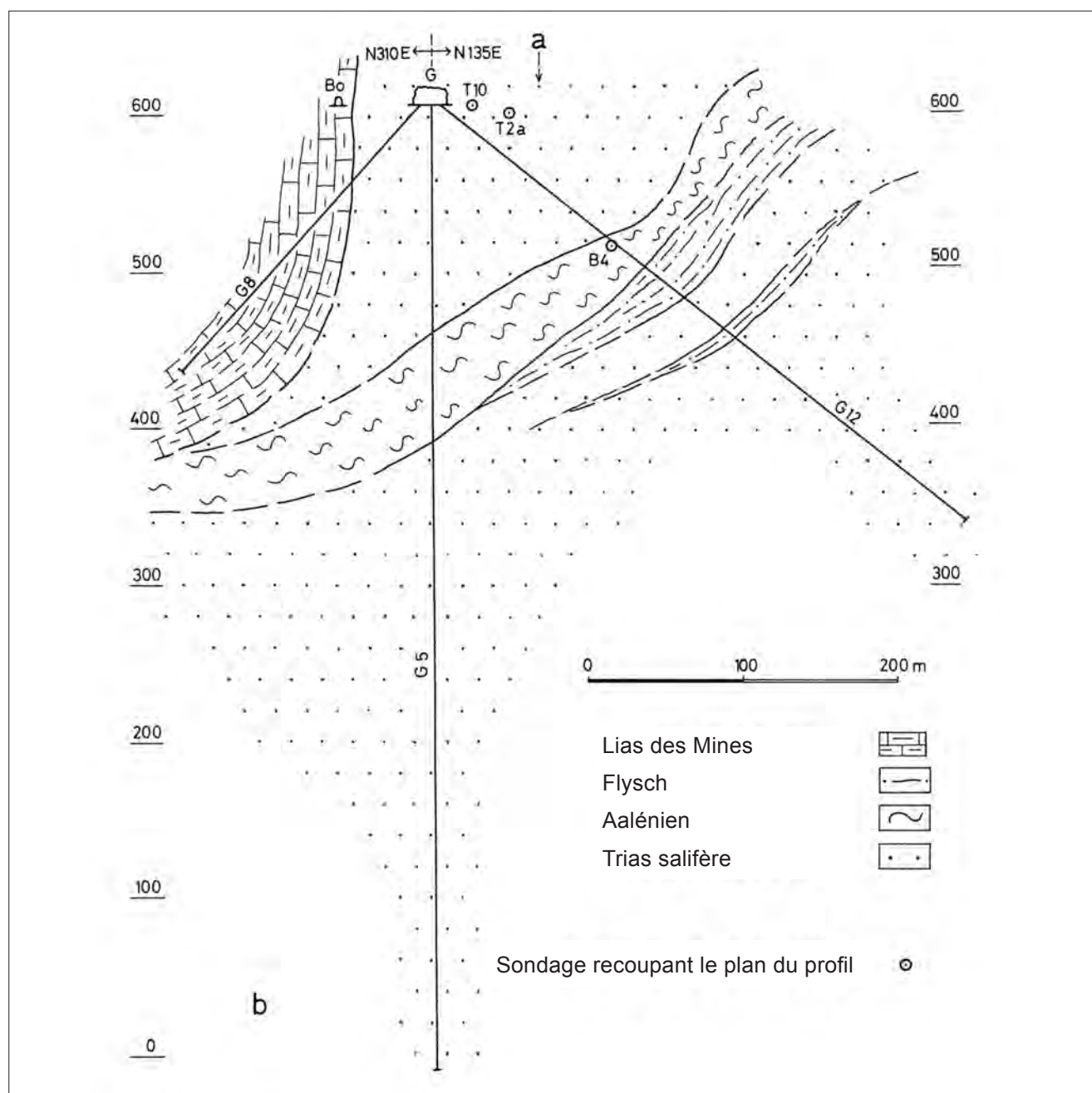


Figure 2.5: Coupe b, transversale NW-SE, passant par la Salle à Gradins. Légende des abréviations: voir le texte. Situation de la coupe: voir fig. 2.1. Voir les coupes proches dessinées par BADOUX (1981:fig. 14, 1982:fig. 9).

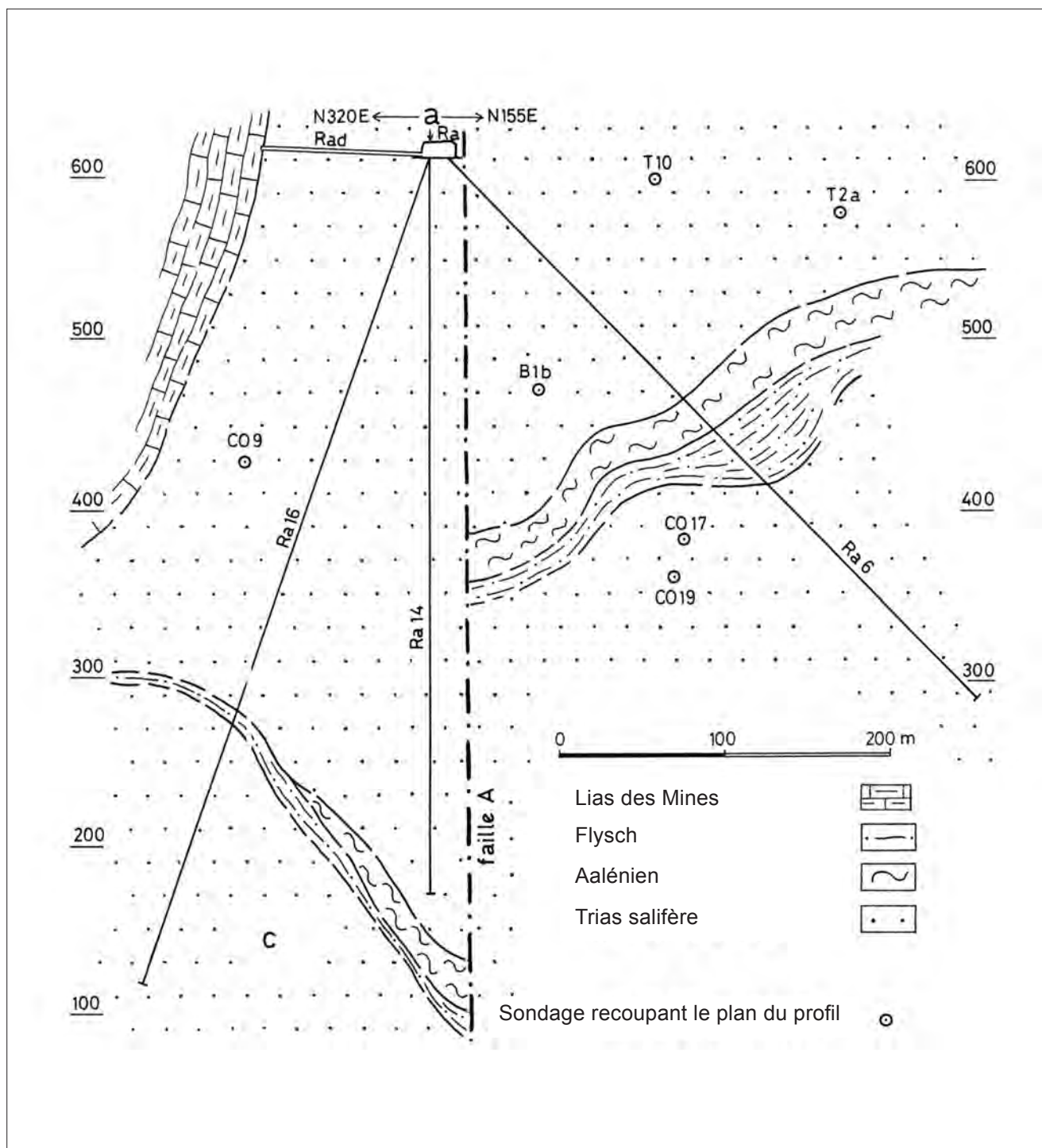


Figure 2.6: Coupe c, transversale NW-SE, passant par la Salle du Radium. Légende des abréviations: voir le texte. Situation de la coupe: voir fig. 2.1.

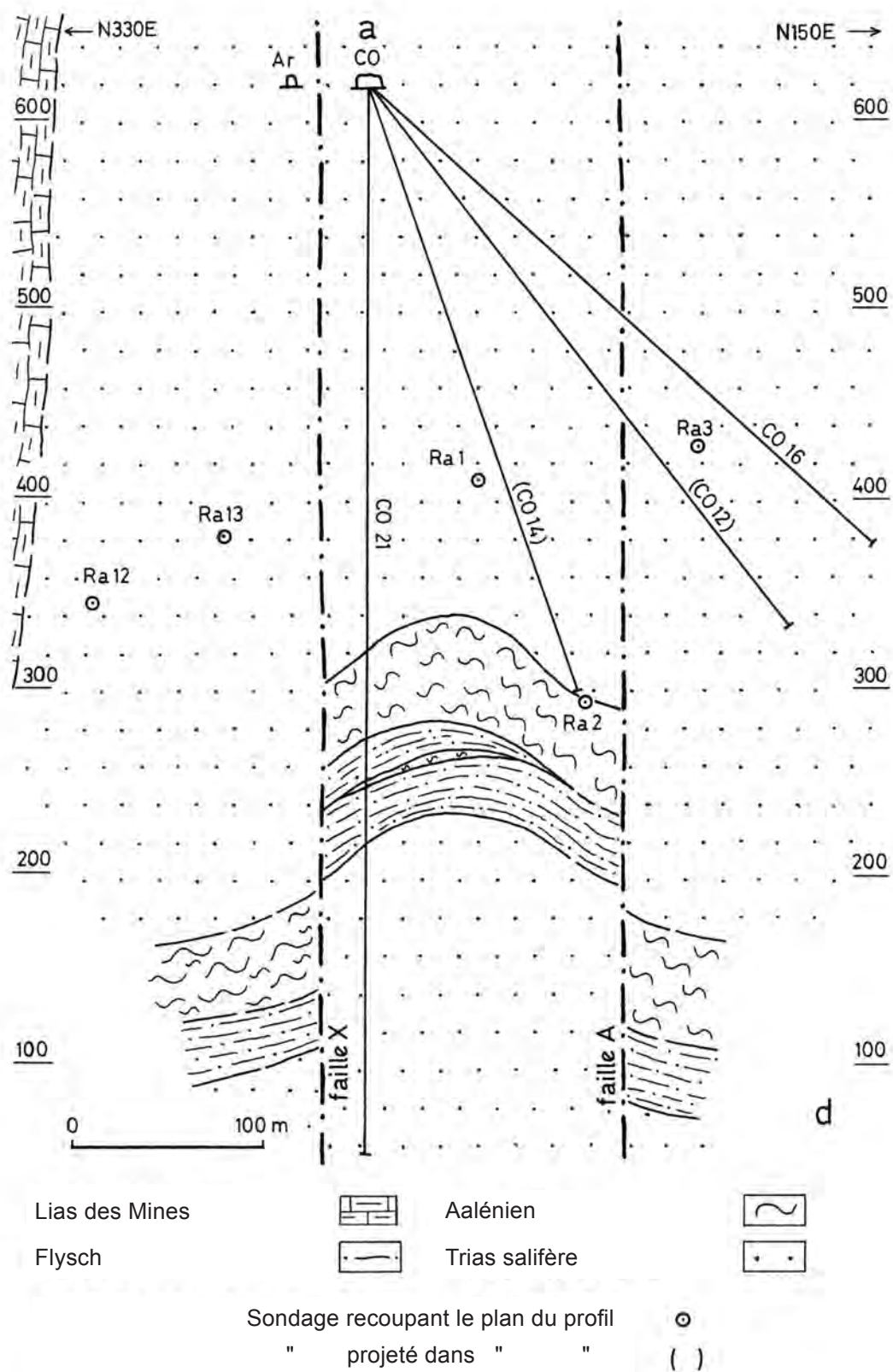


Figure 2.7: Coupe d, transversale NW-SE, passant par la Salle César Oyex. Légende des abréviations: voir le texte. Situation de la coupe: voir fig. 2.1.

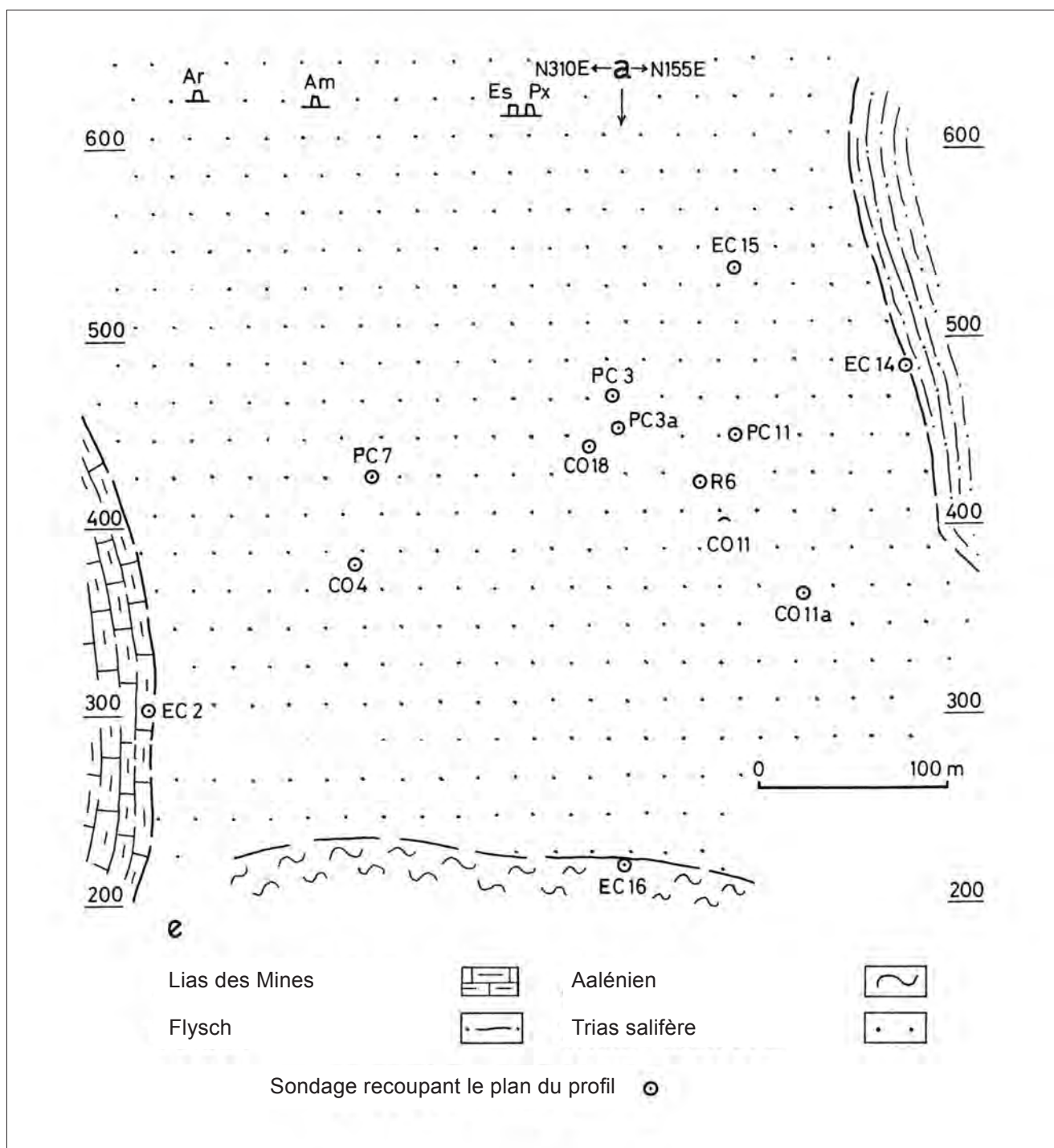


Figure 2.8: Coupe e, transversale NW-SE. Légende des abréviations: voir le texte. Situation de la coupe: voir fig. 2.1.

on par faille qui a été choisie et baptisée «X»; sa position supposée est montrée sur la fig. 2.2, son rejet probable est illustré sur les fig. 2.4 et 2.7. Cette hypothétique «faille X» n'a pas été repérée en surface.

GRAF (1994:47-48) a contesté l'interprétation de Badoux, que j'ai reprise ici dans son principe, et a proposé d'inverser le rejet vertical de la faille A (*sensu* Badoux), afin de mieux intégrer dans le contexte des plis et failles visibles en surface sa «drôle de structure» dessinée par la mince lame d'Aalénien-Flysch (= Nappe d'Arveyes) qui pénètre si profondément dans la Zone Submédiane. Les résultats des nouveaux sondages Ra, forés après l'élaboration du diplôme de Graf, ne paraissent pas compatibles avec son hypothèse.

Plus loin en direction de l'E, dans le secteur du Puits Chevalley, et en l'absence de nouveaux sondages, les coupes a, e et j (fig. 2.4, 2.8 et 2.15) reprennent les données déjà publiées par BADOUX (1981:pl. I et II), si bien que demeurent obscures les relations entre la Zone A productive, la Zone B qui semble disparaître en profondeur et le Flysch vertical du secteur Aimé Ruchet qui, selon Badoux, devrait limiter le gisement à l'E. De plus, le découpage en cinq Zones A, B, C, D et E ne paraît plus être pertinent dans ce secteur.

2.4 La Galerie de l'Espace

La phase suivante de l'exploration avait été projetée par BADOUX (rapports inédits et 1991:11) dans la prolongation septentrionale des secteurs exploités jusqu'ici, là où devraient se situer les réserves futures de la mine. La première étape de ce projet fut réalisée de 1995 à 1997 sous la forme d'une nouvelle galerie dirigée vers le N, au bout de laquelle fut aménagée une salle de forage.

Longue de 520 m, la Galerie de l'Espace se branche sur la Galerie de la Paix 1945 au point 570'162/126'234/619,2; après une courbe, elle devient rectiligne et s'oriente N6E. Elle se termine à la Salle de l'Espace (fig. 2.1 et 2.9). Cette galerie est demeurée sur toute sa longueur dans l'anhydrite, le plus souvent rubanée et replissée ou finement bréchique, avec un épisode d'anhydrite bréchique à très gros cristaux de 185 à 210 m. La direction des couches est perpendiculaire ou fortement oblique à l'azimut de la galerie entre 0 et 250 m, elle lui devient ensuite plus parallèle. Entre 255 et 270 m, on a rencontré deux importants plans de chevauchement-décollement orientés presque parallèlement à l'axe de la galerie (N10E) et plongeant comme les couches de 40 à 50° vers l'E, d'où de volumineux hors-profils lors de l'excavation et la nécessité d'ancrer la calotte. Partout ailleurs, la tenue de la roche est excellente. On n'a noté ni venue d'eau, ni dégagement de gaz au cours du percement.

Quelques minces veines de sel gemme pur («sel de transport» des anciens mineurs) ont été relevées à 60-65, 75-81, 145 et 160-163 m, ainsi qu'une unique et modeste lentille de brèche salifère vers 136 m (3,0 m x 0,8 m). Une autre petite lentille observée en calotte de 72,0 à 73,1 m est en

«gypse à gros grains» et témoigne d'une ancienne circulation d'eau ayant dessalé de la brèche salifère.

Des blocs de dolomie blonde fracturée, de tailles très diverses, sont enclavés dans l'anhydrite à 75-81, 92-104, 145, 160-163, 372-387, 409-417, 428-445 m, les deux dernières étant accompagnées de schistes argileux noirs broyés. Dès 480 m et jusqu'au fond, la galerie (de même que la salle de forage) est taillée dans un important massif de dolomie blonde, pyriteuse, peu fracturée, à veines d'anhydrite fréquentes.

2.5 Les sondages de la Salle de l'Espace

Grâce à la mise en oeuvre d'une nouvelle sondeuse performante en 1998, 12 sondages ont reconnu un important volume rocheux encore inexploité (fig. 2.10). Cette phase de l'exploration est encore en cours.

Sondage Es1

Ce sondage vertical n'a pas rencontré de brèche salifère, mais seulement quelques minces veines de sel gemme pur («sel de transport»). Il faut aussi mentionner la présence dans l'anhydrite de fréquentes mouchetures de soufre natif à 316-335 m, 368-374 m, 496 m. Des pertes de circulation relativement peu importantes ont été notées entre 62 et 84 m, mais on n'a pas constaté de perturbation dans le comportement des sondages en production situés plus au S (Salle C. Oyex, Puits Chevalley, Salle A. Ruchet).

Sondage Es2

A traversé une longueur cumulée de 45 m de brèche salifère. De fréquentes mouchetures de soufre natif ont été relevées entre 370 et 382 m. Vers 133 m, dans une dolomie avec fractures ouvertes tapissées de gros cristaux de gypse, d'assez importantes pertes de circulation ont été notées, mais sans perturbation dans le comportement des autres sondages; ensuite, entre 434 et 436 m, il y eut perte totale de circulation dans un intervalle de brèche salifère dessalée («gypse à gros grains») et connexion instantanée avec le sondage EC18. Les vingt derniers mètres du sondage ont rencontré un Flysch schisto-gréseux entrelardé de veines d'anhydrite et comprenant des passées de grès grossier et de brèche polygénique fossilifères (grosses Globigérines à test épais et épineux, à cachet tertiaire indubitable; Hétérohélécidés et Globigérines à test mince, probablement d'âge Crétacé supérieur et remaniés; dét. M. Caron, Fribourg).

Sondage Es3

A traversé une longueur cumulée de 111 m de brèche salifère, ainsi que de très nombreux filons de «sel de transport». A 713,9 m, une faille interrompt brusquement la série salifère et la met en contact avec des dolomies

grises massives plus ou moins bréchiques avec ciment d'anhydrite.

Sondage Es4

A traversé une longueur cumulée de 106 m de brèche salifère. A 666 m, une rupture du train de tiges a interrompu les opérations de forage. De 538,6 à 552,2 m, des schistes argileux et pyriteux noirs écrasés contiennent des blocs de tailles diverses de marne calcaire dure, de grès fins et grossiers, de microconglomérat polygénique; les lames minces n'ont pas révélé de microfaune déterminable, mais seulement des fragments de coquille, ainsi que des grains de micrite à radiolaires; il s'agit très vraisemblablement d'un Flysch (ou Wildflysch) d'âge Eocène.

Sondage Es5

N'a traversé que 40 cm de brèche salifère. A 164,2 m: contact broyé et calcitisé avec le Lias des Mines (ici la «Formation des Monts Rossets» de GRAF 1994), représenté tout d'abord (164,2-172,5 m) par des schistes noirs bréchifiés contenant des blocs et fragments de calcaire gréseux et pyriteux gris foncé et ensuite (172,5-223,0) par des marnocalcaires pyriteux noirs à passées de calcaire gris dur; une bélemnite à 202,5 m, quelques petites ammonites pyriteuses mal conservées entre 209,6 et 222,3 m (*Dumortieria* ? = Toarcien supérieur probable; dét. C. Meister, Genève).

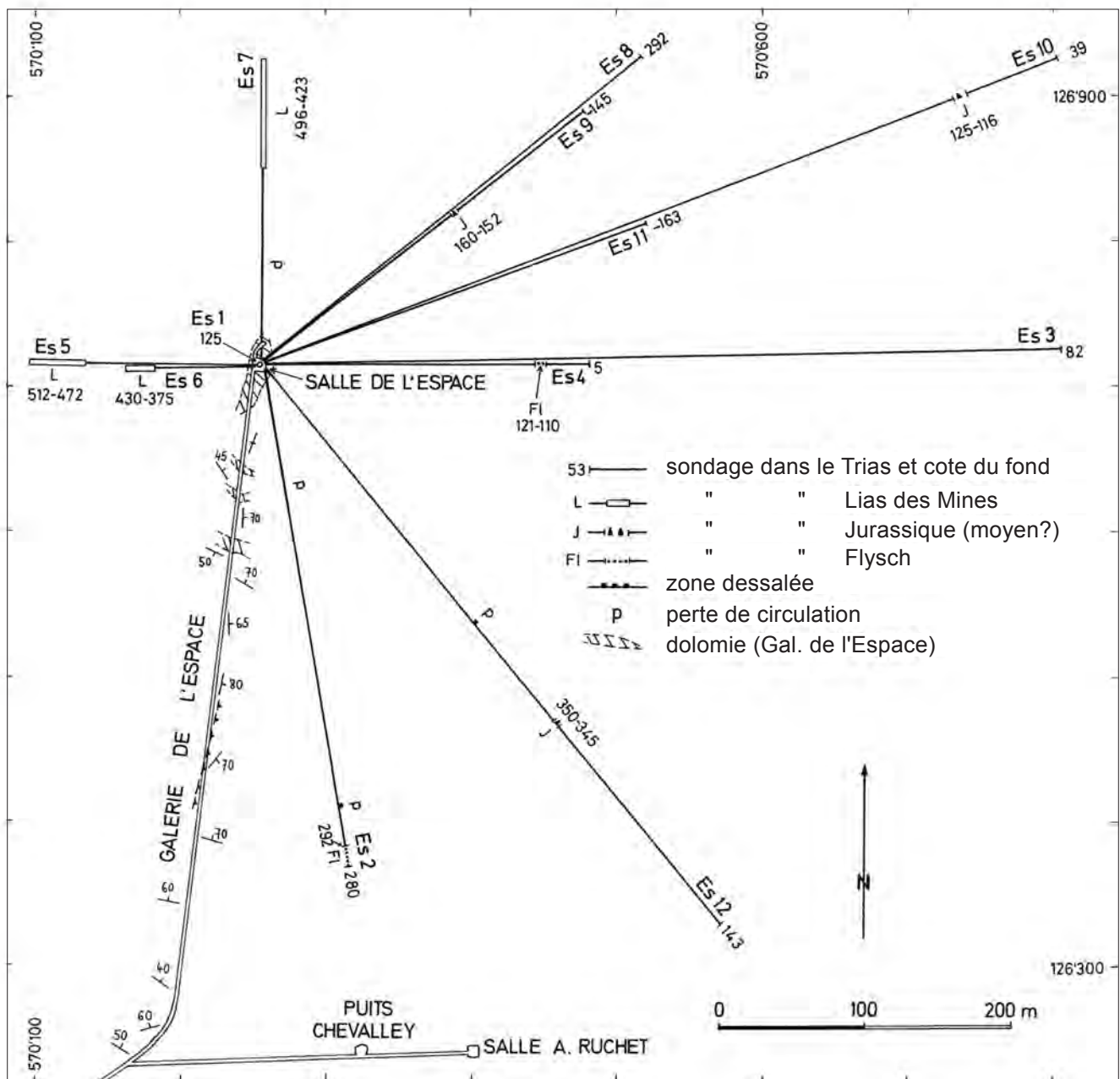


Figure 2.9: Plan du secteur de l'Espace, situation des sondages Es et géologie de la Galerie de l'Espace.

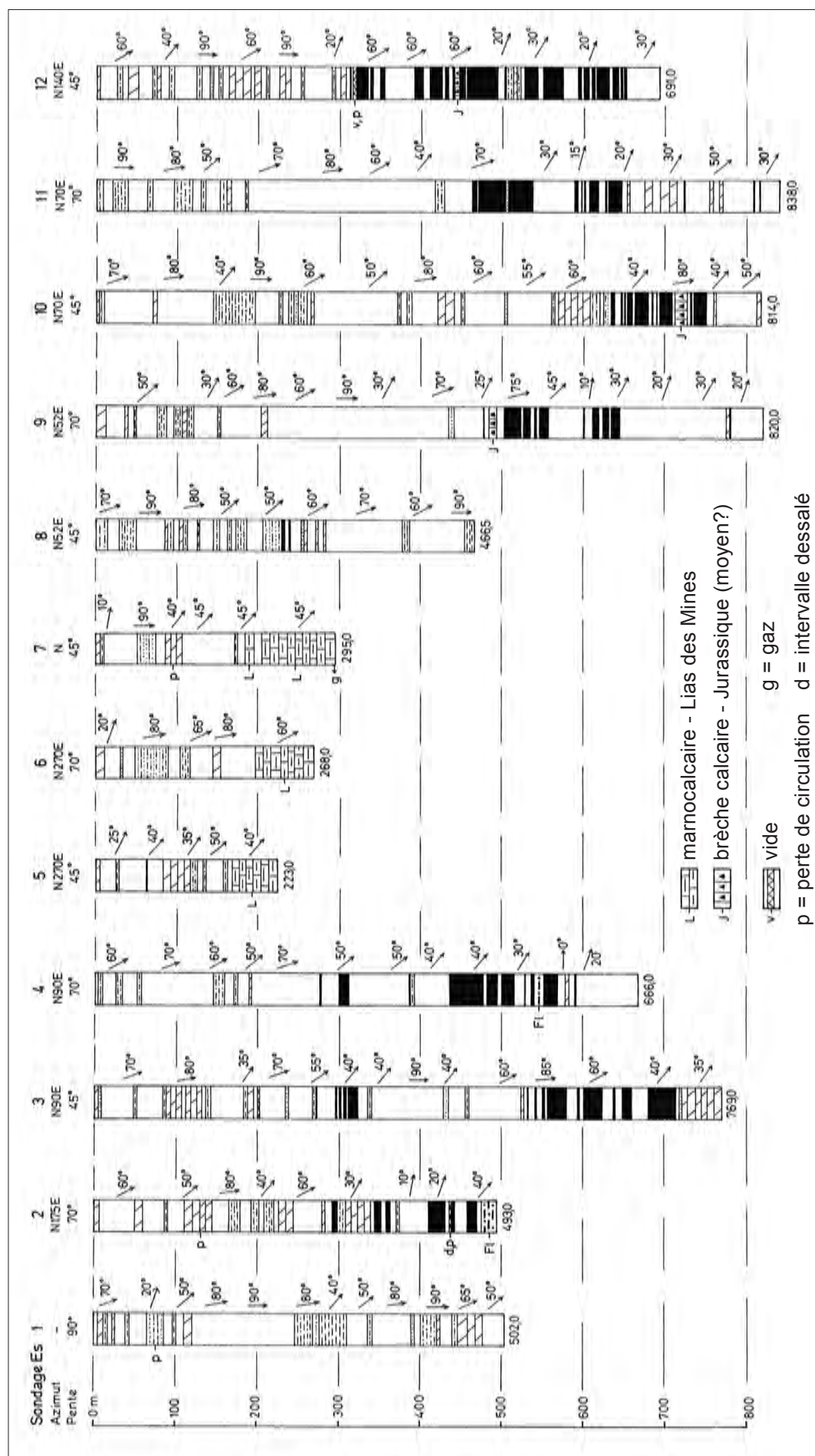


Figure 2.10: Profils des 12 premiers sondages Es de la Salle de l'Espace (1998-2004). Voir aussi la légende de la fig. 2.3.

Sondage Es6

N'a rencontré que deux minces passées de «sel de transport». De 196,3 à 201,8 m: mélange très écrasé d'anhydrite et de marnocalcaire pyriteux noir, suivi du calcaire marneux sombre, compact du Lias des Mines; une empreinte d'ammonite indéterminable à 260,0 m.

Sondage Es7

Quelques petits filons de «sel de transport» sont les seules traces de sel rencontrées par ce sondage. De faibles pertes de circulation ont été notées depuis 70 m jusque vers 110 m dans une dolomie à fractures ouvertes. Précédé par une zone de contact complexe comprenant un mélange très écrasé d'anhydrite et de marnocalcaire noir, ainsi qu'une première lentille de calcaire marneux et pyriteux, le Lias des Mines a été rencontré à 202,5 m: calcaire compact bien

lit et calcaire marneux sombre; une bélemnite à 272,5 m. A 295 m, irruption de gaz sous forte pression: le sondage est bouché et abandonné.

Sondage Es8

N'a traversé que 2,1 m de brèche salifère. Le sondage est abandonné à la suite d'une rupture du tubage suivie de longues et infructueuses tentatives de repêchage du carottier.

Sondage Es9

A rencontré 71 m de brèche salifère, ainsi que, entre 295 et 321 m, de très fréquentes mouchetures de soufre natif. De 759 à 771 m, les carottes dans l'anhydrite montrent de très nettes traces de dissolution qui témoignent d'anciennes circulations d'eau jusqu'à une cote très basse, cependant les sondeurs n'ont pas constaté de perte de circulation. Des

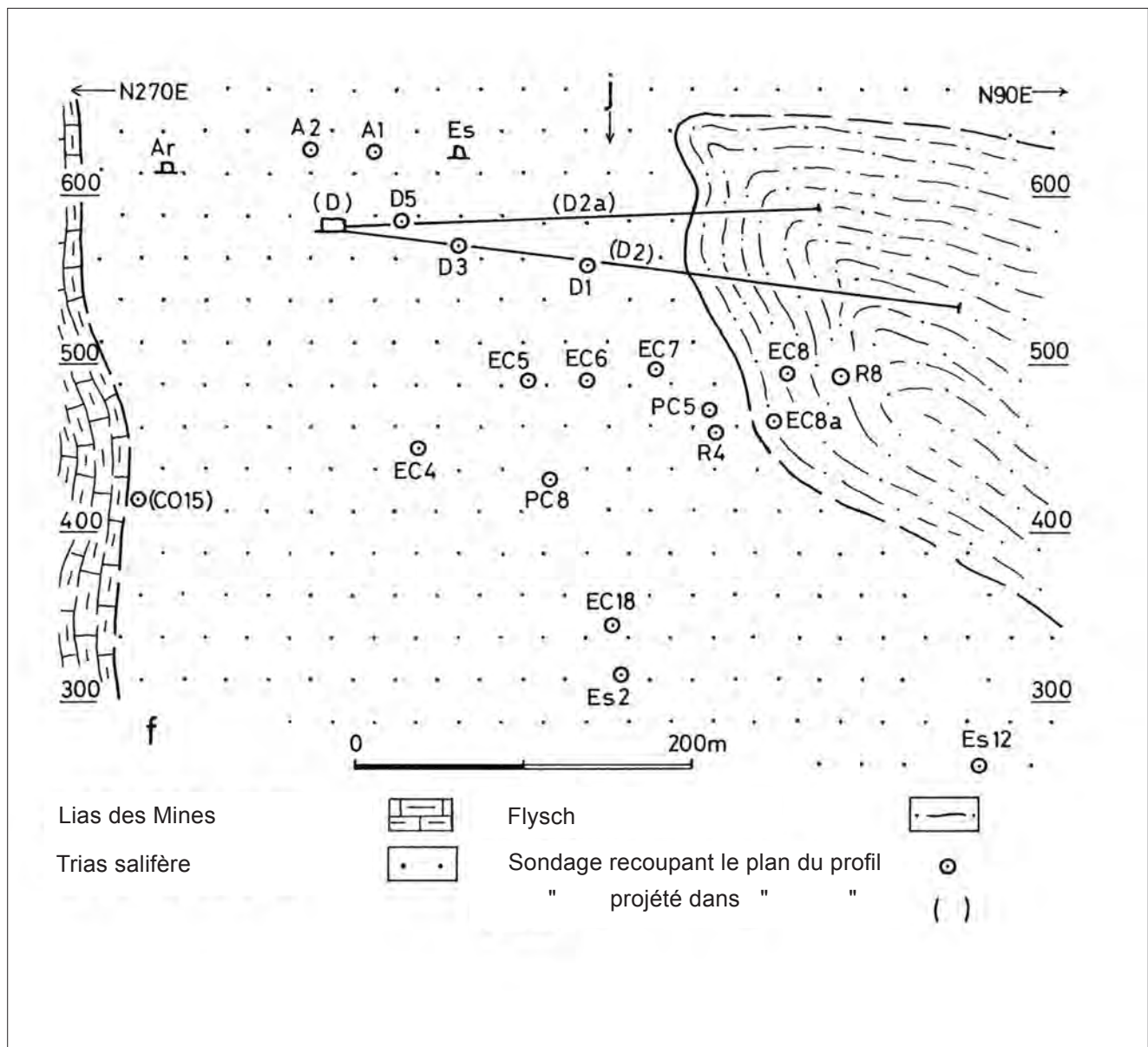


Figure 2.11: Coupe f, transversale W-E. Légende des abréviations: voir le texte. Situation de la coupe: voir fig. 2.1.

plans de faille à 482,5 et à 492,0 m limitent une lentille de conglomérat d'un faciès tout à fait inhabituel: ciment calcaréo-silteux sombre abondant, éléments arrondis, de taille centimétrique, tous calcaires: biomicrite à filaments et *Globochaete*, grainstones plus ou moins grossiers à fragments de coquilles, crinoïdes, Dasycladacées, *Trocholina*, *Protopeneroplis* (?), gros foraminifères arénacés indét.;

ciment et éléments montrent beaucoup de quartz authigène. Un tel conglomérat n'avait pas été observé jusqu'ici dans la mine; par contre, des petits affleurements isolés, dans les ravines au S de Villars (570'400/126'800), présentent un faciès très semblable. BADOUX (1966:9 et 51-52, 1981:9) l'avait déjà daté du Jurassique probablement moyen et il pensait tout d'abord qu'il s'agissait de blocs inclus dans

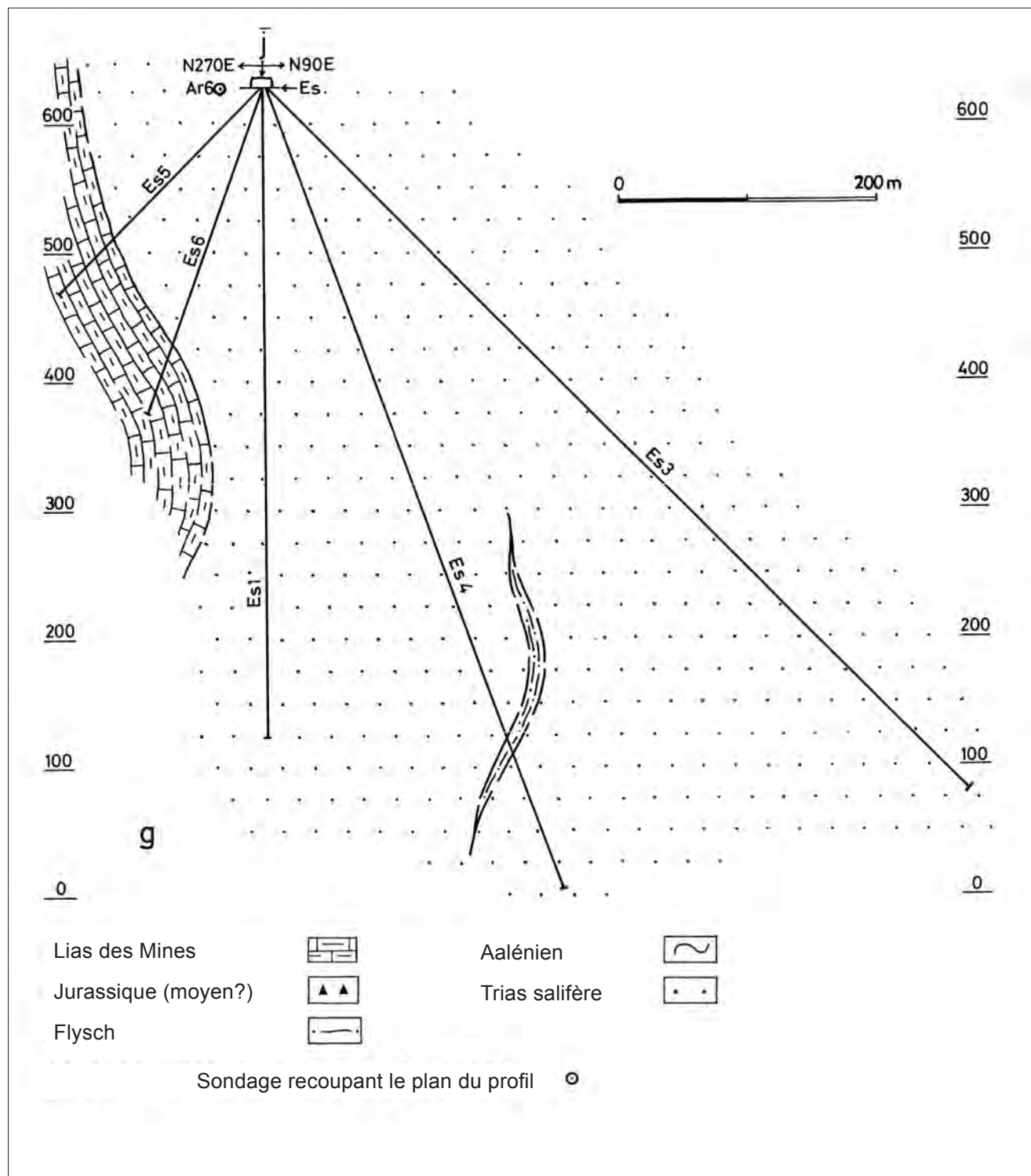


Figure 2.12: Coupe g, transversale W-E, passant par la Salle de l'Espace. Légende des abréviations: voir le texte. Situation de la coupe: voir fig. 2.1.

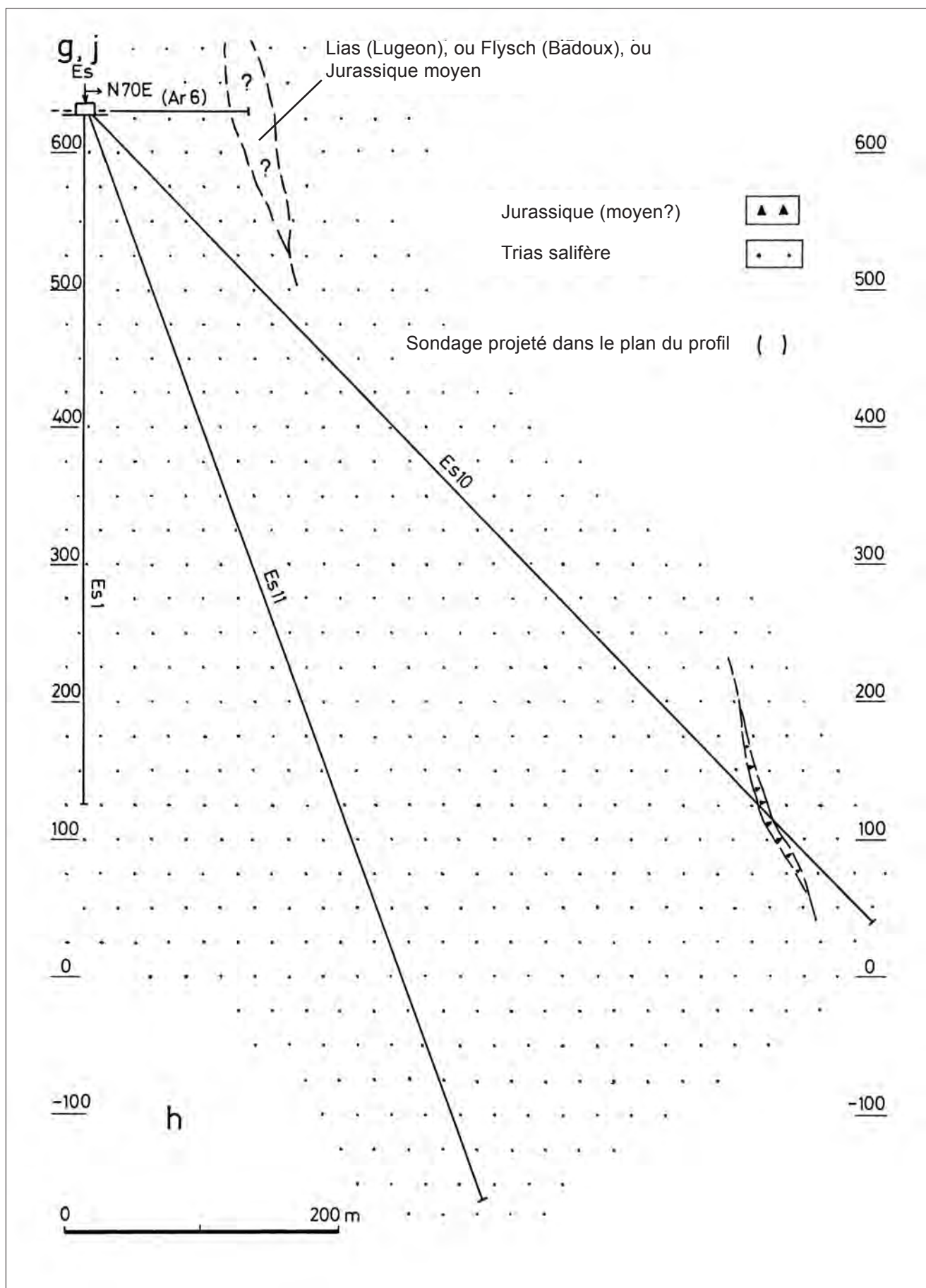


Figure 2.13: Coupe h, transversale SW-NE, passant par la Salle de l'Espace. Légende des abréviations: voir le texte. Situation de la coupe: voir fig. 2.1.

la moraine, mais par la suite (BADOUX & GABUS, 1991:13) il a attribué, avec doutes, ce «calcaire bréchique» au Bajocien et l'a rattaché à la Zone Submédiane, point de vue que je suivrai.

Sondage Es10

A traversé 61 m de brèche salifère et de nombreuses veines de «sel de transport», ainsi que beaucoup de soufre natif entre 246 et 511 m. Une lentille de conglomérat et de calcaire marneux gris foncé, entre 710,9 et 725,5 m, est identique à celle qui fut rencontrée dans le sondage Es9; ses éléments, souvent partiellement silicifiés, sont: dolomie grossièrement cristallisée, silt calcaire feuilleté, oobiosparite et biopelsparite à fragments de coquilles, de crinoïde et de corail, *Trocholina* sp. div., *Protopeneroplis striata*, «amas cellulaire *incertae sedis*» (voir SEPTFONTAINE, 1977:pl. 2, fig. 12). De 760 à 814 m, le sondage a traversé une curieuse série peu déformée de dolomie à nodules d'anhydrite alternant avec de l'anhydrite bréchique.

Sondage Es11

Ce sondage se termine à la cote -167 m, le niveau le plus bas atteint jusqu'ici au cours des travaux d'exploration de la mine. Il a traversé 101 m de brèche salifère.

Sondage Es12

A traversé 180 m de brèche salifère et de nombreuses veines de «sel de transport». De 314,9 à 333 m, le sondage a rencontré de la brèche salifère partiellement dessalée et deux intervalles vides, respectivement sur 0,95 et 2,35 m de longueur, avec quelques pertes de circulation. Une connexion avec le sondage R8 de la salle Aimé Ruchet est probable, mais n'a pas pu être démontrée. Une nouvelle lentille de marnocalcaire gris foncé et de conglomérat à éléments calcaires variés a été traversée de 441,8 à 447,6 m; les microfaciès et les microfaunes sont identiques à ce qui a été signalé précédemment dans les sondages Es9 et Es10. Le sondage Es12 a été interrompu à 691 m à la suite d'une avarie du carottier qui est resté bloqué en fond de trou.

Rappelons que les anciens sondages examinés par BADOUX (1981:pl. I et II; 1991:11) montraient que, dans le secteur Galerie de l'Armistice - Puits Chevalley - Salle A. Ruchet, la limite occidentale du Trias salifère est représentée par la puissante série très redressée du Lias des Mines, toujours en position renversée, orientée approximativement N30-40E (BADOUX, 1981:fig. 11). La limite orientale serait «une paroi souterraine verticale de Flysch», d'orientation méridienne, qui aurait plus de 300 m d'épaisseur dans le secteur de la Salle A. Ruchet et devrait se poursuivre vers

le N. La zone triasique productive ainsi délimitée contient le «gisement Chamorel», elle est large d'environ 400 m et profonde de 300 m au moins au-dessous de l'étage du Bouillet qui se trouve à la cote moyenne +600. Selon BADOUX (1981:29), c'est la suite du Trias du Fondement.

Les sondages de l'Espace n'ont confirmé ce dispositif que partiellement, comme on va le voir.

Les sondages Es5, 6 et 7 (fig. 2.12 et 2.15) ont montré que la limite occidentale du Trias salifère est plus proche que prévu de la Salle de l'Espace et que, vers la cote +500, le Lias des Mines se prolonge en direction du N plus loin

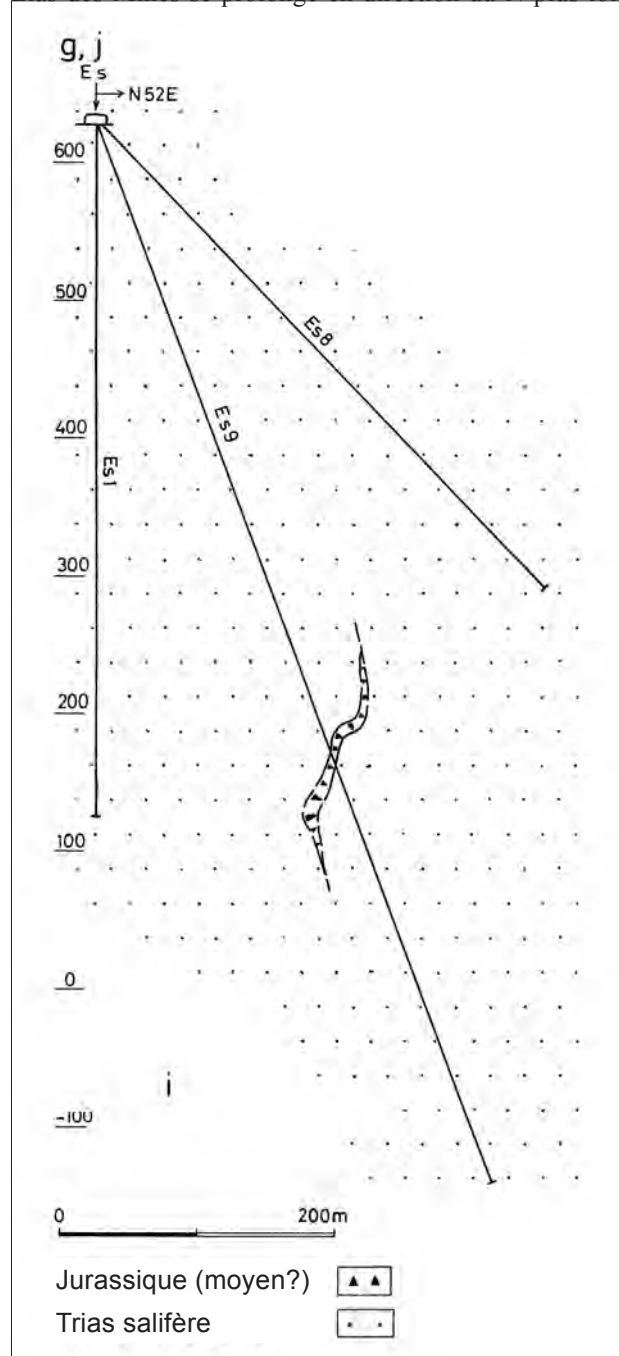


Figure 2.14: Coupe i, transversale SW-NE, passant par la Salle de l'Espace. Légende des abréviations: voir le texte. Situation de la coupe: voir fig. 2.1.

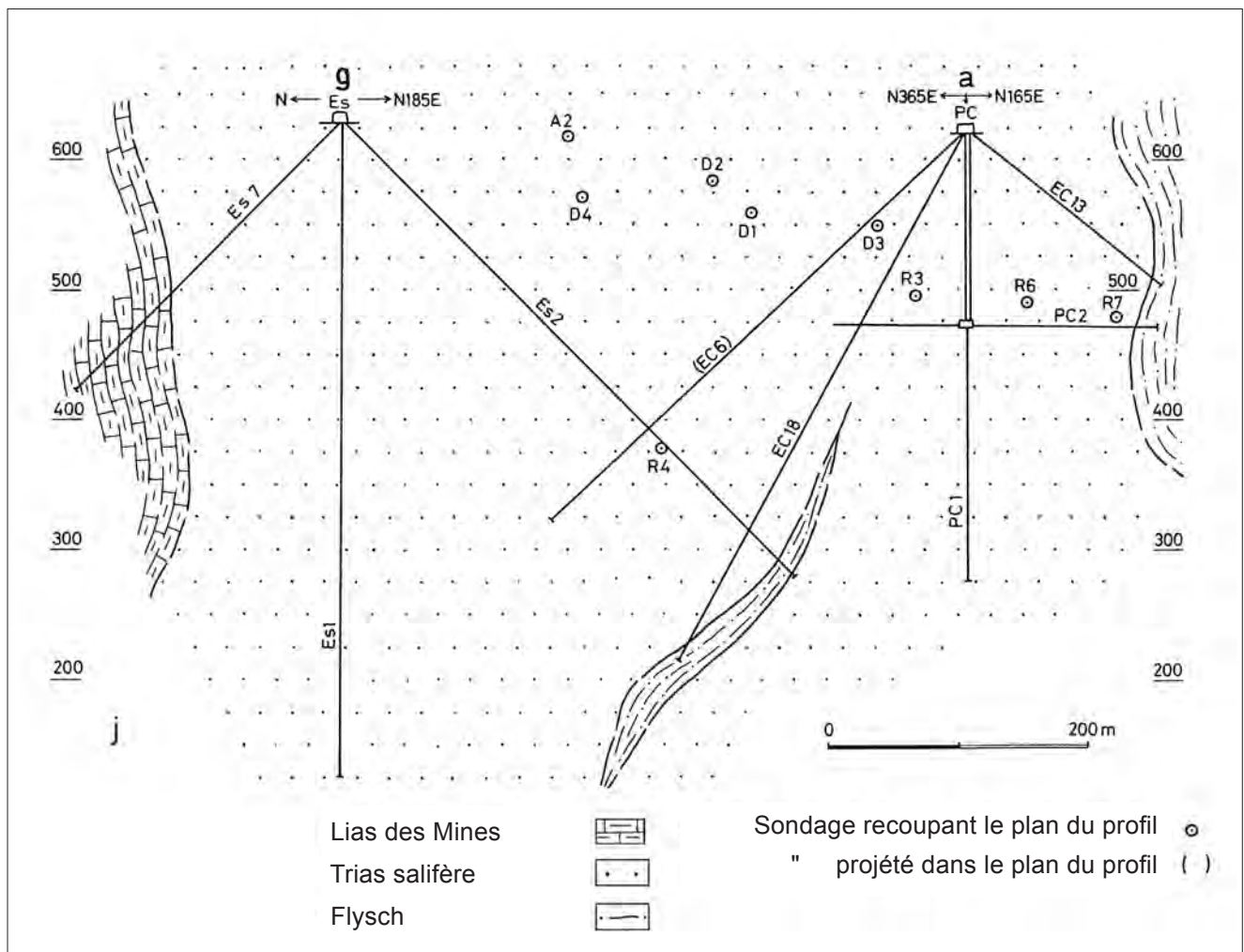


Figure 2.15: Coupe j, longitudinale NS, passant par la Salle de l'Espace et le Puits E. Chevalley. Légende des abréviations: voir le texte. Situation de la coupe: voir fig. 2.1.

que ne l'indique la géologie de surface à la cote +930, à l'entrée de la Galerie de Rovéréaz (BADOUX, 1966:48; BADOUX et al., 1990).

Tous les sondages Es explorant le secteur sis à l'E de la Galerie de l'Espace se sont maintenus dans le Trias salifère sans rencontrer le Flysch attendu qui, rappelons-le, n'est pas connu en surface au N de la Gryonne, si bien que BADOUX (1966:51, 1981:29) l'a tout d'abord interprété comme «...un bombement de Flysch [qui] jaillit de la profondeur. Ce serait un anticlinal appartenant à la nappe de la Plaine Morte et pourvu d'un fort plongement axial vers le SW». Ensuite, Badoux (sans date:2 et schéma géologique annexé) a rattaché ce Flysch à la Nappe d'Arveyes et l'a dénommé «Flysch d'Epigny-Pra Lanfrey» d'après les toponymes des pâturages dont il devrait former le substratum rocheux sous une épaisse moraine (environ 570'500/126'500).

Dans le secteur méridional (coupes a et f; fig. 2.4 et 2.11), le contact Trias/Flysch n'est certainement pas vertical au-dessous de la cote +400-450, mais il devrait s'infléchir fortement vers l'E en profondeur, comme l'exige la po-

sition du fond du sondage Es12 qui n'a jamais touché le Flysch (coupe f, fig. 2.11); sur cette même coupe, la structure anticlinale suggérée par BADOUX (1966: fig. 17) est reprise, mais déversée vers le NW, cette solution étant fort hypothétique.

Dans le secteur septentrional (coupes g, h, i), comme on l'a vu, l'anticlinal supposé de Flysch n'a pas été atteint: a-t-il disparu en profondeur bien au-dessous de la cote 0 m à cause d'une faille ou d'un plongement axial vers le N? Ou alors le Flysch d'Epigny-Pra Lanfrey est-il, comme le suggère le profil 4 de la pl. I de BADOUX & GABUS (1991), transgressif sur l'Aalénien de la Nappe d'Arveyes en position renversée? Ou encore est-il préférable d'abandonner la structure anticlinale et de considérer ce Flysch comme une simple lentille de grande taille nageant dans le Trias salifère, sans relation avec la Nappe d'Arveyes?

Pour répondre, il faut attendre les résultats des futurs sondages Es qui exploreront le secteur sis au SE de la Salle de l'Espace. Et il faudra aussi tenir compte du fait que plusieurs sondages anciens avaient montré que le contact

Trias salifère/Flysch n'est pas aussi simple que ce que suggèrent les pl. I et II de BADOUX (1981): en effet, ces sondages ont traversé ce contact à deux (R8 et EC9a) ou même à trois reprises (EC8a).

Comme on l'a vu plus haut (fig. 2.9 et 2.10), plusieurs sondages Es ont traversé des lentilles de taille modeste appartenant à des formations «étrangères» enclavées dans le Trias salifère. Dans Es2 et Es4, il s'agit d'un Flysch banal attribué à ou daté de l'Eocène (coupes g et j, fig. 2.12 et 2.15), Flysch qu'il n'est pas possible de rattacher plus précisément à une unité tectonique ou à une autre.

Dans Es9 et Es10 (coupes h et i, fig. 2.13 et 2.14), ainsi que dans Es12, c'est un conglomérat calcaire du Jurassique probablement moyen, attribué comme on l'a vu à la Zone Submédiane. Sur la coupe h (fig. 2.13), on a projeté l'extrémité de l'ancien sondage Ar6 (nommé A6 par Badoux), dont la description lithologique est très vague. Il s'était terminé dans un «Lias» non précisé selon des notes inédites de M. Lugeon, mais plutôt dans du Flysch selon BADOUX (1966:51). Il se pourrait que ce soit en fait une autre lentille de conglomérat et de calcaire du Jurassique moyen.

2.6 Les relations entre la Nappe de Bex et la Zone Submédiane

BADOUX & GABUS (1991:54) ont relevé qu'on ne peut distinguer sur le terrain les gypses de la Zone Submédiane de ceux de l'Ultraschweizer et ils insistent en conséquence sur le fait qu'il convenait «...de rester prudent dans l'interprétation de la Zone Submédiane dans tout le secteur de Plambuit à Fenalet». Pour BADOUX et al. (1990), le contact séparant les gypses de la Zone Submédiane de ceux de la Nappe de Bex est l'importante faille du Fenalet qui limite aussi vers l'E le Lias des Mines. Tout en admettant que la Zone Submédiane puisse peut-être continuer «au-delà», BADOUX & GABUS (1991) ne motivent pas le choix de cette limite; par contre, il l'est dans la note inédite de Badoux (sans date:3): «...Enfin, entourant le tout et suivant le mouvement de la synforme de «Bex», nous trouvons la Zone Submédiane qui, d'après WEIDMANN et al. (1976) atteindrait Antagnas. Comme tout a une fin, nous proposons de l'arrêter à la faille du Fenalet». L'argument est pour le moins curieux et surtout léger! GRAF (1994:41) pour sa part a clairement montré que la faille du Fenalet ne saurait limiter la Zone Submédiane, dont il a proposé une nouvelle extension jusque vers Gryon-La Barboleusaz (fig. 2.16).

Les sondages Es9, 10 et 12 ont comme on l'a vu révélé la présence au sein du Trias salifère, attribué par Badoux (passim) à la Nappe de Bex, de lentilles de conglomérat

calcaire du Jurassique moyen caractéristique de la Zone Submédiane. Ce fait nouveau est un argument de plus en faveur de l'interprétation de GRAF (1994).

Un autre argument réside dans le fait que la présence de sel gemme dans l'anhydrite n'est pas une exclusivité qui caractériserait le Trias de la Nappe de Bex, comme tous les auteurs l'avaient affirmé depuis longtemps. Bien au contraire, ce serait plutôt selon GRAF (1994) un attribut de la Zone Submédiane. En effet, tous les travaux souterrains qui ont reconnu le Trias de la Zone Submédiane ont révélé la présence de sel, en quantité certes modeste en dehors de la région bellerine, ce qui est peut-être dû au fait que la foration des sondages, de même que les travaux d'avancement en galerie, impliquent l'emploi de l'eau douce en grande quantité, ce qui a pu dessaler en partie la roche et occulter la présence du sel¹. Ces indices de sel dans la Zone Submédiane sont les suivants:

- forage S3 (72,8-73,45 m) à l'Orgeolet, flanc SW de la colline du Montet (Ph. Zahner, rapport inédit 1974 et CEDRA, 1993:47),
- forage AN13 (94,45, 105,70, 118,75 m) à Châlex, S de Plantour (CEDRA, 1993:49),
- forage ON9 (258,25, 281,40 m) à La Condémine, W d'Ollon (CEDRA, 1993:49),
- sources salées anciennement exploitées à Salins-Panex et à Fontana Sallaia sous le Chamosaire (PAYOT, 1921),
- galeries d'adduction de l'Aménagement hydro-électrique Hongrin-Léman (M. Weidmann, observations inédites 1967-1970): brèche salifère dessalée («gypse à gros grains») dans la galerie du Torrent du Sépey, 1320-1348 m, à l'W de La Comballaz; sel gemme dans la galerie d'adduction Sud, 1945 m, au S du Col des Mosses; sel gemme dans la galerie d'adduction Est-Ouest, 920 m, au S de La Lécherette.

Une conséquence inéluctable de l'adoption de l'interprétation de GRAF (1994), à laquelle je souscris, c'est que la Nappe de Bex *auct.* devra changer de nom, car elle n'est pas présente dans la région de Bex!

2.7 Avenir de la production de sel dans le secteur de l'Espace

Les sondages Es5, 6 et 7, de même que Es1 vertical, n'ont quasiment pas rencontré de brèche salifère, ce qui confirme une caractéristique déjà constatée dans les anciens sondages qui ont exploré la bordure NW, puis W du gisement (G8, G9, Ra16, CO9, Ra12, CO15, EC2): on constate là un appauvrissement en sel et même parfois la disparition

¹Rappelons que, dans la mine, on ne fore pas à l'eau douce, mais à la saumure saturée.

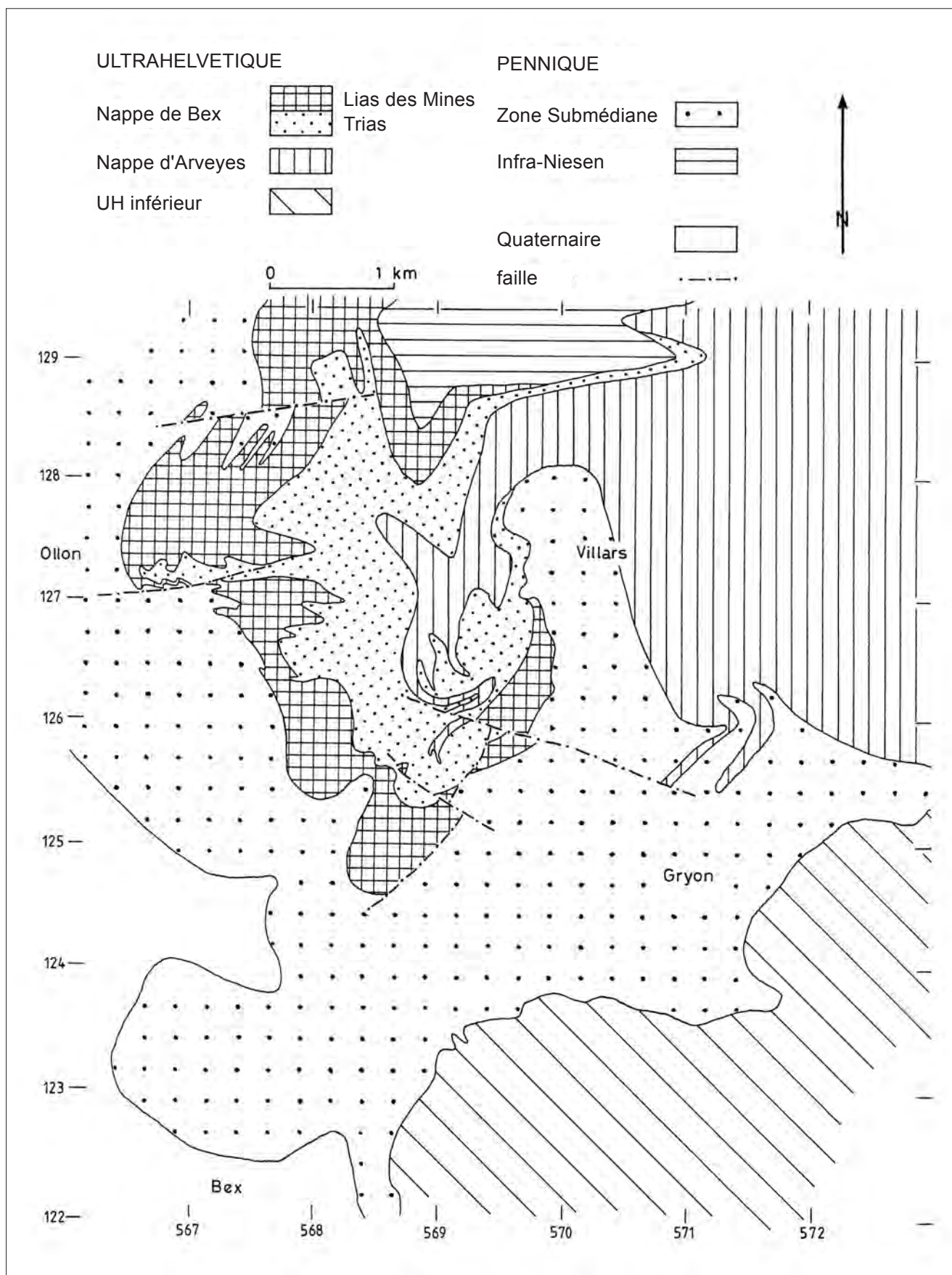


Figure 2.16: Carte tectonique de la région des Mines de Bex, tirée de GRAF (1994).

de la brèche salifère.

Les autres sondages Es ont révélé que la brèche salifère était présente dans le secteur exploré depuis la Salle de l'Espace, confirmant ainsi les prévisions de BADOUX (1991:11). Cependant, le sel ne fut rencontré qu'à une profondeur de plus en plus grande lorsqu'on part du Puits Chevalley pour se diriger vers le N: voir le tableau 2.5.

Il faudra attendre les futurs sondages de la Salle de l'Espace pour confirmer cette tendance à l'approfondissement septentrional du gisement salifère. Mais on peut d'ores et déjà affirmer qu'il n'y a pas eu lessivage du sel par d'anciennes circulations d'eau douce, car les sondages Es3, 4, 8, 9, 10 et 11 n'ont pas rencontré de traces de dessalage au-dessus des niveaux de brèche salifère.

Les réserves prouvées de la mine sont désormais notablement augmentées et l'avenir de la production est assuré.

Tableau 2.5: Extension du gisement Chamorel vers le N

<i>Sondage ou groupe de sondages</i>	<i>Cotes moyennes de la brèche salifère</i>
<i>Puits Chevalley, sondages PC et EC</i>	<i>dès +600 à +320 et plus bas</i>
<i>Es2 et Es12</i>	<i>dès +430 à +300 ou +200</i>
<i>Es3</i>	<i>+440 à +420, puis de +250 à +120</i>
<i>Es4</i>	<i>+370 à +100</i>
<i>Es10</i>	<i>+180 à +100</i>
<i>Es 11</i>	<i>+190 à +20</i>
<i>Es9</i>	<i>+150 à +10</i>

2.8 Bibliographie

Cette liste comprend les travaux cités dans le texte, ainsi que quelques autres titres non répertoriés dans les listes bibliographiques jointes aux mémoires de Badoux (1996, 1981, 1991).

- ANONYME (1960): Les mines de Bex. Fasc. 455 de la Bibliothèque de travail, Institut coopératif de l'Ecole moderne, Cannes.
- BADOUX, H. (1966): Description géologique des Mines et Salines de Bex et de leurs environs. Matériaux pour la géologie de la Suisse, sér. géotechnique, 41, 1-56.
- BADOUX, H. (1981): Géologie des Mines de Bex. Données 1966-1980. Matériaux pour la géologie de la Suisse, sér. géotechnique, 60, 1-39.
- BADOUX, H. (1982): Mines de sel de Bex. Aperçu géologique et minier. Aminsel Bex et Bull. Géol. Lausanne, 265, 1-24.
- BADOUX, H. (1991): Géologie des Mines de Bex. Données 1981-1990. Matériaux pour la géologie de la Suisse, Bulletin, 88, 1-12.
- BADOUX, H. (sans date, postérieur à 1991): Le cadre géologique des Mines de sel de Bex. Texte inédit dactylographié, 3 p. et 1 fig., Archives H. Badoux, Musée géologique, Lausanne.
- BADOUX, H. & GABUS, J. H. (1991): Notice explicative de la feuille 1285 Les Diablerets. Serv. hydrol. géol. national, Berne, 1-63.
- BADOUX, H., GABUS, J. H. & MERCANTON, C.-H. (1990): Feuille 1285 Les Diablerets de la carte géol. de la Suisse au 1:25'000, 2ème éd., Serv. hydrol. géol. national, Berne.
- BARON, P.-J. (1996): Cavités artificielles de l'Est vaudois Public. du Groupe spéléo de Lausanne, 1-140.
- CEDRA (1993): Résultats des recherches effectuées sur le site potentiel du Bois de la Glaive (Commune d'Ollon, VD). Rapport technique 93-29, 1-138 + annexes.
- CHAMOREL, L. (1951): Notice sur les Mines et Salines de Bex. Impr. Corbaz, Montreux, 1-36.
- CLAVEL, J. (1986): Les mines et salines de Bex. Une grande aventure humaine. Aminsel, Bex, 1-73.
- DUTRUIT, J. (1992): Anciennes mines de sel vaudoises. Le Trou, 54, 31-46.
- GRAF, M.-A. (1994): Géologie et métallogénie de la région de Bex-Ollon-Villars (VD). Diplôme inédit, Inst. Géol. Univ. Lausanne, 1-82 + annexes.
- KÜNDIG, R., MUMENTHALER, T., ECKARDT, P., KEUSEN, H.-R., SCHINDLER, C., HOFMANN, F., VOGLER, R., & GUNTLLI, P. (1997): Die mineralischen Rohstoffe der Schweiz. Schweizerische Geotechnische Kommission. 522 S.
- LUGEON, M. (1940): Feuille 19 Les Diablerets de l'Atlas géol. de la Suisse au 1:25'000, 1ère éd., avec notice explicative, 1-52.
- MASSON, H. (1972): Sur l'origine de la cornieule par fracturation hydraulique. Eclogae geol. Helv. 65, 27-41.
- MEISSER, N. (1993): Minéraux inédits des mines de sel de Bex (VD). Cristallier suisse - Schweizer Strahler, 9, 23-28.
- MISEREZ, V. (1997): Mines et Salines de Bex, quatre siècles d'histoire. Reflets BCV Lausanne, 1, 24-27.
- PAYOT, E. (1921): Mines et Salines vaudoises de Bex au point de vue historique, technique et administratif. Soc. de l'Imprimerie et Lithographie, Montreux, 340 p.
- PERROUD, P. (1990): Note sur quelques minéraux de Bex. Bull. info. Soc. genevoise des amateurs de minéraux, 1, 18-20.
- SEPTFONTAINE, M. (1977): Niveaux à foraminifères (Pfeuderininae et Valvulininae) dans le Dogger des Préalpes médianes du Chablais occidental (Haute-Savoie, France). Eclogae geol. Helv., 70, 599-625.
- STECK, A., BIGIOGGERO, B., DAL PIAZ, G. V., ESCHER, A., MARTINOTTI, G. & MASSON, H. (1999): Carte tectonique des Alpes de Suisse occidentale et des régions avoisinantes au 1:100'000, feuille 41 Col du Pillon. Carte géol. spéciale 123-NW, Serv. hydrol.-géol. national, Berne.
- WEIDMANN, M., HOMEWOOD, P., CARON, C. & BAUD, A. (1976): Réhabilitation de la «Zone Submédiane» des

3 PUBLICATIONS PRECEDENTES SUR LES MINES DE BEX

Sur le CD accompagnant cette contribution sur les Mines et Salines de Bex par Marc Weidmann se trouvent en format PDF les travaux suivants de Héli Badoux:

BADOUX, H. (1966): Description géologique des Mines et Salines de Bex et de leurs environs. Matériaux pour la géologie de la Suisse, sér. géotechnique, 41, 1-56.

BADOUX, H. (1981): Géologie des Mines de Bex. Données 1966-1980. Matériaux pour la géologie de la Suisse, sér. géotechnique, 60, 1-39.

BADOUX, H. (1982): Mines de sel de Bex. Aperçu géologique et minier. Aminsel Bex et Bull. Géol. Lausanne 265, 1-24.

BADOUX, H. (1991): Géologie des Mines de Bex. Données 1981-1990. Matériaux pour la géologie de la Suisse, Bulletin, 88, 1-12.



Schweizerische Geotechnische Kommission

Beiträge zur Geologie der Schweiz – Matériaux pour la Géologie de la Suisse

Geotechnische Serie – Série géotechnique

91. **C. Thalmann:** Beurteilung und Möglichkeiten der Wiederverwertung von Ausbruchmaterial aus dem maschinellen Tunnelvortrieb zu Betonzuschlagstoffen. 134 S., 75 Fig., 39 Tab., 1996 Fr. 30.–
92. **Ch. Beer:** Erdbebengefährdung in Abhängigkeit vom geologischen Untergrund. 80 Seiten, mit zahlreichen Textfig. und Tab., 1997 Fr. 35.–
93. **J. Ch. Malmström:** Zirconolite. Experiments on the stability in hydrothermal fluids. 144 Seiten, 84 Abbildungen, 29 Tab., mit CD-ROM, 2000 Fr. 40.–

Kleinere Mitteilungen – Bulletin

93. **F. Hofmann:** Neue Befunde zur Geologie, zur Lagerstättenkunde und zum historischen Abbau der Bohnerze und Bolustone der Region Schaffhausen (Schweiz). 37 S., 8 Abb., 3 Tab., 1992 Fr. 10.–
94. **P. Baertschi und R. Keil:** Urangehalte von Oberflächen-, Quell- und Grundwässern der Schweiz. 51 S., 11 Fig., 9 Tab., 1 Falttafel, 1992 Fr. 20.–
95. **J. Abrecht, I. Mercolli und G.G. Biino:** Präalpine Entwicklung des Aar- und Gott-hardmassivs, 40 S., 17 Fig., 6 Tab., 1994 Fr. 10.–
96. **H. Ledermann:** Baugrunderkarte der Stadt Solothurn, Vorderseite: Stadt Solothurn und Umgebung 1:10 000; Rückseite Baugrunderkarte der Stadt Solothurn 1:20 000, zusammen mit Erläuterungen und Profilen, 2000 Fr. 35.–

Karte der mineralischen Rohstoffe der Schweiz 1:200'000

1. Blatt: Tessin-Uri/Ticino-Uri, mit Erläuterungen (deutsch oder italienisch), 1990 Fr. 40.–
2. Blatt: Wallis-Berner Oberland/Valais - Oberland bernois. 1998, mit Erläuterungen/avec notice explicative (in Vorbereitung) Fr. 40.–

Hydrogeologische Karte der Schweiz – Carte hydrogéologique de la Suisse 1:100'000

5. Blatt 33 Toggenburg: Von Ch. Haering, H. Jäckli, M. Kobel, R. Kündig, O. Lienert, R. Phillipp, P. Starck und L. Wyssling, mit Erläuterungen, 1992 Fr. 45.–
6. Blatt 36 Saane/Sarine: Von F. Pasquier, M. Bouzelboudjen und F. Zwahlen, mit Beiträgen von F. Becker, G. Della Valle und M. Weidmann, mit Erläuterungen, 1999 Fr. 45.–
8. Blatt 30/35/40 Vallorbe – Léman nord: Von F. Pasquier, V. Bichet und F. Zwahlen, mit Beiträgen von M. Weidmann, A. Parriaux, M. Burkhard, L. Jemelin, M. Marrel, I. Butty, F. Becker, mit Erläuterungen, 2006 Fr. 45.–

Die Publikationen der Schweizerischen Geotechnischen Kommission werden direkt durch die Kom-mission ausgeliefert; Bestellungen können auch durch jede Buchhandlung aufgegeben werden. Der vollständige Verkaufskatalog kann direkt bei der Kommission bezogen werden.

Schweizerische Geotechnische Kommission, ETH Zürich, CH-8092 Zürich
Tel. 044/632 27 38, Fax 044/632 12 70, Internet: www.sgk.ch

