

Minéralogie du Crétacé moyen dans les forages de la Presta (Val-de-Travers)

Autor(en): **Gindraux, Gérard**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **98 (1975)**

PDF erstellt am: **29.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-89077>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

MINÉRALOGIE DU CRÉTACÉ MOYEN DANS LES FORAGES DE LA PRESTA (VAL-DE-TRAVERS)

par

GÉRARD GINDRAUX

AVEC 5 FIGURES, 3 TABLES ET 3 PLANCHES

INTRODUCTION

Dans le Jura neuchâtelois le Crétacé moyen a fait l'objet de nombreux travaux orientés surtout vers la stratigraphie et la lithostratigraphie (von BUCH 1800 *in* FREY 1922, JACCARD 1869, SCHARDT 1899, SCHARDT et DUBOIS 1900, FREY 1922, GUILLAUME 1966).

Dans la région de la Presta, Val-de-Travers, ces terrains sont liés aux imprégnations d'asphalte, problème qui fut traité entre autres par KNAB (1869), de TRIBOLET (1877), JACCARD (1869-1890), SCHARDT (1899-1911), BREYNART (1912), HEIM (1919), FREY (1922).

Jusqu'à ce jour aucune étude minéralogique de ces formations n'a été présentée.

Le matériel, quatre forages en carottage continu, nous a été gracieusement offert par la direction de la NEUCHÂTEL ASPHALTE CO, TRAVERS. Ils ont été réalisés à environ 200 mètres à l'ouest de la ferme La Grande Prise, au sud de la Presta (fig. 1).

Coordonnées des forages (carte nationale de la Suisse 1 : 25 000, feuille 1163, Travers) :

<i>Forage</i>	<i>Coordonnées</i>	<i>Altitude</i>	<i>Profondeur</i>
F 1	539 860 / 197 490	790 m	75,65 m
F 2	539 800 / 197 510	781 m	41,60 m
F 3	539 880 / 197 570	775,5 m	30,00 m
F 4	539 770 / 197 550	782 m	47,45 m

La région étudiée est située au fond de la structure synclinale du Val-de-Travers, structure qui est limitée au SE comme au NW par deux pli-failles importants. Plus précisément, les forages ont été implan-

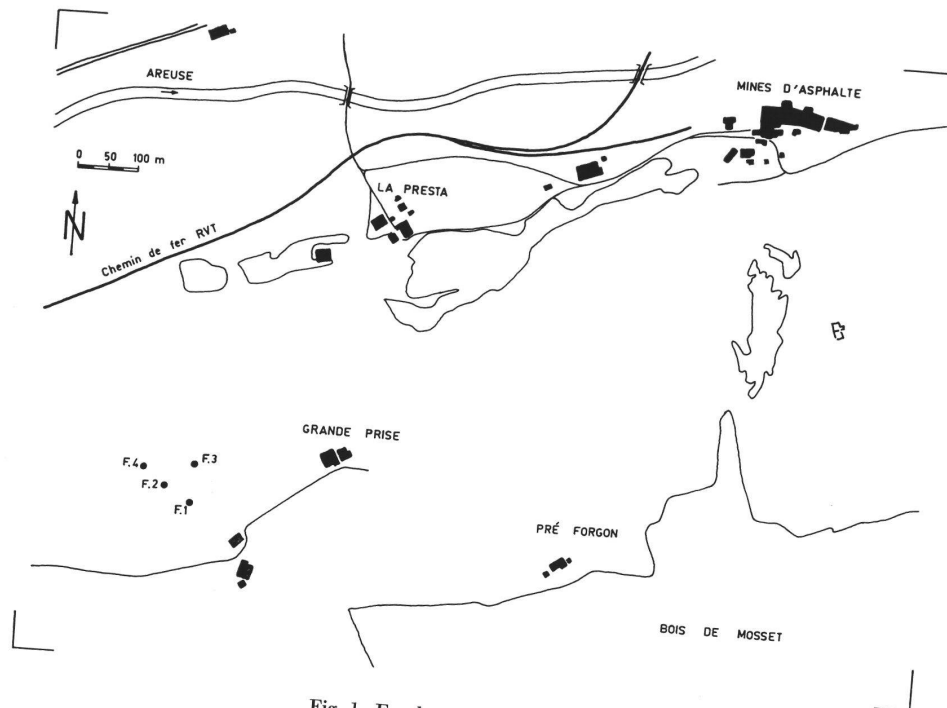


Fig. 1. Emplacement des forages.

tés sur un petit anticlinal (accident secondaire du synclinal du Val-de-Travers), prolongation d'une structure identique reconnue à la mine de la Presta déjà par SCHARDT (1911) puis étudiée en détail par FREY (1922), voir aussi RICKENBACH (1925).

En 1869, JACCARD avait déjà décrit les traits essentiels de la stratigraphie locale de la Presta. Par la suite, plusieurs auteurs ont affiné, soit sur le plan local, soit sur le plan régional, la stratigraphie de ces formations essentiellement marneuses affleurant toujours très mal (SCHARDT 1899-1900, SCHARDT et DUBOIS 1900, FREY 1922, RENZ et LUTERBACHER 1965, GUILLAUME 1966).

Si les descriptions lithologiques changent relativement peu depuis JACCARD, il n'en est pas de même des épaisseurs qui montrent des écarts sensibles, même dans la région de la Presta.

Sur l'ensemble de ces formations, on peut retenir le schéma descriptif suivant :

Albien — 25 à 30 m — Argiles grises, jaunes ou rouges (bigarrées) avec fossiles et nodules pyriteux ou phosphatés. Vers la base, grès tendres glauconieux.

Aptien — 10 à 15 m — Au sommet, grès grossiers durs glauconieux. Dans la partie inférieure, calcaires jaunes et marnes bleues verdâtres. Un peu imprégné d'asphalte dans la partie supérieure.

« **Urgonien** » — 24 m — Calcaires poreux, crayeux, blanc jaunâtre. A la Presta, ils sont imprégnés d'asphalte et ont alors une couleur brun foncé à noir. Vers la base, l'« Urgonien » passe peu à peu à la pierre jaune (Hauterivien supérieur).

L'« Urgonien » est un faciès défini par analogie au type des chaînes subalpines. Il n'a jamais été daté précisément par la biostratigraphie dans la région neuchâteloise.

Ce travail se limitera à l'étude « pétrostratigraphique » du sommet de l'« Urgonien », de l'Aptien, de l'Albien et des formations tertiaires. Il résulte d'une étude macroscopiques des carottes de forage, d'une étude en diffractométrie des rayons X d'échantillons prélevés environ tous les mètres, accompagné de quelques observations microscopiques en lame mince sur les faciès carbonatés.

MÉTHODOLOGIE

L'étude diffractométrique a porté sur les forages F 1 et F 4. Le dosage semi-quantitatif sur roche totale est obtenu selon la méthode des poudres (PERSOZ 1969) avec une précision de l'ordre de $\pm 7\%$. Les phyllites du résidu insoluble (HCl 10%) sont dosées relativement à la

somme totale des phyllites, sur préparations orientées et traitées à l'éthylène-glycol (KÜBLER 1969). Pour le dosage, les raies suivantes ont été utilisées :

Smectites à 17Å, Interstratifiés entre 10 et 14 Å, Illite à 10 Å. Nous mesurons également l'indice d'aigu de l'Illite (largeur du pic à mi-hauteur), qui caractérise son degré de cristallinité (KÜBLER 1964). Le rapport Kaolinite-Chlorite a été établi sur les raies vers 3,58 et 3,52 Å.

Le dosage de l'asphalte, pour certains échantillons, a été réalisé par le procédé Soxhlet. La précision est estimée à $\pm 4\%$.

En microscopie nous avons employé la terminologie de DUNHAM (1962) et FOLK (1962) dans un sens simplifié, le nom est donné en respectant la partie dominante des constituants de la roche.

RÉSULTATS

Les planches V et VI détaillent les résultats obtenus en diffractométrie dans les forages F 1 et F 4.

Forage F 1 : on peut mettre en évidence trois unités : I (éch. 1-5), II (éch. 6-12), III (éch. 13-36).

Les limites de ces différentes unités se marquent par des variations quantitatives très visibles sur le plan minéralogique. La limite entre I et II est principalement marquée dans la distribution du groupe quartz-calcite-chlorite-montmorillonite-IAN, celle entre II et III par le groupe quartz-calcite-kaolinite-chlorite-montmorillonite, celle entre III et la fin du forage par le groupe quartz-calcite-montmorillonite.

Les variations mineures à l'intérieur de chaque unité correspondent à des bancs discrets de calcaire. Dans l'unité III, trois subdivisions supplémentaires (A : éch. 13-18, B : éch. 19-24, C : éch. 25-36) se marquent par le comportement des indices d'aigu (IAN et IAG), ainsi que par la distribution de la calcite et des interstratifiés.

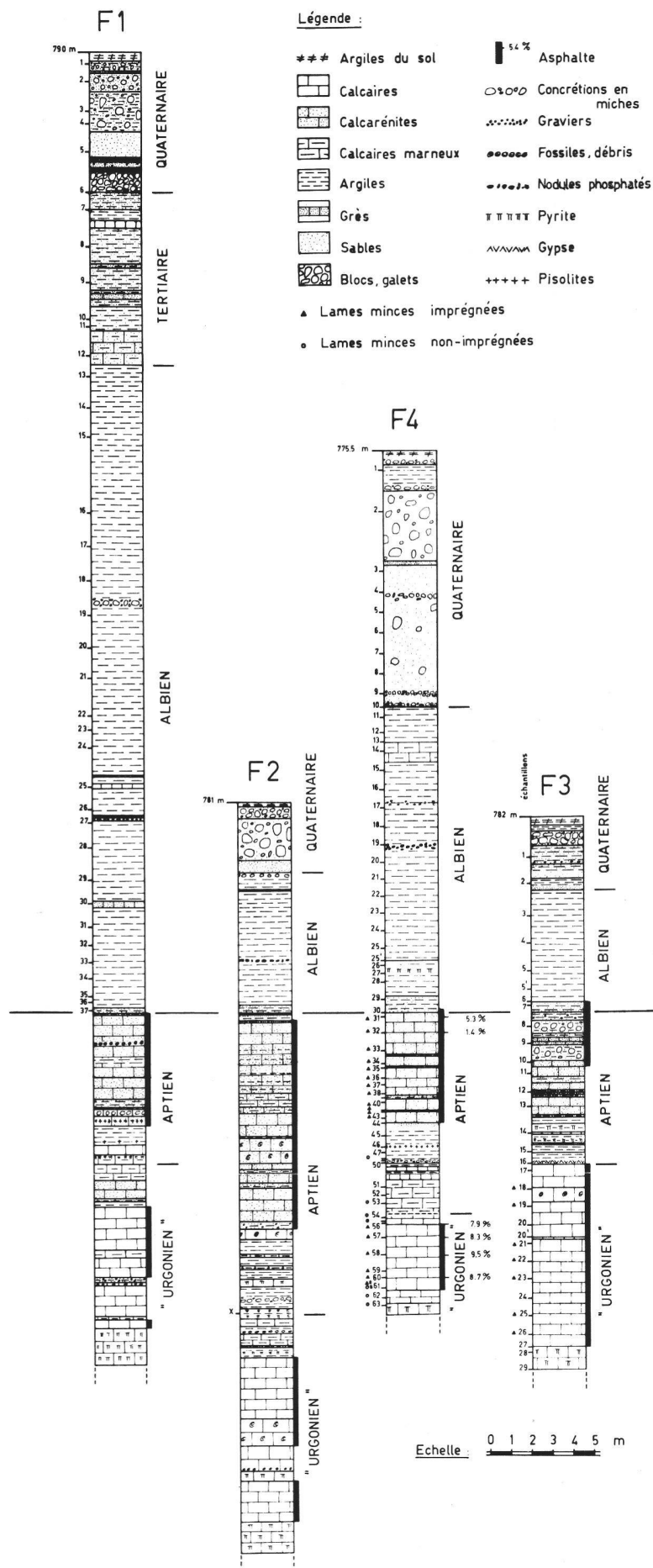
Forage F 4 : on peut également y déceler plusieurs unités : I (éch. 1-9), II (éch. 10-30), III (éch. 31-52), IV (éch. 53-63), dont le comportement minéralogique est très différent d'une unité à l'autre. Dans l'unité II on peut retrouver une subdivision en trois sous-unités (A : éch. 10-18, B : éch. 19-23, C : éch. 24-30) qui se caractérisent par des tendances évolutives dans la distribution de la calcite, ainsi que dans le comportement de la kaolinite et des indices d'aigu.

La similitude entre les unités I, II, III respectivement des forages F 1 et F 4 est suffisante pour permettre une corrélation de ces niveaux. Par contre, un doute subsiste sur les corrélations internes entre les unités F4-II (A, B, C) et F1-III (A, B, C), où l'évolution des critères n'est pas entièrement analogue dans les deux forages.

Sur la base de toutes ces observations, nous pouvons comparer les deux forages et corréler les unités qui les composent avec la lithostratigraphie :

FORAGES DE LA PRESTA

puissances réelles



F 1 - I	F 4 - I	QUATERNAIRE
F 1 - II		TERTIAIRE
A	A	
F 1 - III B	F 4 - II B	ALBIEN
C	C	
	F 4 - III	APTIEN
	F 4 - IV	« URGONIEN »

Les divisions minéralogiques concordent avec les divisions lithostratigraphiques établies par SCHARDT (1910), FREY (1922), RICKENBACH (1925).

La planche IV détaille les principales observations macroscopiques des quatre forages. Nous obtenons les successions suivantes :

QUATERNAIRE

- 20-50 cm Sol argilo-caillouteux brun foncé.
- 30-100 cm Argiles compactes brunes avec matière organique. Ces argiles ne sont pas toujours présentes.
- 2-10 m Gravier sableux avec blocs, lavés et triés, avec lentilles sableuses puis niveaux à blocs ou passées graveleuses. Terrains d'origine fluvio-glaciaire probablement.

TERTIAIRE — 8 m — Argiles gris-bleu claires, sableuses. Compactes et enrichies en quartz vers la base. Rencontrées seulement dans le forage F 1.

SECONDAIRE

Albien — 31 m — Argiles bigarrées avec passées gris-bleu, quelques niveaux calcaires et horizons probablement discontinus avec nodules et fossiles pyriteux ou phosphatés. Vers la base, 30 à 80 cm d'argiles sableuses gris-bleu plus calcaires. Dans le forage F 1, des échantillons 16 à 35, les argiles sont feuilletées et étirées ; on y observe aussi des niveaux de granulométrie variable à concrétions calcaires en miches (visibles dans les forages F 1 et F 4).

Aptien — 7 à 15 m — Au sommet, calcarénites puis grès plus ou moins tendres à ciment argileux, glauconneux. Nombreuses passées argileuses. Débris de fossiles. Vers la base, on peut y observer un petit niveau argileux gris-bleu à orbitolines. (THIÉBAUD (1937) cite comme base de l'Aptien dans la région une couche d'argiles à *Orbitolina lenticularis* et *Heteraster oblongus*). Le sommet de cet Aptien est imprégné d'asphalte sur 3 à 10 mètres.

« **Urgonien** » — Tous les forages ont atteint l'« Urgonien », mais aucun ne l'a traversé entièrement. Calcaires blancs crayeux, poreux, pyriteux. Fortement imprégnés d'asphalte vers le sommet sur 3 à 9 mètres. Ils ont alors une couleur brun mauve à noire.

	F1	F2	F3	F4
Quaternaire	6,70	3,40	3,50	12,30
Tertiaire	8,20			
Albien	31,00	6,70	5,80	14,60
Aptien	7,30	14,40	7,30	9,60
Urgonien incomplet	9,60	11,40	9,80	4,80

Table 1 : Tableau comparatif des puissances (en mètres) dans les différents forages.

OBSERVATIONS EN PLAQUES MINCES

Les niveaux calcaires de l'Aptien et de l'« Urgonien » ont fait l'objet d'une étude en plaques minces, dont les principales observations sont réunies dans les tables 2 et 3.

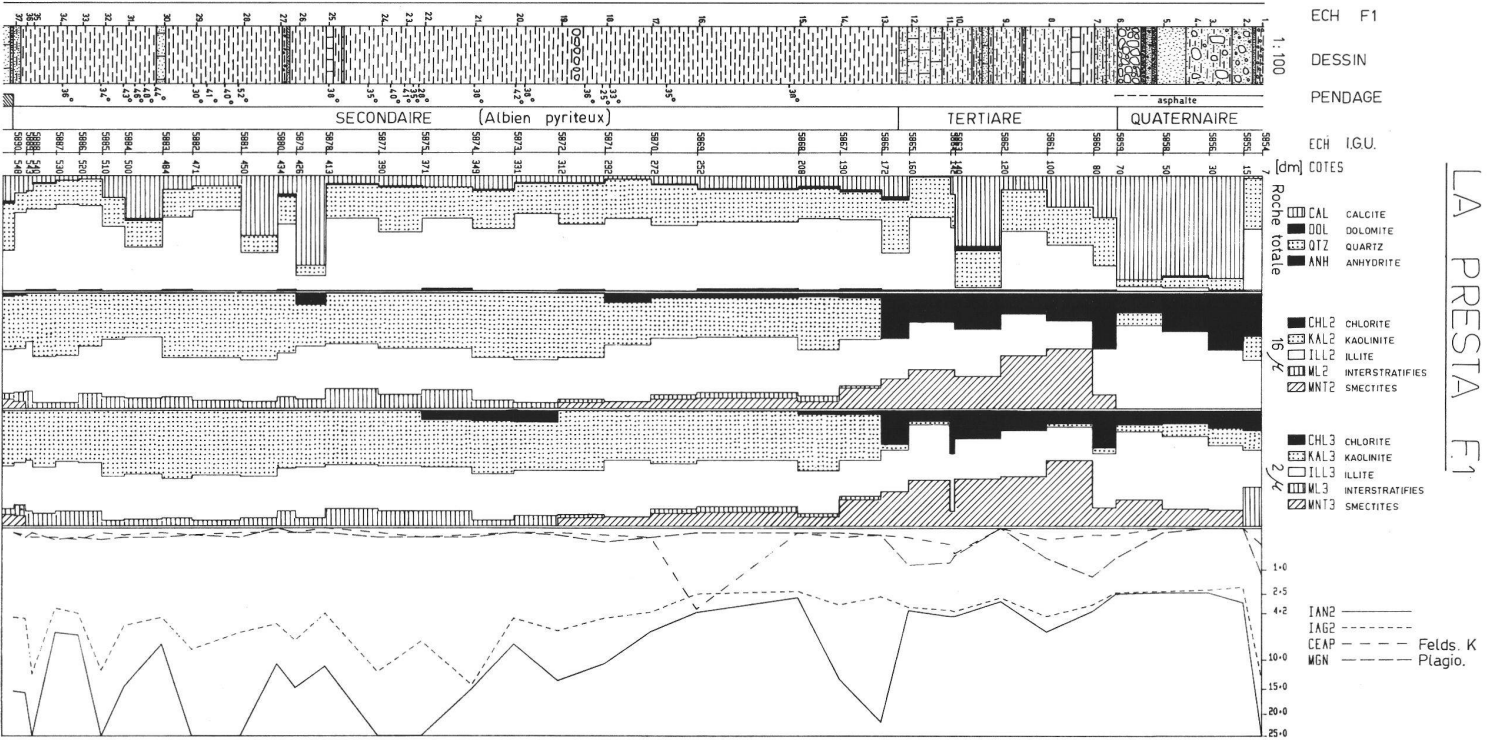
On constate que l'« Urgonien » est essentiellement constitué de calcaires micritiques à très forte proportion de biodétritiques. Les rares récurrences sparitiques montrent des débris biogènes plus cassés, témoignant d'indice d'énergie plus élevé.

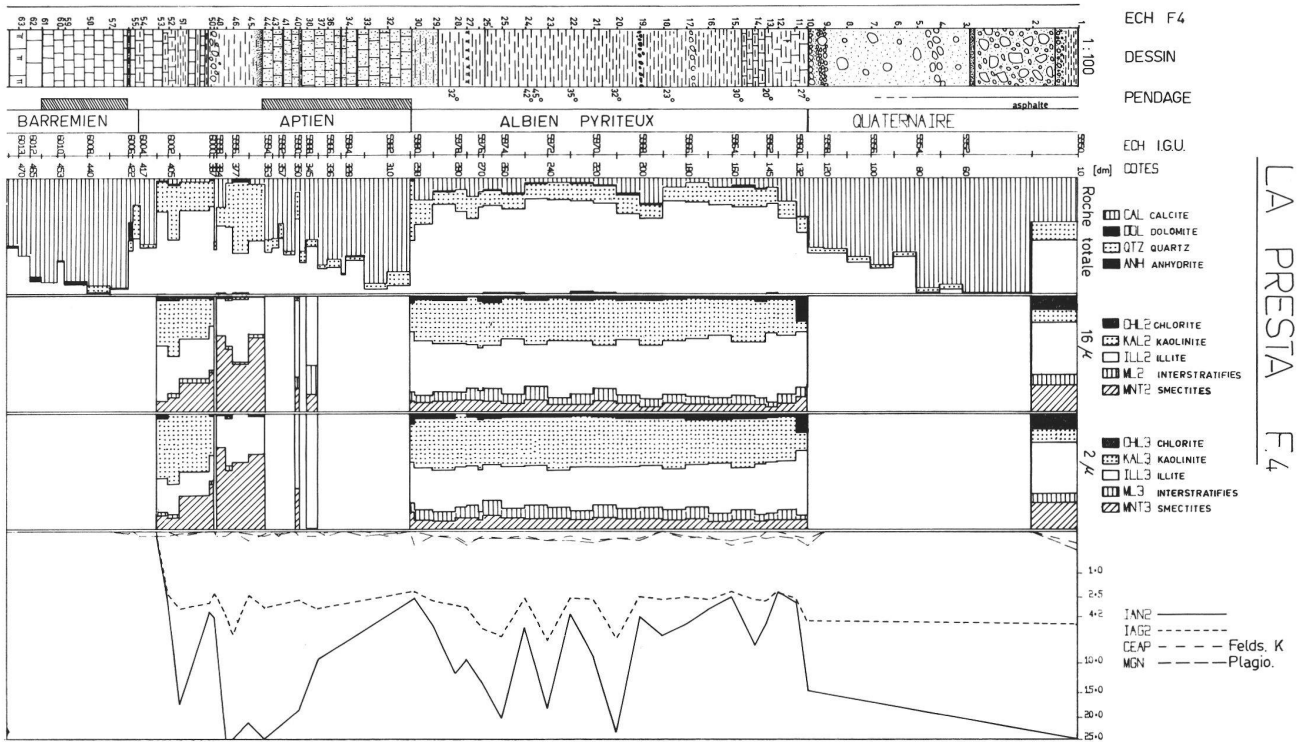
Les bancs calcaires de la base de l'Aptien montrent toujours des biomicrites alternant avec des passées argileuses. Leur fréquence augmente dans la partie médiane, où la nature des calcaires passe à des biosparites. Au sommet, les biosparites forment de grands bancs, où les passées argileuses ont totalement disparu. Une telle évolution, aussi bien dans les teneurs en argiles que dans la matrice des calcaires, correspond à une augmentation très nette de l'indice d'énergie.

Dans les niveaux imprégnés d'asphalte (sommet de l'Aptien et sommet de l'« Urgonien »), les parties sparitiques de la roche (ciment, coquilles ou loges des biogènes) ne sont jamais touchées par l'asphalte, alors que toutes les zones micritisées sont imprégnées.

Dans l'« Urgonien », l'imprégnation est forte (8-10%), l'asphalte colore la roche en noir, lui donnant un touché poisseux. Dans l'Aptien, l'imprégnation est beaucoup plus faible (1-5%), la roche prend une teinte brun mauve clair.

En lame mince, on ne constate aucune différence texturale fondamentale entre les roches imprégnées et non imprégnées.





	Roche magasin	Puissance d'imprégnation	
F1	Calcaires crayeux pyriteux	3,80	"URGONIEN
F2	Calcaires crayeux pyriteux	6,20	
F3	Calcaires crayeux pyriteux	8,70	
F4	Calcaires crayeux pyriteux	3,20	
F1	Calcarénite glauconieuse	5,40	APTIEN
F2	Calcarénite glauconieuse	10,00	
F3	Argiles sableuses	3,10	
F4	Calcarénite glauconieuse	6,50	

Table 2 : Répartition de l'asphalte dans les différents forages.
(puissances en mètres)

INTERPRÉTATION

1. *Concordance.* — En comparant les planches IV, V et VI avec les travaux antérieurs, on s'aperçoit que la minéralogie suit de près la stratigraphie habituelle et que les brusques variations des teneurs correspondent chaque fois aux limites lithostratigraphiques admises jusqu'à ce jour par les chercheurs.

2. *Critère de différenciation.* — Entre les argiles tertiaires et les argiles secondaires (albiennes), nous constatons la disparition presque totale de la chlorite, tandis que la kaolinite (absente au tertiaire) apparaît en grande quantité (ceci dans les deux fractions étudiées, $<16\mu$ et $<2\mu$). Ce phénomène pourrait être un nouveau moyen de différencier les terrains tertiaires et secondaires dans nos régions.

3. *La structure.* — La disposition des forages, les pendages et les puissances de chaque série nous amène à envisager une structure anticlinale de faible amplitude (env. 100 m). Les fortes variations de puissances dans l'Aptien et l'Albien surtout peuvent donner lieu à plusieurs interprétations : figures 2, 3, 4, 5.

Soit une interprétation sédimentaire avec érosion de l'Aptien avant le dépôt de l'Albien (fig. 2 et 3) et deux interprétations tectoniques l'une faisant intervenir un système de failles dans les argiles (fig. 4), l'autre une faille ou chevauchement important au SE (fig. 5).

Echant.	Grains	Asphalte	Nom selon Folk	Nom selon Dunham
F4 31	BG	X	BIOSPARITE	GRAINSTONE
F4 32	BPG	X	BIOSPARITE	GRAINSTONE
F4 33	BG	X	BIOSPARITE	GRAINSTONE
F4 34	BG	X	BIOSPARITE	GRAINSTONE
F4 35	BG	X	BIOSPARITE	GRAINSTONE
F4 36	BG	X	BIOSPARITE	GRAINSTONE
F4 37	BG	X	BIOMICRITE	PACKSTONE
F4 38	BG	X	BIOMICRITE	PACK-WACKESTONE
F4 40	BG	X	BIOMICRITE	WACKESTONE
F4 41	BAG	X	BIOSPARITE	GRAINSTONE
F4 42	BQG	X	BIOMICRITE	WACKESTONE
F4 43	AGBQ	X	INTRAMICRITE	PACK-WACKESTONE
F4 48	QB		BIOMICRITE	MUDSTONE
F4 53	BQ		BIOMICRITE	WACKESTONE
F4 54	B		BIOMICRITE	WACKESTONE
F4 55	BOo		BIOMICRITE	WACKESTONE
F4 56	B	X	BIOSPARITE	GRAINSTONE
F4 57	B	X	BIOMICRITE	WACKESTONE
F4 58	BAPy	X	BIOSPARITE	GRAINSTONE
F4 59	BPPy	X	BIOSPARITE	GRAINSTONE
F4 60	BP	X	BIOSPARITE	GRAINSTONE
F4 61A	BP	X	BIOPELLSPARITE	GRAINSTONE
F4 61B	BP		BIOSPARITE	GRAINSTONE
F4 62	QPB		BIOPELLMICRITE	PACKESTONE
F4 63	BPQ		BIOPELLMICRITE	PACKESTONE
F3 18	BP	X	BIOPELLSPARITE	GRAINSTONE
F3 19	BPQ	X	BIOPELLMICRITE	PACKESTONE
F3 21	PB	X	BIOPELLSPARITE	GRAINSTONE
F3 22	CBP	X	BIOPELLSPARITE	GRAINSTONE
F3 23	BPO	X	BIOSPARITE	GRAINSTONE
F3 25	CB	X	BIOMICRITE	WACKESTONE
F3 26	B	X	BIOSPARITE	GRAINSTONE

Grains :

B = biogènes
P = pellets
A = agrégats
Q = quartz
G = glauconie
Py = pyrite
O = onkoïdes
Oo = ooïdes
C = calcite

sont indiqués si
leur teneur est
 $\geq 15 \%$, dans
l'ordre décroissant.
La glauconie est
indiquée déjà à
partir de $\geq 5 \%$.

Table 3 : Résultats de l'analyse en lame mince.

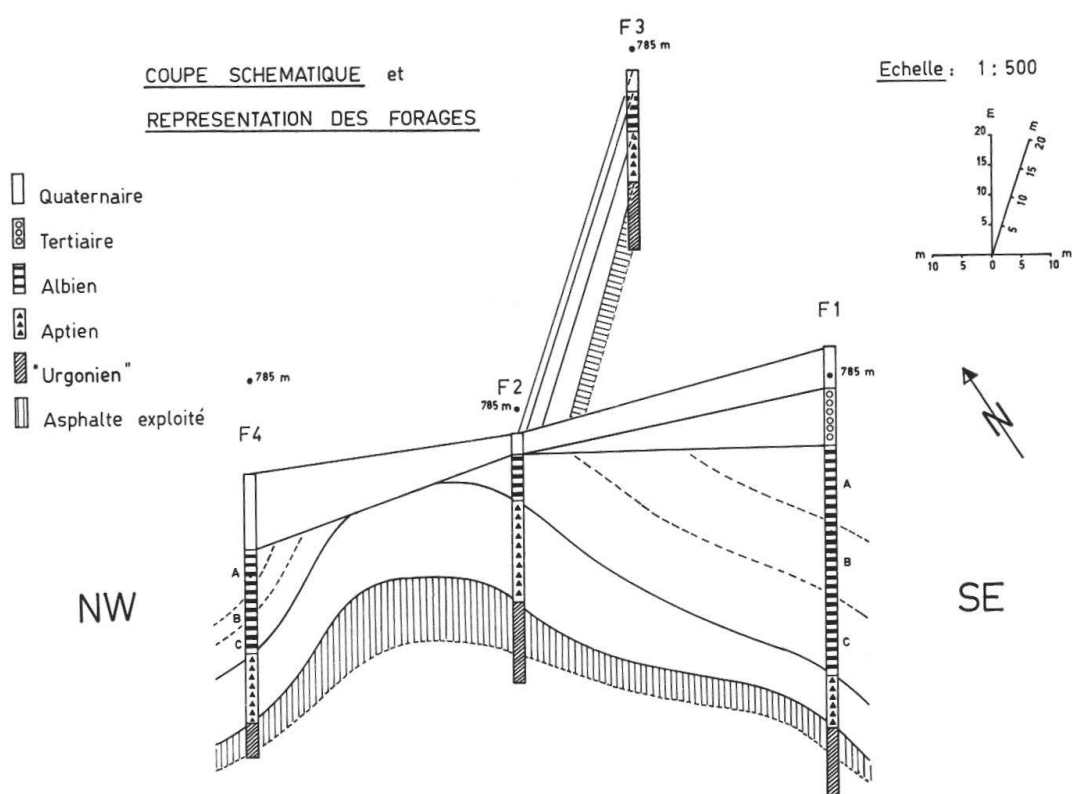


Fig. 2. Nous n'envisageons aucune complication à l'endroit même et nous admettons l'existence des 3 sous-unités de l'Albien (A, B, C).

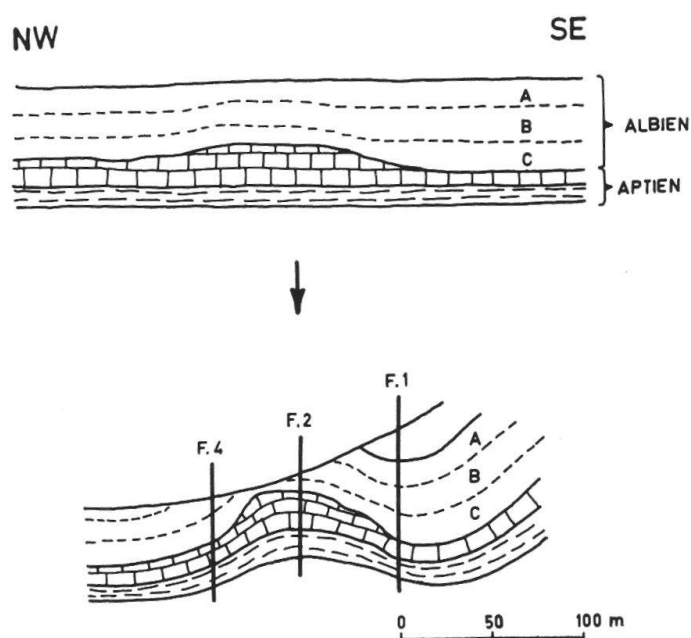


Fig. 3. Solution sédimentaire. L'Albien transgressif s'est déposé sur un relief aptien déjà fini.

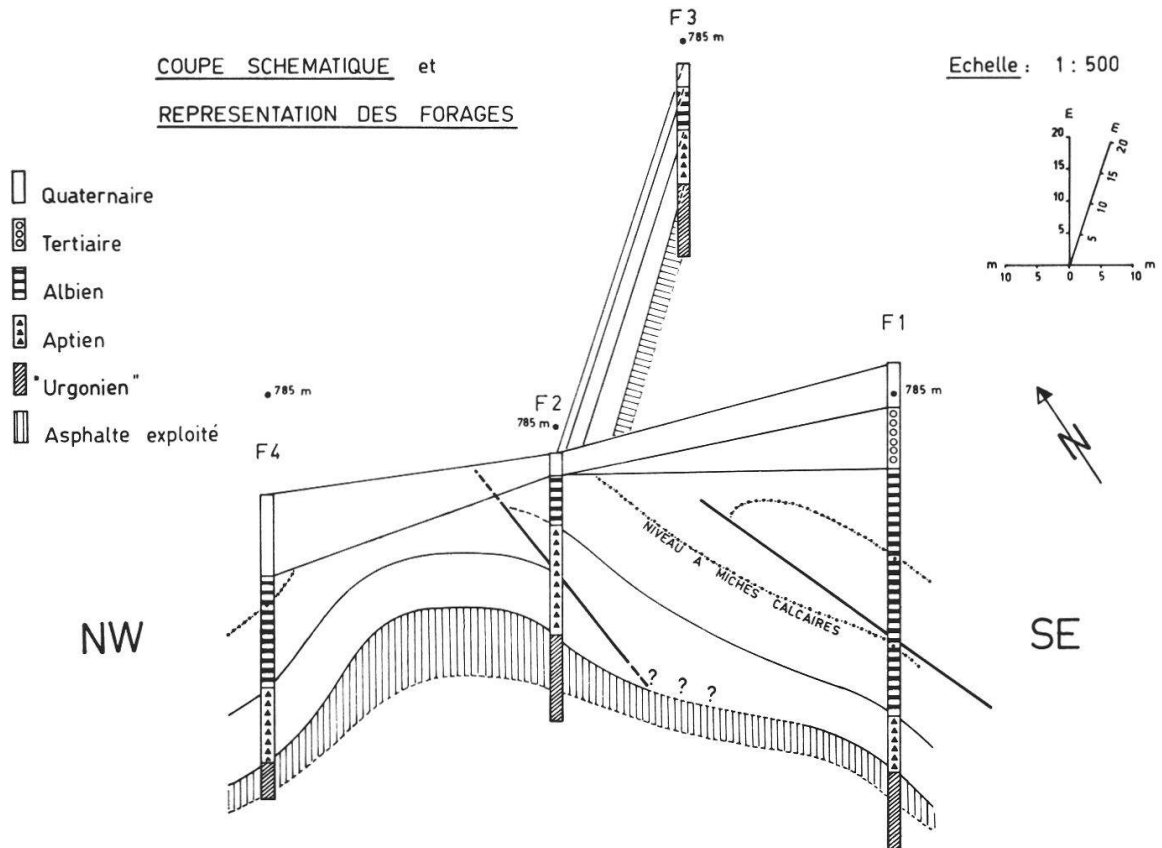


Fig. 4. Nous envisageons des complications tectoniques *in situ*. L'Albien n'est plus subdivisé en 3 sous-unités, ses argiles feuilletées et la répétition de ses niveaux à miches calcaires sont dues à l'effet d'une faille. L'Aptien est également dédoublé par une faille.

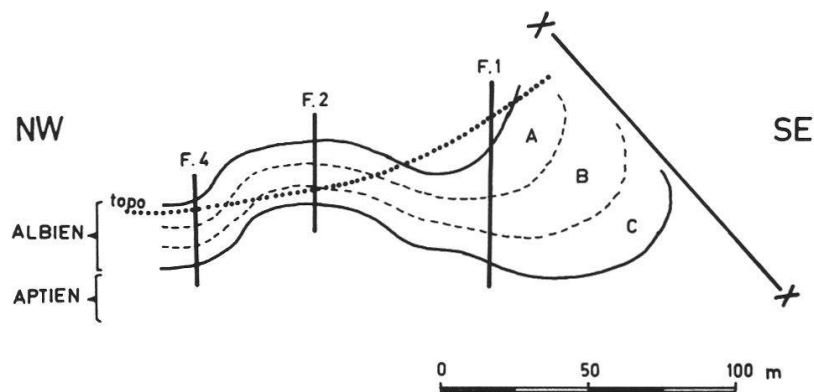


Fig. 5. Solution tectonique « lointaine ». Une faille située en dehors du profil étudié provoque le surépaississement des argiles albiennes par bourrages latéraux.

4. Conditionnement de sédimentation au Crétacé moyen

« **Urgonien** » : zone de plateforme avec une forte activité biologique et des milieux plus ou moins argileux.

Aptien : vers la base, nous remarquons une tendance à la formation de fonds vaseux (argiles et faciès micritiques) puis, en montant dans la série, nous passons à un milieu de haute énergie (disparition des argiles et faciès sparitiques), qui annonce un système de barre ou de haut-fonds.

Albien : forme une série homogène avec peu de changements. Milieux vaseux, peu ou pas agités, réducteurs, avec parfois des interruptions de sédimentation exprimées par les niveaux à nodules phosphatés.

5. *L'asphalte*. — Plusieurs théories ont été présentées pour expliquer la formation et le dépôt de l'asphalte au Val-de-Travers (voir travaux déjà cités au cours du présent travail, ainsi que la bibliographie). La diversité des explications nous montre à quel point ce problème est difficile à résoudre. De toutes ces théories, on peut retenir que l'asphalte est venu se déposer dans l'Urgonien-Aptien après avoir migré depuis le lieu de sa formation qui est, encore aujourd'hui, inconnu (Trias, Lias, Albien, Tertiaire?). Presque tous les auteurs admettent une origine organique de l'asphalte.

Les observations que nous avons faites en lame mince ne nous permettent pas d'apporter d'éléments nouveaux susceptibles d'améliorer la compréhension que nous avons des problèmes liés à l'asphalte de la Presta.

Si nous comparons les puissances d'imprégnation en regard de la structure anticlinale, nous voyons que celle-ci, avec sa couverture albienne imperméable, a probablement fonctionné comme un piège à asphalte (voir fig. 2 ou 4), ceci est surtout visible dans l'« Urgonien ».

CONCLUSIONS

Les principaux points acquis au cours de ce travail sont :

- Définition minéralogique des différentes unités lithostratigraphiques rencontrées dans les forages.
 - Mise en évidence de trois sous-unités dans la série des argiles albiennes (ce point mérite des études supplémentaires).
 - Brève description du milieu sédimentaire de l'« Urgonien » et de l'Aptien de la région.
 - Un nouveau critère de séparation des terrains tertiaires et secondaires de la région a été découvert.
-

Remerciements

Nous remercions vivement la direction de la NEUCHÂTEL ASPHALTE CO de Travers et l'Etat de Neuchâtel d'avoir mis à notre disposition le matériel de cette étude. Notre gratitude s'adresse aussi à l'Institut de géologie, principalement à MM. B. Kübler, F. Persoz, J.-P. Schaer, J. Remane, professeurs qui nous ont conseillé et aidé tout au long de ce travail, ainsi que M^{me} A. Jasiewicz et MM. G. Magranville, G. Saas, dont le travail et le soutien nous ont été très précieux.

Résumé

La minéralogie des formations albo-aptiennes est décrite pour la première fois dans le Jura neuchâtelois.

Aptien : alternance de calcaires micritiques et argiles passant au sommet à des calcarénites, avec comme phyllites associées kaolinite, illite et montmorillonite.

Albien : essentiellement argileux (env. 10 % de quartz et 5-10 % de carbonates). La kaolinite (40 %) et l'illite (30 %) sont accompagnées de smectites.

Les unités stratigraphiques telles qu'elles sont définies dans le Jura correspondent aux unités minéralogiques.

L'asphalte imprègne le sommet du faciès urgonien sur 3 à 8 mètres. La teneur est de l'ordre de 8-10 %, le sommet de l'Aptien en contient 1-5 %. Les textures des roches imprégnées et non imprégnées ne présentent pas de différences marquées. La concentration de l'asphalte au sommet de la voûte anticlinale témoigne probablement d'une migration locale.

BIBLIOGRAPHIE

- BREYNART, F. — (1912). Le gisement asphaltique du Val-de-Travers. *Ann. des Mines*, série 11, mém. t. II : 316-347, Paris.
- CITA, M. B. — (1965). Jurassic, Cretaceous and Tertiary Microfacies from the Southern Alps (Northern Italy). *Leiden* (Ed. Brill) : 29-38.
- DESOR, E. — (1867). Sur les mines d'asphalte du Val-de-Travers. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 7 : 547-550.
- (1872). Sondage du banc d'asphalte à Travers. *Ibid.* 9 : 218.
- DUNHAM, R. J. — (1962). Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture. *Classification of Carbonate Rocks*, Am. Ass. Petr. Geol., mem. 1, Tulsa, USA (Ham W. E. ed.) : 108-121.
- DU PASQUIER, L. — (1894). Profils du Val-de-Travers. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 22 : 349 (4 profils).
- FOLK, R. L. — (1962). Spectral Subdivision of Limestone Types. *Classification of Carbonate Rocks*, Am. Ass. Petr. Geol., mem. 1, Tulsa, USA (Ham W. E. ed.) : 62-84.
- FRAUTSCHI, J.-M. — (1971). Etude roentgenographique de la molasse d'eau douce inférieure de quelques forages du bassin molassique suisse. *Trav. Lic. Inst. Géol. Univ. Neuchâtel* : 47 pp.
- FREY, M. — (1922). Die Asphaltlagerstätten im schweizerischen Juragebirge mit besonderer berücksichtigung des Val-de-Travers. *Beitr. zur Geol. der Schweiz*, Geotech. série, IX Lief. : 36 pp.
- GRESSLY, A. et DESOR, E. — (1861). Sur l'orographie et la géologie du Val-de-Travers. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 5 : 458.
- GUILLAUME, S. — (1966). Le Crétacé du Jura. *Bull. Bur. Rech. Géol. et Min.*, série A, N° 4668, N° d'ordre 5515 : 297 pp.
- HEIM, A. — (1919). Geologie der Schweiz, Band L, Molasseland und Jura-gebirge. *Leipzig* : 441-547.
- JACCARD, A. — (1889). Etude géologique sur l'asphalte et le bitume au Val-de-Travers, dans le Jura et la Haute-Savoie. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 17 : 108-212.
- (1890a). Note sur l'asphalte. *Ibid.* 18 : 174-175.
- (1890b). Nouvelles notes sur l'asphalte. *Ibid.* 18 : 190.
- KNAB, A. — (1869). Théorie de la formation de l'asphalte au Val-de-Travers et de la production de bitumes volatiles en général. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 8 : 218, 226 et 238.
- KÜBLER, B. — (1964). Les argiles, indicateurs du métamorphisme. *Rev. Inst. Franç. Pét.* 19/10 : 1093-1113.
- (1966). La cristallinité de l'Illite et les zones tout à fait supérieures du métamorphisme. *Colloque sur les étages tectoniques*, Neuchâtel, 18-21 avril 1966, Festschrift : 105-122.
- (1967). Stabilité et fidélité de mesures simples sur les diagrammes de rayons X. *Bull. Gr. Franç. argiles* 19/1 : 39-47.
- (1968). Evaluation quantitative du métamorphisme par la cristallinité de l'Illite. Etat des progrès réalisés ces dernières années. *Bull. centre Rech. Pau, SNPA* 2/2 : 385-397.

- MONNEY, C. — (1973). Contribution à l'étude de l'Hauterivien des environs de Neuchâtel. *Trav. Lic. Inst. Géol. Univ. Neuchâtel* : 32 pp.
- MONNIER, F. — (1973). Etude minéralogique et pétrographique du forage de Linden. Corrélations avec 4 forages du bassin molassique suisse. *Trav. Dipl. Inst. Géol. Univ. Neuchâtel* : 18 pp.
- MÜHLBERG, M. — (1917). Die Asphaltlagerstätten im Kanton Neuenburg. *Mitt. der aargauischen Nat. Ges.* 14.
- MÜHLETHALER, C. — (1932). Etude géologique de la région des Verrières (canton de Neuchâtel). *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 56 : 211-300.
- PERSOZ, F. — (1969). Fidélité de l'analyse quantitative des poudres de roches par diffraction X. *Bull. centre Rech. Pau, SNPA* 3/2 : 329-355.
- REMANE, J. et PERSOZ, F. — (1973). Evolution des milieux de dépôts au Dogger supérieur et au Malm dans le Jura neuchâtelois méridional. *Ecl. Géol. Helv.* 66/1 : 41-70.
- RENZ, O. et LUTERBACHER, H. — (1965). Die mittlere Kreide von La Vraconne bei Sainte-Croix (Kt. Waadt). *Bull. Ass. suisse des Géol. et Ing. du Pét.* 31/81 : 76-101.
- RICKENBACH, E. — (1925). Description géologique du Val-de-Travers entre Fleurier et Travers. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 50 : 1-76.
- SCHARDT, H. — (1905). Observations géologiques sur les environs de Couvet. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 32 : 106-116.
- (1907). Sur l'origine de l'asphalte contenue dans les calcaires urgoniens du Jura. *Ibid.* 34 : 311-313.
- (1911). Note sur les gisements asphaltifères du Jura. *Ibid.* 37 : 398-424.
- SCHARDT, H. et DUBOIS, A. — (1900). Le Crétacé moyen du synclinal du Val-de-Travers-Rochefort. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 28 : 129-157.
- THIÉBAUD, C.-E. — (1937). Travers, Creux-du-Van, Saint-Aubin. *Bull. Soc. neuchâtel. Géogr.* 45 : 76 pp.
- TRIBOLET, M. de. — (1877). Note sur les gisements d'asphalte du Hanovre comparés à ceux du Val-de-Travers. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 11 : 266-271.
- (1879). Sur la présence de fossiles du Gault aux mines d'asphalte du Val-de-Travers. *Ibid.* 11 : 531.

Note : Une liste bibliographique très complète indiquant tous les travaux qui ont traité les problèmes de l'asphalte au Val-de-Travers a été établie par M. FREY (1922) dans sa publication citée ci-dessus. Nous y renvoyons tous ceux qui s'intéresseraient à l'asphalte du Val-de-Travers et qui désireraient se documenter sur la question.
