Zeitschrift: Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles
Band: 85 (1962)

Artikel: Etude de l'Oehningien (Tortonien) du Locle (Neuchâtel, Suisse)
Autor: Kübler, Bernard
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-88917

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

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

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

Download PDF: 15.07.2025

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

INSTITUT DE GÉOLOGIE, UNIVERSITÉ DE NEUCHATEL
Directeur : Professeur Eugène Wegmann

ÉTUDE DE L'ŒHNINGIEN (TORTONIEN) DU LOCLE (NEUCHATEL, SUISSE)

PREMIÈRE PARTIE

par

BERNARD KÜBLER

AVEC 2 FIGURES ET 2 PLANCHES

TABLE DES MATIÈRES

Pages

PRÉFACE 6

INTRODUCTION
1. Historique 7
2. Cadre 8
3. Intérêt 9

PARTIE STRATIGRAPHIQUE 11
1. Sondage de la Combe-Girard 11
2. Galerie de La Maladière 17
3. Affleurements connexes du quartier de La Maladière 20
4. Nouvelle route du coteau E de La Jaluse 21
5. Puits des Rondes 22
6. Corrélations entre les profils 24
7. Conclusions stratigraphiques 26
8. Formations post-œhningiennes 27
9. Remarques tectoniques 29
10. Discussion 32
11. Age du plissement 32

ESQUISSE PALÉOGÉOGRAPHIQUE 34
1. Substratum jurassique 34
2. Substratum crétacé 34
3. Le Tertiaire 34
4. Influence du plissement 37

RÉSUMÉ 38

BIBLIOGRAPHIE 40

PRÉFACE

Cette étude se compose de deux parties. Dans la première partie, objet de cette publication, figurent les résultats de l'étude statigraphique et tectonique suivis d'une courte vue d'ensemble.

La deuxième partie, qui paraîtra aux *Beiträge zur Mineralogie und Petrographie*, s'attache plus spécialement à la pétrographie si particulière des craies et sédiments d'eau douce de l'Œhningien (cf. KÜBLER 1962).

Que M. le professeur Wegmann, mon maître et directeur de ce travail, soit assuré de toute ma reconnaissance. Sans cesse et dans des domaines aussi divers que ceux touchés ici, ce maître exigeant n'a cessé, par la largeur de son savoir, ses remarques et ses réflexions judicieuses, de me faire entrevoir les profits ignorés des techniques, des méthodes et de leurs résultats.

J'éprouve une vive reconnaissance envers M. le professeur D. Aubert qui me guida dans le dédale des tertiaires verrisans comme dans ceux du décrochement de Pontarlier. Il assuma comme membre du jury la tâche ingrate, mais combien profitable pour moi, de lire et de corriger ce manuscrit.

Je ne puis que répéter ici la gratitude que j'ai envers M. le professeur Correns pour son accueil si ouvert dans ses Instituts, sa bienveillante patience et attention à l'égard du débutant de 1955, patience qui, cinq ans plus tard, fut remise à contribution par la lecture de ce travail.

MM. les professeurs Millot et Galopin ont encouragé et facilité les premiers pas d'un débutant dans le domaine des argiles comme dans celui de la microscopie ; qu'ils en soient remerciés.

Feu M. Pierre Cart, directeur technique des Services industriels de la Ville du Locle, a toujours manifesté une compréhension éclairée pour les problèmes géologiques et m'a à tel point facilité la tâche que, sans lui, bien des résultats, et parmi les plus intéressants, n'eussent été possibles.

M. Jean Neuenschwander a méticuleusement échantillonné le sondage de la Combe-Girard ; il n'a cessé de me tenir au courant de chaque nouvelle fouille. Qu'il soit remercié de son aide efficace autant dans l'esprit que dans les faits.

M. F. Hofmann a bien voulu me montrer sur le terrain les lits de montmorillonite, si importants dans la stratigraphie du Tortonien suisse-oriental, ainsi que les anciennes fouilles de Œhningen ; qu'il trouve ici mes remerciements.

Les longues discussions, tant avec mes camarades neuchâtelois A. Baer et J.-P. Schaer qu'avec tous les amis de Göttingen, m'ont été d'un précieux secours. Merci en particulier à M. Schaer et M. P. Jaques pour l'échantillonnage des niveaux du Jurassique.

Enfin ma reconnaissance est peu de chose face à l'appui que m'ont apporté mes parents tout au long de mes études et face à celui de ma femme.

Les travaux en laboratoire ont débuté en 1952 et sur le terrain dès 1953 ; ils se sont poursuivis à la faveur des fouilles, nouvelles routes,

galeries ou puits jusqu'en 1959. Les travaux de laboratoire ont entièrement occupé les deux ans (1955-1957) passés chez M. Correns dans le « Sediment-petrographisches Institut » de l'Université de Göttingen.

Les bases topographiques sont les feuilles 1143 et 1144 de la Carte nationale de la Suisse au 1 : 25000, mais surtout les levés détaillés et plans d'ensemble à diverses échelles des Services industriels de la Ville du Locle. Les coordonnées, les cotes et les noms sont ceux de la Carte nationale, sauf ceux qui se trouvent sur les plans cadastraux de la Ville du Locle.

INTRODUCTION

1. *Historique*

Les terrains d'eau douce du Locle retiennent depuis plus de 150 ans l'intérêt des géologues et suscitent une abondante littérature. Certes, ils doivent une partie de leur renom aux célèbres carrières que les Augustins d'Œhningen exploitèrent à Wangen depuis le début du XVIe siècle au moins (Pfannenstiel 1958). Mais c'est surtout la minutie et le talent d'observation des grands géologues jurassiens du siècle passé qui consacrent la célébrité des assises locloises.

L'aurore de l'industrialisation par le charbon est à l'origine des premiers documents. Des fouilles pratiquées en 1783 dans les charbons feuilletés que l'on appelle alors le « charbon de pierre » conduisent à des contestations entre la commune et un particulier (Jaccard 1864). Léopold de Buch est alors délégué dans la Principauté pour régler ce conflit charbonnier. Mais rapidement les écrits d'inspiration scientifique l'emportent sur le mercantile. Comme au début la géologie s'intéresse surtout aux images pétrifiées des mondes disparus ; les fossiles captent d'abord l'attention des savants et donnent lieu aux très nombreuses notes du siècle passé. Par l'application intelligente du principe d'actualité, les géologues arrivent très rapidement à une image paléogéographique d'une exactitude surprenante. Par exemple, Léopold de Buch (1803 et 1816), au début du XIXe siècle, sait déjà qu'il s'agit de dépôts lacustres. Agassiz (1837) peuple les rivages de ce lac d'un Dinotherium. Nicolet (1839) tente une première synthèse et complète (1844) la liste des vertébrés. Les beaux affleurements que découvrent à la moitié du siècle passé les grands travaux de construction du Jura-Industriel favorisent une moisson d'observations importantes (Desor et Gressly 1859). Jaccard (1856-1858) récolte la flore fossile et Oswald Heer (1856) la détermine. A partir de ces observations paléontologiques tant animales que végétales, une stratigraphie s'ébauche, le parallélisme avec l'Œhningien d'Œhningen se confirme et une date est assignée au plissement du Jura.

Puis les connaissances s'accumulant et les sciences se perfectionnant, on en arrive aux grandes synthèses de Jaccard (1869 et 1870) et de Maillard (1892).

Au passage du XIXe au XXe siècle, SCHARDT toujours à l'affût de faits nouveaux, ne cesse d'augmenter la somme des observations ; le temps de la synthèse est ainsi arrivé, en Jules FAVRE qui présente la meilleure et la plus complète vue d'ensemble de tout le bassin (1911). En compagnie de BOURQUIN et de STEHLIN, FAVRE (1937) revient sur son œuvre vingt-six ans plus tard ; il précise la place de l'Œhningien dans l'échelle stratigraphique mondiale et tente une stratigraphie de détail.

On voit ainsi que ce sont surtout la paléontologie et la stratigraphie qui ont prévalu lors des recherches géologiques locloises. Seuls trois précurseurs se sont préoccupés de la nature pétrographique : Léopold de BUCH, au début du siècle passé, parvient par son envoi « d'opale » à provoquer « des dissertations à la société philomathique de Paris » (d'après JACCARD 1893*a*) ; JACCARD voit très justement une relation entre l' « opale » et la matière organique (1893*a*) et éclaircit en deux pages la néoformation de la vivianite (1893*b*), et FAVRE reconnait des montmorillonites à la Combe-du-Stand (1911).

En raison de la nature très tendre de la roche, les affleurements naturels sont mauvais et jamais continus. La connaissance de l'Œhningien a pu progresser au siècle passé par l'implantation de voies de chemin de fer, la construction de gares, etc. Au XXe siècle, la modernisation des routes est surtout responsable de la création d'affleurements nouveaux mais sans pallier la discontinuité des profils géologiques. Seule la technique moderne pouvait remédier à cet inconvénient en forant jusqu'à la base des assises œhningiennes. C'est avec sa lucidité remarquable, ce que comprend feu M. Pierre Cart, ancien directeur technique des Services industriels du Locle, qui, à l'occasion de recherches hydrologiques, place judicieusement le sondage de la Combe-Girard sur une des médianes du bassin.

Ainsi les premières recherches connues au Locle sont une conséquence des premiers pas de l'industrialisation. Celle-ci commande par la suite la progression de la connaissance géologique par les affleurements indispensables qu'elle livre aux savants.

L'histoire de la connaissance de l'Œhningien du Locle reflète non seulement la progression de la science géologique mais aussi l'activité humaine jurassienne de ces 150 dernières années.

2. *Cadre*

Alors que le Jura n'est pas encore plissé, la transgression miocène atteint le bassin du Locle au Burdigalien. Puis, après le dépôt de la molasse marine helvétienne, elle perd de sa vigueur et les faciès d'eau douce dominent. Les sédiments tertiaires du synclinal des Verrières reproduisent la même succession.

A la même époque, de puissants cours d'eau descendent des Alpes primitives et forment les deltas de Nagelfluh, du Napf, du Righi et du

Toggenburg. Les grès, les sables, les marnes, les craies et les charbons feuilletés de l'Obere Süsswassermolasse (= OSM) [1] envahissent le plateau suisse-oriental. L'absence de cette molasse à l'W marque la grande opposition des parties orientales et occidentales du plateau suisse. (D'après BURRI (1951), le Jensberg près de Brugg/Bienne, que l'on croyait le prolongement tortonien le plus occidental, est en fait helvétien.) Alors que sous la même longitude le plateau est dépourvu de Tortonien, les dépressions qui formeront plus tard les synclinaux internes jurassiens, en arrière des deuxième et troisième chaînes actuelles, en ont conservé de larges affleurements.

Les sédiments lacustres crayeux de cette époque ne sont pas rares. En plus des célèbres carrières d'Œhningen, on en connaît de nombreuses intercalations dans l'OSM. Leur extension qui peut atteindre parfois 800 km² (PAVONI 1957) leur confère la valeur de « Leitniveau ». D'après leur fréquence, la molasse zurichoise n'est pas un dépôt fluvio-terrestre mais limno-fluviatile (PAVONI 1955).

Cependant c'est au Locle, avec quelque 190 à 200 mètres de sédiments typiquement lacustres, que la permanence du faciès limnique a été la plus longue.

3. *Intérêt*

En dehors de l'intérêt immédiat que présente l'étude pétrographique détaillée de 200 m de sédiments lacustres, il existe un intérêt stratigraphique et tectonique.

En effet, pour la stratigraphie de détail, FAVRE, BOURQUIN, STEHLIN (1937) se fondent surtout sur la faune malacologique et la grosseur des tests de mollusques. Mais comme FAVRE (1935) le remarque lui-même, l'écologie des mollusques lacustres est encore mal connue. La pétrographie fine des sédiments peut alors, dans un bassin restreint comme Le Locle, prendre le relais et aider la reconstitution d'une stratigraphie. Cette tentative n'est pas isolée ; les compagnies pétrolières ont pris l'habitude, depuis presque quarante ans, de recourir aux critères pétrographiques dans les séries où les repères paléontologiques manquent. Le spectre des minéraux lourds n'a pas toujours concrétisé les espoirs mis en eux (von MOOS 1935). Cependant, combinés à d'autres critères, ces essais furent couronnés de succès dans la molasse bavaroise (LEMCKE, von ENGELHARDT et FUECHTBAUER 1953). HOFMANN, BUECHI et PAVONI ont, d'autre part, obtenu d'excellents résultats en cartographiant depuis presque dix ans les niveaux montmorillonitiques de l'Obere Süsswassermolasse du plateau suisse-oriental. Il faut remarquer que l'origine volcanique de ces niveaux est la condition sine qua non de leur utilisation stratigraphique. En effet, après la thèse de M. MILLOT (1949), un certain doute a subsisté sur la valeur stratigraphique des argiles. Le perfectionnement des radiogoniomètres enregistreurs leur a rendu une partie de leur crédit, surtout depuis les travaux de WEAVER (1956) sur les

[1]) OSM : abréviation pour les auteurs suisses-allemands d'Obere Süsswassermolasse.

interstratifiés [1]. Le succès stratigraphique qu'il remporta (1958) dans l'étude des interstratifiés d'une série sédimentaire carbonifère, a même convaincu les compagnies pétrolières de la valeur de sa technique.

On suivra dans cette première partie, la contribution importante des critères pétrographiques (nature des argiles, des carbonates, des insolubles) à la stratigraphie de détail de l'Œhningien.

D'un autre côté, l'Œhningien est le dernier dépôt connu avant la phase paroxysmique du plissement du Jura. En étudiant sa tectonique, on examine les conséquences de la phase principale à l'exclusion des mouvements précurseurs.

Un autre intérêt de cette étude est, par la description limitée à un ordre de grandeur inférieur, de contribuer à combler les lacunes remarquées par WEGMANN (1961) dans le « spectre des ordres de grandeur des phénomènes » (p. 180).

[1] Ce sont des argiles mixtes construites par la superposition à l'échelle cellulaire de couches appartenant à des types différents.

PARTIE STRATIGRAPHIQUE

Plusieurs années de travail dans les assises œhningiennes nous ont convaincu de l'importance capitale des descriptions minutieuses. Nous avons souvent regretté qu'elles n'aient pas été toutes rédigées sur le type de celle de SCHARDT (1903). Malgré toutes nos recherches il est actuellement encore difficile de situer stratigraphiquement un affleurement de quelques mètres d'épaisseur. Cela provient du manque de fossiles caractéristiques, de la difficulté de suivre les horizons repères et de l'intense tectonisation conséquente au plissement du Jura. Les variations latérales de faciès, que l'on peut constater dans un lac actuel, expliquent aussi pour une bonne part les difficultés de la stratigraphie de détail.

Seules des coupes un peu complètes et assez éloignées les unes des autres sont susceptibles de résoudre les problèmes stratigraphiques.

Nous avons eu la chance de disposer de trois coupes un peu complètes qui sont :

1° Le sondage de la Combe-Girard, foré pour le compte des Services industriels du Locle par la Swiss-Boring en 1946 (coord. 548-450/ 212-550) ;
2° La galerie de recherche d'eau Maladière-Combe-du-Stand, foncée par les Services industriels du Locle en 1954-1955 (548-600/212-800 à 548-475/ 213-15) ;
3° La nouvelle route percée au flanc du coteau E de La Jaluse (547-650/ 211-500 à 548-0/211-75).

Ces trois coupes constituent le squelette sur lequel se sont greffées les observations provenant du puits des Rondes (546-75/210-75) (1953), de la fouille pour la fabrique Métalem (547-425/211-625) (1953), de l'élargissement de la route cantonale à la sortie E du Locle, des galeries de recherche d'eau de la Combe-Robert (549-250/212-750), des fondations des deux tours du cimetière des Jeannerets (546-750/211-300) et de nombreuses autres fouilles plus petites disséminées dans la ville du Locle.

La description des couches est livrée au Locle, comme dans toutes les séries monotones, à la subjectivité de l'observateur. Suivant l'importance que l'on assigne à l'un ou l'autre des critères d'observation, la nomenclature peut varier. Pour notre part nous avons surtout mis l'accent sur le côté pétrographique.

1. Sondage de la Combe-Girard

Ce sondage a fourni la coupe la plus complète d'un seul tenant. Partant de la cote 930.00, il se termine dans le Kiméridgien 404 m plus bas, après avoir traversé successivement l'Œhningien supérieur, moyen et inférieur, la Marne rouge, l'Hauterivien, le Valanginien, le Purbeckien

et le Portlandien. Son emplacement est particulièrement favorable pour dresser un profil, car il est assez éloigné des deux versants du synclinal où le plissement complique les puissances. Les profils de SCHARDT (1903), ceux de FAVRE (1911) et de FAVRE, BOURQUIN et STEHLIN (1937), ainsi que l'excellente coupe de La Jaluse, montrent en effet que la partie centrale de l'auge synclinale est peu plissée. Si, dans le sondage, BOURQUIN (1945) a mesuré des pendages de 35° au NW en surface, à 33 m il indique des couches subhorizontales. M. J. Neuenschwander a noté à 13 m des pendages de 8° au NW et de 6° à 37 m. Les corrections à apporter à la puissance des couches restent assez faibles du moins en surface.

Lors du carottage déjà, il s'est produit des pertes. Le transport et le dépôt n'ont pas amélioré l'état de conservation. Or de ce dernier dépend la valeur des recherches réalisables. Lorsque les craies dominent, les observations conservent toute leur valeur. Mais dès que les marnes l'emportent, tout le matériel s'effrite et s'accumule à l'une ou l'autre extrémité de la caisse. Les notes de Bourquin sont trop rapides pour pouvoir reconstituer la succession exacte des couches. Par contre les notes et l'échantillonnage de M. J. Neuenschwander ont été des plus précieux pour nous.

Dans la description ci-dessous, nous avons comparé les échantillons de Neuenschwander à ceux que nous avions primitivement isolés du sondage. La numérotation est celle de Neuenschwander.

Sondage de la Combe-Girard

La numérotation et les profondeurs partent du sommet (cote 930.00).

Les abréviations utilisées sont : gr. = grain ; cr. = craie ; nbr. = nombreux ; qq. = quelque.

Echantillon N°	Profondeur en m	
1	6.10 6.58	Cr. beige clair, tendre, gr. assez fin, pigmentation noire. Nbr. tests écrasés et petits gastropodes.
2	7.30	Cr. grise, tendre, gr. moins fin, arrangement du mouchetage en forme de lits, petits galets plus clairs. Taches ferrugineuses se développant à partir de centres noirs et jaunes (matière organique, pyrite et soufre), petits gastropodes et grands bivalves.
2'	8.00	Cr. beige, moins tendre, cassure conchoïdale en petits escaliers. Nbr. sporanges de *Chara*. Microdislocations portant sur microstratification en général peu discernable et parfois plans de stratification compliqués.
2''	8.50	Cr. grise, gr. fin, débris d'unios, matière organique finement dispersée mais formant des amas parallèles à la stratification. Petites fissures colmatées de matière organique noire et de pyrite.

Echantillon N°	Profondeur en m	
2'''	8.70	Cr. grise, gr. fin, larges fissures (6 mm) remplies de petits galets cimentés par matière organique noire. Le déplacement vertical des épontes ne dépasse pas 1 mm.
3	9.00	Cr. grise, la grossièreté du grain provient de l'abondance des organismes, dépourvus toutefois de coquilles. L'arrangement est parallèle à la stratification, la roche se débite en feuillets à surface irrégulière. Débris de végétaux flottés.
3'	9.50	Cr. grise, gr. moyen, débris de végétaux flottés (grandeur max. 4 cm) qui reposent sur les plans de stratification. On peut parfois encore discerner les fibres.
3''	10.00	Cr. grise, plus foncée, gr. fin, pigmentation fine, débris d'unios, qq. débris végétaux plus grossiers, galets plus clairs en forme de glissement subaquatique.
3'''	11.00	Cr. beige, gr. fin, pigmentation souligne la stratification.
4	11.20	Cr. compacte, gr. très fin, présentant 3 colorations beige clair, bleu assez foncé et une teinte intermédiaire. Les contacts entre les zones colorées sont parfois francs parfois dégradés ; ils recoupent indifféremment la stratification.
5	11.55	Cr. bleue, gr. très fin, homogène, pigmentation noire absente, petites fissures visibles par colmatage d'éléments plus blancs.
5'	11.80	Cr. beige, gr. fin, petites fissures noires.
5''	12.50	Cr. beige, tendre, gr. assez fin, pigmentation noire nette, nbr. petites fissures noires.
6	13.00	Cr. grise, tachetée, pigmentation noire abondante mais plus grossière, qq. sporanges de *Chara*, le mouchetage est en forme de glissement subaquatique.
7	14.50	Cr. grise, plus foncée, gr. grossier, nbr. tests bruns cassés.
8	14.90	Id. mais à la base feuillet ligniteux de 2 cm.
9	15.12	Cr. grise, gr. grossier, toucher gréseux (grès organique). La majorité des débris, qui confèrent à la roche son toucher gréseux de même que les pores visibles à l'œil nu, sont d'origine végétale.
10	16.00	Cr. beige, gr. variable en relation avec la concentration de la pigmentation qui dessine parfois des structures géopétales.
11	17.00	Cr. blanche, gr. assez fin, un peu pulvérulente.
12	17.40	Cr. grise, cf. 6.
13	18.10	Cr. grise, cf. 7.
14	18.50	Cr. noirâtre, très pulvérulente, larges débris de roseaux, nbr. tests bruns cassés de gastropodes.
15	18.70	Le lignite domine et les tests sont moins cassés (hydrobies ou galbas).
16	18.80	Cr. très pulvérulente, rosâtre, intercalée entre intercalations ligniteuses.
17	19.00	Cr. grise, à toucher gréseux, pigmentation noire assez abondante. Microstratification bien marquée par la différence de pigmentation.
18	19.30	Id. mais plus clair.
19	20.00	Cr. beige, gr. variable, la microstratification est soulignée par l'arrangement des pores en strates. Sur qq. plans de stratification assez nbr. coquilles blanches de petits gastropodes.

Echantillon N°	Profondeur en m	
20	21.00	Au sommet cr. gris beige, gr. fin, microstratification bien marquée grâce à la pigmentation. Sur 7 restes de tiges observés, 5 sont perpendiculaires à la stratification ; ils sont formés de charbon pulvérulent, accompagné de pyrite et de soufre. A la base cr. gris foncé. Le passage entre les deux termes est marqué par un mouchetage en forme de glissement subaquatique.
21	22.00	Cr. gris bleu, gr. fin, pigmentation invisible, mouchetage en forme de glissement.
22	22.35	Cr. gris beige, très pulvérulente, sans stratification.
23	23.00	Cr. gris beige en grands bancs, qq. sporanges de *Chara*, gr. variable du fait de la microstratification bien marquée mais irrégulière.
24	24.40	Cr. blanche, gr. fin, homogène, pas de stratification.
	24.70	Cr. beige, gr. fin, hétérogène.
25	25.10	Cr. gris foncé, mouchetage en forme de glissement subaquatique.
26	26.00	Cr. gris bleu, gr. fin, mouchetage en forme de glissement subaquatique, qq. coquilles blanches cassées, délitement en feuillets.
27	26.80	Cr. grise, poreuse, gr. moyen, stérile.
28	27.15	Cr. plus claire, homogène, gr. moyen, stérile.
	27.80	Cr. blanche, gr. fin, se délitant en petits fragments. Taches noires de plus en plus fréquentes vers la base.
	29.40	Marne gris clair.
29	29.60	Au sommet intercalation ligniteuse. Cr. grise, gr. moyen, poreuse, pigmentation noire, qq. sporanges de *Chara*, stratification visible par petites taches effilochées.
30	30.80	Cr. gris beige, pulvérulente, gr. moyen, pigmentation noire, qq. sporanges de *Chara*.
31	31.60	Cr. blanche, gr. fin, pigmentation noire.
32	32.50	Cr. gris beige, gr. moyen, à la base plus grise.
33	33.40	Intercalation ligniteuse avec nbr. tests cassés brunâtres.
34	33.50	Cr. grise, gr. grossier, microstratification très nette par l'alternance de petites couches effilochées plus blanches. Très nombreux pores d'origine organique (sporanges de *Chara* et tubes organiques indéterminés de même diamètre).
35	34.00	Cr. gris beige, assez pulvérulente, pigmentation noire plus grossière, microstratification marquée mais irrégulière.
36	35.60	Cr. blanche stérile, gr. assez fin, la pigmentation détermine des plages aux contours irréguliers. Stratification peu visible, tests blancs.
37	37.55	Cr. grise très légèrement bleuâtre, gr. fin, mouchetage en forme de glissement subaquatique, tests de gastropodes (type *Coretus*) assez bien conservés.
38	39.00	Id., les tests cassés sont dispersés en plus grand nbr. dans la masse.
39	41.00	Cr. blanche, gr. fin, assez pulvérulente, stérile, pigmentation noire.

Echantillon N°	Profondeur en m	
40	42.00	Cr. blanche, gr. fin, assez pulvérulente, stérile, pigmentation charbonneuse, grandes fentes de dessication remplies par des galets cimentés en forme de glissement subaquatique.
	45.00	Intercalations grises brunâtres en forme de glissement subaquatique.
41	47.00	Cr. grise, gr. assez grossier, inhomogène, mouchetée, stérile.
42	49.00	Alternances de craies du type 41 et de craies plus dures moins pulvérulentes bleu noir, percées de pores d'origine zoogène dont tous les tests ont disparu ne laissant que les loges et les moules.
43	51.00	Marnes vert foncé (invisibles dans les caisses de carottage).
44	52.00	Alternance de bancs de lignites et de craies très pulvérulentes beige rosâtre.
45	54.00	Cr. grise, gr. moyen, nbr. tests cassés, alternant avec des bancs chocolats et des délits charbonneux.
46	55.00	Cr. grise, gr. grossier, percée de très nombreux pores ovoïdes d'origine organique, qq. petits gastropodes.
47	56.00	Marne gris foncé, qq. débris de coquilles.
48	57.00	Cr. grise, tendre, pulvérulente, nbr. tests blancs, aplatis de petits gastropodes.
49	59.50	Cr. grise, tendre, pulvérulente, assez nbr. tests cassés de plus gros gastropodes que dans 48.
50	61.00	Complexe noir charbonneux avec alternances où les craies, les marnes ou les lignites dominent, par place nombreux tests cassés.
51	64.50	Marnes vertes, parfois schisteuses, où l'arrangement des taches blanches crayeuses rappelle celui des albites dans les prasinites.
52	65.00	Cf. 42.
53	68.00	Cr. grise, tendre, très pulvérulente.
	71.00	Alternance de craies et de couches à lignite.
	73.00	Cr. grise, hétérogène, pulvérulente, glissement subaquatique mélangeant les débris de fossiles blancs et bruns.
54	74.70	Complexe crayeux, marneux et ligniteux.
	77.00	Marne gris foncé, stérile.
55	80.00	Marnes brunes, par place plus crayeuses, par place plus ligniteuses, avec traces de lamination.
56	83.80	Cr. grise à reflets violacés, pulvérulente, assez nombreux tests cassés.
57	84.70	Alternances irrégulières de lignites, de craies gris rosâtre, de petites intercalations crayeuses blanches, le tout très pulvérulent et peu dense.
58	85.70	Cr. beige brunâtre, gr. assez grossier, pulvérulente, tests cassés blancs.
59	86.70	Cr. beige crème, très pulvérulente, nbr. tests nacrés de petits gastropodes.
60	87.40	Intercalations ligniteuses, tests de gros gastropodes cassés.
61	87.50	Cr. grise un peu rosâtre, avec alternances plus marneuses, nbr. tests cassés de gastropodes de grande taille, tantôt blancs, tantôt violacés.

Echantillon N°	Profondeur en m	
62	88.50	Cr. beige clair, assez pulvérulente, où voisinent les petits gastropodes nacrés et les plus gros.
63	90.60	Marne grise, très nbr. tests finement cassés.
64	91.50	Id., les débris de tests sont moins nombreux.
65	94.50	Marne blanche à reflets très légèrement bleutés.
66	96.20	Cr. blanche, hétérogène, gréseuse, faciès conglomératique, matrice marneuse.
67	100.30	Id., avec *inclusion verte marneuse irrégulière.*
68	101.30	Marne blanche hétérogène.
69	104.50	Cr. blanche, compacte, gr. assez fin, pulvérulente, stérile.
70	106.00	Cr. blanche, compacte, gr. fin, pigmentation noire souligne plans de stratification continus mais très onduleux.
71	106.50	Marne vert jaunâtre.
72	106.70	Cr. assez compacte et gr. fin, grise au sommet et jaunâtre à la base ; le contact entre les deux termes est en forme de glissement subaquatique.
73	108.50	Cr. blanche à reflets très légèrement rosâtres, gr. fin, peu pulvérulente.
74	111.50	Cr. blanche, pulvérulente, stratification à peine visible.
75	114.20	Cr. gris beige, qq. débris de gastropodes.
76	117.80	Cr. grise, poreuse, hétérogène, parfois à faciès conglomératique.
77	122.30	Cr. grise tachetée de beige, poreuse, vacuolaire à faciès conglomératique.
78	123.70	Cr. gris beige, gr. moyen, assez pulvérulente, homogène, qq. débris de fossiles blancs.
79	129.00	Cr. gris beige, parsemée de petites taches bleu noirâtre en forme de petits galets dont le diamètre n'excède pas le mm.
80	134.00	Cr. beige, compacte, gr. très fin, petites fissures colmatées de noir.
81	137.60	Marne grise très légèrement verdâtre, stérile.
82	138.50	Cr. grise à gris rosâtre au sommet, gris noirâtre à la base, hétérogène. Toutes les taches noires qui peuvent atteindre 4 cm sont silicifiées.
83	141.50	Cr. grise, parfois rosâtre, intercalations ligniteuses.
84	146.05	Cr. blanche, compacte, homogène, gr. très fin, très léger, mouchetage en forme de glissement subaquatique.
85	148.00	Marne grise avec qq. débris de coquilles bleu noirâtre.
86	149.50	Cr. blanche, poreuse, avec zones silicifiées noirâtres de structure poreuse.
87	152.50	Cr. gris brun, assez compacte, débris bruns de gastropodes.
88	152.80	Cr. gris clair, hétérogène, très vacuolaire.
89	156.75	Calcaire lacustre compact, cassure conchoidale, coloration plus sombre en forme de fissures intraformationnelles lâches.
90	159.00	Marnes vert jaunâtre.
91	160.40	Marne blanche.
92	171.70	Sables.

2. Galerie de La Maladière

Cette galerie de recherche d'eau a été foncée en 1954-1955 à partir du puits de la Maladière, creusé lui-même en 1946. Nous n'avons pas pu observer les terrains traversés par le puits et par la première partie de la galerie, déjà bétonnée lors de nos levés. Dans la description nous avons reproduit dans les 26 premiers numéros les observations de BOURQUIN (1945) et de MORNOD (1959).

La planche 2 ne tient compte que de nos levés ; son numéro 1 correspond au numéro 27 de la description ci-dessous.

Située dans le flanc NE du synclinal, la galerie traverse une zone intensément plissée et cassée. Il est impossible de donner des cotes ou des altitudes. Nous ne noterons que les épaisseurs en insistant sur les importantes réductions que les couches ont pu subir.

Puits et galerie de La Maladière — Combe-du-Stand

Echantillon N°	Puissance en m	
1	1.60	Cr. tendre, beige ou grise.
2	1.55	Cr. tendre à lignite.
3	1.85	Cr. tendre à lits charbonneux.
4	0.30	Cr. très pulvérulente, charbonneuse.
4'	0.60	Cr. grise, « bitumeuse ».
5	0.90	Cr. très pulvérulente, très charbonneuse.
6	1.70	Cr. grise, « bitumeuse ».
7	2.00	Cr. gris clair et gris foncé.
8	1.90	Cr. gris clair et gris foncé.
9	0.10	Cr. gris bleu, gr. fin, compacte.
10	0.30	Cr. gris clair.
11	0.20	Cr. gris verdâtre.
12	0.50	Cr. marneuse grise.
13	0.90	Cr. très pulvérulente à lits charbonneux plissés.
14	0.50	Cr. blanche à lits charbonneux.
15	0.15	Cr. dure compacte grise.
16	0.15	Cr. à lits charbonneux plissés.
17	1.20	Cr. tendre, gris clair.
18	0.90	Cr. grise, dure.
19	0.15	Marne charbonneuse.
20	0.95	Cr. tendre, grise, grossière.
21	0.10	Lignite feuilleté.
22	0.80	Cr. tendre, grise, grossière.
23	0.10	Lignite feuilleté.
24	0.80	Cr. tendre, grise, grossière.
25	0.20	Lignite et craies feuilletés.
26	0.80	Cr. très pulvérulente, blanchâtre, grise à la base et au sommet.
26'	1.35	Cr. blanchâtre, dure.

Echantillon N°	Puissance en m	
27	0.25	Limon charbonneux et « bitumeux ».
28	0.60	Cr. marneuse, blanchâtre, compacte.
28'		Marnes bitumeuses feuilletées.
28"		Calcaire granuleux, gris, silicifié.
28'''		Marne gris foncé.
28''''		Calcaire grossier, beige, dur, silicifié.
29	1.80	Cr. grise, homogène, assez pulvérulente, moins consolidée au sommet.
30	0.10	Alternance de craie pulvérulente grise et de lits charbonneux. Le feuilletage peut être fin, de l'ordre de 2,5 à 5 mm, le tout s'arrangeant en lits de 2 à 3 cm.
31	2.00	Au sommet, cr. grise, tendre, gr. moyen, un peu pulvérulente, avec sous forme de glissement subaquatique des petits galets de 30. Au milieu, cr. blanche, gr. assez fin, encore un peu pulvérulente. A la base, cr. blanc bleuâtre, gr. fin, compacte, tachetée en forme de glissement subaquatique.
32	3.00	Cr. blanche compacte, stérile, à la base plus dure, bleuâtre et tachetée en forme de glissement subaquatique.
33	0.10	Intercalation charbonneuse laminée.
34	0.70 à 1.50	Cr. jaunâtre, assez compacte, cassure conchoïdale, tachetée en forme de glissement subaquatique vers 33 et 35.
35		Brèche tectonique ayant broyé des cr. assez compactes mais tachées de noir et des feuillets charbonneux.
36	5.30	Cr. beige, très légèrement brunâtre, gr. moyen, un peu pulvérulente. Très légèrement litée par des différences de coloration au sommet.
37	0.03	Intercalation charbonneuse laminée.
38	0.40	Cr. beige très légèrement brunâtre, poreuse, gr. moyen, un peu pulvérulente, litée à la cassure ; la pigmentation noire dessine des formes nébuleuses.
39	1.00	Cr. blanche compacte, homogène, un peu pulvérulente.
40	0.40	Cr. blanche compacte, gr. très fin homogène, cassure finement conchoïdale, pigmentation noire bien visible.
41	0.95	Cr. beige clair, compacte, grain fin, cassure conchoïdale, litée en bancs de 2 à 3 cm par une très légère coloration beige un peu moins claire.
42	0.20	Cr. blanche, assez dure mais poreuse, litée par des amas bien visibles mais irréguliers de matière organique à grain fin, nombreuses surfaces de friction.
43	3.80	Cr. blanche compacte, gr. assez fin, présente parfois une légère coloration bleue, le grain devient alors très fin et la cassure conchoïdale. Très nombreuses surfaces de friction.
44	1.00	Cr. dure, gr. fin, cassure conchoïdale, litée en gris clair et bleu délavé par alternance de qq. mm à 12 cm, traversée parallèlement à la stratification de deux lits gris où la pigmentation noire souligne les contours des galets (glissement subaquatique).
45	1.05	Cr. blanche, compacte, homogène, gr. très fin, cassure conchoïdale.

Echantillon N°	Puissance en m	
46	0.05 à 0.20	Cr. bleue, compacte, gr. très fin, cassure conchoïdale ; au sommet le passage se fait par des fissures et des contacts irréguliers, parfois perpendiculaires à la stratification.
47	3.05	Cr. claire, compacte, gr. fin, cassure conchoïdale, par place très tectonisée. Au voisinage de 46 fissures obliques à la stratification remplies d'une brèche simple avec quelques gros blocs bleus et ciment bleu. Une coloration bleu pâle lite parfois la craie en bancs de qq. cm. A la base la microstratification est assurée par la pigmentation noire plus abondante.
48	0.80	Cr. grise, compacte, gr. moyen, qq. tests cassés ; vers la base : alternances plus claires (0.5 à 1.5 cm) litées mais irrégulières.
49	0.60	Cr. blanche compacte, très cassée et visible que par coins.
50		Cr. dure, assez compacte, très tectonisée, épaisseur indéterminable.
51	0.10	Mince bande charbonneuse laminée.
52	2.70	Cr. gris beige, poreuse, gr. moyen, lors du percement bulles de gaz ; le litage très fin et régulier provient de l'orientation de la matière organique. Au milieu légère coloration bleue parallèle à la stratification. A la base, le litage devient plus prononcé. Tout à la base conglomérat intraformationnel de glissement subaquatique.
53	0.65	Cr. gris brunâtre, gr. moyen assez poreuse ; la pigmentation noire assez grossière détermine des zones parallèles à la stratification, elle est accompagnée de nombreux tests blancs, petits et cassés. Des petits galets se trouvent pris entre les trainées de la pigmentation sous forme de glissement subaquatique.
54	2.00	Cf. 52, mais un peu plus grise et sans coloration bleuâtre ; lors du percement aussi : présence de bulles.
55	0.50	Cr. gris blanchâtre, plus compacte, gr. plus fin, cassure conchoïdale. Le litage est du même type et les alternances du même ordre de grandeur que 52 et 54, le passage entre deux alternances s'effectue aussi par un microconglomérat intraformationnel localisé.
56	0.50	Cr. grise un peu violacée, compacte, gr. assez fin, bouillie de petits galets de grandeur variable ressortant sur le fond plus foncé, avec qq. débris de végétaux flottés. Les conglomérats s'arrangent parallèlement à la stratification.
57	1.30	Cr. gris franc, poreuse, gr. moyen, assez pulvérulente ; la microstratification, toujours soulignée par la pigmentation noire, est estompée. Par place un mouchetage plus clair, mais estompé, fait penser à un glissement subaquatique.
58	1.20	Cr. blanche, assez compacte, gr. moyen, cassure un peu conchoïdale, au sommet finement litée, à la base tectonisée.
59	1.00	Cr. claire, assez compacte, cassure franche, mais pulvérulente, débute par 40 à 50 cm de conglomérat formé au sommet de la purée classique de petits éléments plus clairs, à laquelle succèdent des gros blocs qui ont jusqu'à 25 cm de grand axe, dont on ne peut voir les contours que grâce à la pigmentation noire accompagnée elle-même par place d'une purée de petits éléments. A la base, la cr. est litée irrégulièrement en blanc et gris bleu ; les petites structures géopétales sont fréquentes.

Echantillon N°	Puissance en m	
60	0.70	Cr. gris bleu foncé, hétérogène à l'affleurement très nombreuses surfaces de frictions ; avant la tectonisation il devait s'agir d'un complexe de cr. sombres à nombreux tests cassés et d'intercalations charbonneuses ; les mouvements ont cassé les alternances plus dures et laminé les plus tendres.
61	2.30	Cr. gris clair, gr. moyen, poreuse, très pulvérulente ; le litage fin est presque invisible.
62	0.55	Cr. grise, assez foncée en alternance avec feuillets charbonneux mais très crayeux, très tectonisés.
63	6.70	Cr. blanc jaunâtre, au sommet très bien litée, poreuse, mais dont toutes les surfaces de stratification sont onduleuses. Puis la cr. devient de plus en plus blanche compacte, la cassure conchoïdale et le gr. très fin. Elle est traversée dans les zones les plus dures par des fentes de « dessication » visibles sur 80 cm et de 4-5 cm de largeur ; ces fentes sont remplies d'un bouillon de petits éléments clairs sur une masse plus sombre.
64	1.30	Cr. grise, homogène, gr. moyen ; la cassure n'est plus conchoïdale ; nombreux tests assez cassés dont l'intérieur est blanc et l'extérieur ocre. A la base brèche subaquatique formée des éléments de 64 et 65 dans une masse interstitielle de couleur intermédiaire.
65	6.90	Cr. blanche, gr. très fin, homogène, cassure largement conchoïdale, fissures de dessication comme 63 mais 1 m de longueur mesurable. Vers 40, magnifique glissement subaquatique, mais dont l'extension reste indéterminée parce que la charnière de l'anticlinal est très tectonisée.

A partir de la couche 65, la galerie traverse la charnière du premier petit anticlinal (cf. pl. II) ; on retrouve alors les mêmes couches mais dans l'ordre inverse. Plus loin, la structure en écailles ne favorise plus les observations stratigraphiques.

3. Affleurements connexes du quartier de La Maladière

De part et d'autre du puits de La Maladière l'élargissement de la route cantonale a donné quelques bons affleurements.

A l'ouest, jusqu'à la bifurcation de la Combe-Girard, s'étend le domaine des charbons feuilletés, des calcites magnésiennes et des intercalations carbonates-lignites où les lignites dominent souvent. Ces couches sont précisément à l'origine de toute la polémique qui occupa les habitants du Locle pendant vingt ans, de 1783 à 1802 (Jaccard 1864). Les fondations de l'imposant mur de soutènement ont du reste mis à jour en 1955 les anciennes galeries d'exploration. Quoique des corrélations de détail soient impossibles, on peut en tout cas affirmer que ce complexe correspond à la partie tout à fait supérieure du puits de La Maladière, c'est-à-dire au sommet de l'Œhningien supérieur. Des conditions locales de changement de faciès déjà remarquées par Jaccard

(1864) ont assuré la prédominance des charbons à l'W et leur diminution progressive à l'E du puits.

Les affleurements de la route Maladière — Monts Orientaux ont confirmé les constatations faites 30 à 50 m plus bas dans la galerie. Ils ont aidé à dessiner la planche II.

A l'Est, le long de la route cantonale, à la hauteur de la scierie, la charnière de l'anticlinal réapparaît. Quoique le fauchage ait passablement bouleversé l'ordre des couches, nous avons pu toutefois reconstruire l'axe d'un redressement sis à mi-chemin entre la scierie et le puits.

4. Nouvelle route du coteau E de La Jaluse

Situés dans la partie centrale du synclinal, les affleurements, par la tranquilité des couches qu'ils offrent, contrastent fortement avec ceux de La Maladière ou de la Combe-Girard proprement dite. Seule la partie Sud commence à se redresser. On retrouve le long de cette route les principaux termes du sondage de la Combe-Girard. La coupe part à la base des marnes et tourbes du complexe marneux tourbeux, puis remonte dans l'échelle stratigraphique, mais sans atteindre les couches bleues que nous utilisons comme limite entre l'Œhningien moyen et l'Œhningien supérieur.

Echantillon N°	Puissance en m	
1	—	Terre végétale.
2	1.40	Cr. beige, assez pulvérulente, litée par lits de 4 cm en moyenne. A la base 1 cm de marne brune.
3	1.30	Cr. blanche, résistante, en bancs massifs.
4	1.30	Cr. blanche, non litée, plus pulvérulente que 3.
5	0.20	Intercalation de marnes vertes.
6	0.70	Brèche de cr. beige rougeâtre ; la matrice marneuse est brun verdâtre.
7	0.30	Cr. beige, gr. assez fin, dure, passage à 8 par glissement subaquatique.
8	2.20	Cr. beige, monotone, devenant de plus en plus pulvérulente du sommet à la base. Un très léger litage plus clair et interrompu est parfois visible dans les bancs massifs.
9	0.20	Cr. bleu noirâtre, nbr. tests cassés, mouchetage en forme de glissement subaquatique.
10a	6.25	Cr. beige, pulvérulente, monotone, microstratifiée, régulière et bien visible, soulignée de blanc ; la roche se débite en bancs de 5 à 10 cm au sommet, de 40 à 100 à la base.
10b	6.15	Cr. beige, plus foncée que 10a, mais plus pulvérulente et poreuse. Les intercalations blanches du litage sont petites et régulières. Les bancs ont jusqu'à 2 m de puissance.
11	0.10	Cr. bleue, gr. fin, compacte, résistante, alternant régulièrement avec des craies jaunâtres. La coloration bleue est d'autant plus intense que les contacts sont francs et l'intercalation fine.

Echantillon N°	Puissance en m	
12	1.70	Cr. blanc jaunâtre.
13	?	Cr. brun violacé, pulvérulente, débute au sommet par 10 cm d'intercalation charbonneuse. Nbr. tests cassés *(Coretus)* et débris végétaux sur les strates. Mouchetage en forme de glissement subaquatique.
14	?	Marnes brunâtres affleurant mal.
15	0.16	Intercalation charbonneuse.
16	1.80	Cr. beige, pulvérulente, assez compacte, litage blanc irrégulier, bancs assez puissants.
17	1.00	Cr. beige, parfois légèrement bleuâtre, assez compacte, pigmentation noire plus intense que dans 16. Mouchetage de glissement subaquatique.
18	2.00	Cr. blanc jaunâtre, débitée en plaquettes, affleure mal.
19a	0.40	Mouchetage en forme de glissement subaquatique, traversé par deux bandes : celle du sommet, bleuâtre et plus compacte que celle de la base, brunâtre, inhomogène et pulvérulente.
20	29.20	Complexe très monotone de cr. beige foncé, tendre, pulvérulente, qui se répète après chaque intercalation avec le même faciès. Pour la place des intercalations cf. pl. I.
2001	0.08	Couche brune riche en matière organique.
201	0.15	Couche encore plus foncée, glissement subaquatique.
203	0.45	Cr. bleu franc, stérile, compacte.
204	0.18	Comme 203, mais gr. moins fin et matière organique plus abondante.
205	0.15	Cr. brun violacé, très pulvérulente, nbr. tests cassés.
206	0.60	Cr. bleuâtre au sommet, brunâtre à la base, marneuse, très pulvérulente, nbr. tests cassés.
207	0.08	Intercalation charbonneuse.
208	1.95	Cr. très pulvérulente et charbonneuse, mais plus claire au milieu, très nbr. tests cassés de gastropodes.
21		Marne vert brunâtre, stérile, chargée de matière organique.
22	0.40	Cf. 21.
23	?	Marne brun noirâtre, très chargée de matière organique, tachetée de jaune.
24	2.20	Marne grise, tachetée de jaune.
25	?	Cr. très noirâtre et pulvérulente, quelques intercalations de lignites plus compactes, mais le tout reste très tourbeux, très nbr. tests cassés de gastropodes.

5. Puits des Rondes

M. Mornod et Cart ont eu l'idée de capter les eaux de la source des Rondes, qui sourdent à l'W de la ferme du même nom, au contact entre l'Œhningien proprement dit et le marais. Il fut procédé en 1953 au creusage de quatre puits, dont un seul atteignit une profondeur supérieure à 40 mètres. Après quelques mètres de tourbe, ce puits pénétra dans les couches de l'Œhningien inférieur que l'on put dater : par les fossiles (tous de grande taille), le faciès vacuolaire, la teneur en Sr assez forte, les horizons assez riches en dolomite et la craie attapulgitique (R 13_2).

Les Rondes : Puits principal ou puits N° 1

Echantillon N°	Profondeur en m	
1	0.00	Terre végétale avec déchets de décharge.
2	0.30	Terre végétale sans déchets.
3	0.60	Terre grisâtre, argileuse, stratification soulignée par petites strates brunâtres, tourbeuses.
4	1.10	Tourbe granuleuse assez compacte, très imbibée, dégorgeant d'eau.
5	4.10	Couche à galets rongés, soit du Jurassique supérieur, soit de l'Œhningien, dont certains sont vacuolaires, silicifiés. La couche débute par de gros éléments et se termine par un fin cailloutis.
6	4.60	« Marne » blanche à galets de toute forme, de toute dimension et de composition très variée, allant des calcaires érodés du Jurassique aux marno-calcaires mal définis et distinguables de l'Œhningien. Les galets silicifiés ne sont pas rares. Cette couche est analogue à la couche 5 du Puits 2.
7	7.00	Couche à gros blocs de « Pierre morte » [1].
8	7.60	Boue calcaire gris beige, à consistance marneuse.
9	8.80	Identique à la précédente mais plus limoneuse.
10	9.40	Craie lacustre blanche compacte.
11	10.10	Craie lacustre vacuolaire par place et tachetée de gris. Les taches grises sont beaucoup plus dures et résistantes que les zones homogènes claires. La dureté ne provient pas de la silification qui est inexistante. Il s'agit donc de *calcaires* d'eau douce.
12	12.90	Au sommet mince couche de passage, plus marneuse, imperméable et dégorgeant d'eau.
	13.00	Craie lacustre blanche, compacte, assez peu fossilifère, assez fissurée par place. Les tests cassés sont blancs.
13	13.50	Calcaires lacustres blancs sub-lithographiques, à faciès Malm. Les contacts entre ces calcaires et les autres couches sont tantôt francs, tantôt invisibles.
14	14.50	Craie lacustre assez meuble, à toucher gréseux, par place assez poreuse.
15	14.70	Craie lacustre claire, compacte, assez nombreux tests de gastropodes écrasés. Les tests ont des reflets bleuâtres.
16	15.40	Craie lacustre jaunâtre, très meuble, granuleuse, à zones beaucoup plus dures en forme de pseudo-blocs ou pseudo-galets.
17	19.80	Intercalation marneuse gris bleu, à nombreux tests plus ou moins écrasés d'unios et petits gastropodes.
18	20.30	Comme 16.
19	23.30	Marno-craie brun chocolat.
20	23.50	Comme 16 et 18, mais semble plus granuleux et la fréquence des pseudo-galets et blocs plus importante.
21	27.50	Marno-craie brun chocolat.

[1] « Pierre morte », appellation locale pour des craies poreuses en gros bancs, par opposition aux calcaires jurassiques, qui malgré une analogie macroscopique, sont beaucoup plus compacts et résistants.

Echantillon N°	Profondeur en m	
22	27.70	Craie lacustre blanc jaunâtre, compacte.
23	29.80	Craie lacustre tachetée, avec prédominance au sommet du blanc jaunâtre et vers la base de teinte bleutée ou brunâtre.
24	31.00	Intercalation marneuse bleu foncé noirâtre, très plastique, colmate les fissures et forme un horizon imperméable.
25	31.20	Craie lacustre jaunâtre, compacte, traversée de grandes fissures.
26	33.00	Craie lacustre beige brunâtre, assez compacte, nombreux tests blancs, cassés.
27	33.50	Craie lacustre blanchâtre, compacte, tests moins nombreux.
28	34.40	Craie lacustre brunâtre, assez foncée, à très nombreux tests bruns cassés (*Cepaea* et *Coretus* ou *Gyraulus*).
29	34.60	Craie lacustre plus claire, moins compacte et à tests blancs plus rares.
30	35.60	Craie lacustre gris brunâtre, compacte, zonée par bandes plus foncées de qq. cm d'épaisseur.
31	36.05	Craie lacustre grise, parfois marneuse, verdâtre par zones. Fossiles très bien conservés et assez nombreux.
32	36.80	Craie lacustre grise à brun foncé, tendre, fossilifère.
33	38.40	Craie lacustre grise, compacte, tests blancs cassés, parfois tachetés en forme de glissement subaquatique.
34	39.10	Craie lacustre tendre, brun grisâtre, nombreux tests cassés. Stratification assez bien marquée.
35	40.80	Craie lacustre blanchâtre, très dure, zonée par bandes irrégulières de quelques cm d'épaisseur et écartées en moyenne de 10 cm. Un peu vacuolaire.
36	41.90	Craie lacustre brunâtre grisâtre, plus tendre ; tests de gros fossiles peu écrasés.
37	43.40	Craie lacustre gris clair, très bien litée en bandes brun clair, assez fossilifère.

6. Corrélation entre les profils

Pour établir une corrélation quelconque, l'utilisation d'une seule couche est absolument insuffisante. Les intercalations marneuses vertes ou autres, les lits et horizons charbonneux, les craies bleues peuvent intervenir à n'importe quelle hauteur de la série. On ne parvient à une corrélation véritable que si l'on considère l'ensemble des critères paléontologiques, pétrographiques et géochimiques d'un ensemble de couches que nous décrivons sous le terme de complexe.

Deux complexes jouent un rôle capital :

a) *Le complexe des charbons feuilletés*

Il correspond au complexe II de Favre (1937, p. 20). Il se caractérise par l'abondance de la matière organique, la rapidité et la minceur des alternances. Quoique latéralement les variations de faciès sont sensibles, on peut suivre ces couches au Verger, depuis l'embranchement de la

Combe-Girard, jusqu'au Crêt-du-Locle, à 200 mètres environ de l'actuel passage sous-voie. On ne retrouve ces assises nulle part ailleurs.

La limite inférieure de cet Œhningien supérieur est toujours restée imprécise. En fait il n'y a pas de repères satisfaisants. Nous avons choisi arbitrairement les couches bleues qui apparaissent tant au sondage de la Combe-Girard (N° 5) qu'à La Maladière (N° 46 de la description ou N° 20 de la planche II) et la fouille Métalem (à l'embranchement de la route des Ponts-de-Martel). Dans ces trois affleurements les craies sont particulièrement compactes, de grain très fin, de même coloration et de même pauvreté en Mg et Sr. On y retrouve les mêmes structures géopétales, et les craies qui les accompagnent se signalent par les mêmes horizons bréchiques intraformationnels et le même litage fin des bancs plus bruns. Au-dessus de ce complexe la matière organique envahit peu à peu les craies ; au-dessous le faciès crayeux franc se poursuit monotone.

La pauvreté en Mg et Sr des couches à feuilles de la gare du Locle, où d'après des photos inédites de Bourquin la sédimentation crayeuse domine, nous font placer cet affleurement au-dessous des couches bleues, c'est-à-dire dans l'Œhningien moyen.

D'après la fouille Métalem, La Jaluse, La Maladière et le sondage de la Combe-Girard, l'Œhningien moyen qui empiète sur le complexe II et Ib de Favre (1937, p. 21) est une suite monotone de craies plus ou moins fossilifères (*Unionidae* surtout vers le haut), foncées, pulvérulentes ou litées. On a souvent confondu ces bancs avec ceux de l'Œhningien inférieur, avec lesquels ils présentent de grandes analogies.

b) *Le complexe marno-tourbeux : base de l'Œhningien moyen*

Dans ce complexe les marnes et les tourbes parfois très fossilifères dominent et forment de véritables bancs. C'est donc une zone de moindre résistance, qui se marque profondément dans la morphologie. Elle a de ce fait une très grande importance. On peut en effet la suivre depuis la Combe-Robert, par la Combe-Girard jusqu'à La Jaluse et à La Grecque. Alors qu'à la Combe-Girard ces marnes affleurent presque naturellement, seules les galeries de la Combe-Robert et la nouvelle route de La Jaluse ont permis de les identifier à coup sûr. Le sondage de la Combe-Girard les a percées à — 80 m environ. La montmorillonite, minéral cardinal de ces marnes, est accompagnée d'attapulgite au sondage et de kaolinite à La Jaluse.

Alors qu'on peut très bien suivre ce complexe sur le versant SE du synclinal, on ne l'a pas retrouvé ni signalé dans le versant opposé. Il est aussi absent dans la galerie de La Maladière. On pourrait se demander si de ce côté ce complexe s'est déposé sous un autre faciès ou si sa très grande plasticité est la cause de sa disparition mécanique. La structure en écaille nous fait plutôt pencher pour cette seconde possibilité. Nous croyons apporter un élément de plus, favorable à cette hypothèse. Le complexe marno-tourbeux repose, dans la partie peu plissée du synclinal, sur des marnes et limons grumeleux, traversés de lits conglomératiques que Bourquin (1945) fixe au sommet de l'Œhningien inférieur. Ces assises sont aussi peu résistantes que celles du complexe marno-tourbeux.

Les dépressions morphologiques résultent de leur juxtaposition. Or les marnes grumeleuses présentent des amas diffus verts et de minces lits de même nature, qu'on croyait glauconieux mais qui sont uniquement montmorillonitiques. Dans les carottes du sondage ces lits ont disparu. Ils frappent par contre dans la galerie de La Maladière (cf. pl. II, lettre C). Grâce à l'échantillonage soigneux de M. J. Neuenschwander, on peut tout de même les retrouver (N° 67 de la description, 100.30 m). Dès lors il s'avère que les marnes grumeleuses de la galerie appartiennent bien au sommet de l'Œhningien inférieur et que le synclinal C (pl. II) est ramené 80 m trop haut, puisqu'il est coincé de part et d'autre entre l'Œhningien supérieur. Avant le synclinal manquent donc non seulement les couches du complexe marno-tourbeux mais presque toutes celles de l'Œhningien moyen. Par ailleurs, alors que la fin de la galerie a entamé les grès et marnes vertes de l'Helvétien sans traverser de gompholite, en surface ces grès n'ont jamais été signalés sur tout le flanc NW, tandis que la gompholite y a une belle extension. Il est donc raisonnable de penser que le complexe marno-tourbeux a aussi existé dans ce flanc mais que son extrême mobilité a favorisé sa disparition mécanique, tout en contribuant à l'écaillement.

7. Conclusions stratigraphiques

La stratigraphie de détail de l'Œhningien n'est pas aussi sensible aux variations de faciès qu'on le supposait. Seul le manque d'affleurements assez larges pouvait le faire croire. Les complications et difficultés de corrélation proviennent plutôt de la tectonique particulière de ces couches.

Nous faisons débuter l'Œhningien inférieur avec les premiers bancs crayeux. Au-dessous nous rattachons, comme Favre (1911), les marnes rouge-blanc-vert à la Marne rouge (Helvétien supérieur). Nous appelons Couches de transition les marnes blanches uniquement qui les surmontent et dont tous les caractères pétrographiques annoncent le faciès crayeux. On peut reprendre pour celui-ci toutes les caractéristiques de Favre (1937). Du point de vue pétrographique, il s'y manifeste une certaine richesse en dolomite et une teneur moyenne en Sr. Quelques intercalations brusques et peu épaisses de montmorillonites s'y signalent, ainsi qu'un premier niveau attapulgitique crayeux (Puits des Rondes N° R 13.2, sondage Combe-Girard N° 85). Les limons et marnes grumeleux, parfois conglomératiques, représentent la fin de l'Œhningien inférieur avec presqu'au sommet les amas et marnes montmorillonitiques verts (Maladière, pl. II, N° 71 et 72. Combe-Girard N° 67).

L'Œhningien moyen débute par les tourbes parfois très fossilifères et les marnes à montmorillonites accompagnées d'attapulgite ou contaminées de kaolinite détritique. Puis la sédimentation crayeuse franche s'établit. On confond parfois ces bancs avec ceux de l'Œhningien inférieur, dont ils n'accusent jamais le caractère vacuolaire. La teneur en Sr est faible, la dolomite très rare. Les couches à feuilles de la gare du

Locle appartiennent à ce sous-étage. Au sommet la sédimentation devient très calme, les craies à grain fin présentent une large cassure conchoïdale et la couleur bleue apparaît. L'extension de ce faciès est telle qu'on peut l'utiliser comme horizon repère et en faire la limite entre l'Œhningien moyen et supérieur.

Pour l'Œhningien supérieur toutes les remarques de Favre (1937) sont de nouveau valables. La teneur en Sr croît pour trouver son maximum dans les lignites. Avec elle s'accroît aussi la fréquence du Mg qui cette fois se loge dans la maille de la calcite au lieu de celle de la dolomite.

Les niveaux silicifiés, tant lignites que boues ou craies, peuvent former localement d'assez grandes lentilles. Celles-ci sont rarement conservées intactes car elles ont été débitées en fragments par de nombreux éboulements.

Pour les malacologistes ce complexe serait sarmatien. D'après la faune vertébrée on l'attribuerait au Vindobonien supérieur. Nous nous sommes contentés de l'appeler Œhningien supérieur.

Nulle part nous n'avons pu voir le sommet tout à fait supérieur de l'Œhningien, soit que le fauchage et les glissements en aient bouleversé l'ordonnance, soit que l'érosion pliocène tardive et quaternaire l'ait fait disparaître.

L'Œhningien le plus jeune n'a jamais été trouvé qu'au Verger ou au Crêt-du-Locle.

8. Formations post-œhningiennes

Les boues dolomitiques et marnes illitiques vertes, que l'on suit depuis la nouvelle route Henri Perret jusqu'au S de l'angle le plus méridional de l'ancien cimetière des Jeannerets, appartiennent à un réseau hydrographique antérieur au lac post-glaciaire. En effet ni Schardt (1903) ni Favre (1911) ne signalent de marnes vertes dans les remplissages post-glaciaires du « Marais du Locle ».

Dans le tableau récapitulatif, on constatera la parfaite concordance entre nos observations et les subdivisions de Jaccard. Ces dernières ont été contestées à tort par Schardt et Favre qui n'ont pas pu, par manque d'affleurements assez continus, voir ou reconnaître les grands bancs de l'Œhningien moyen. Nous avons décalé dans le tableau les subdivisions proposées par ces deux auteurs, pour leur assigner leur place réelle. Il est probable que convenablement rattachée aux différentes unités, la faune malacologique gagnerait une spécificité que jusqu'à maintenant la confusion des subdivisions lui refusait.

Tableau récapitulatif des subdivisions de l'Œhningien

d'après JACCARD (1869, p. 94 et 1870, p. 17)	d'après SCHARDT (1903, p. 263)	d'après J. FAVRE (1937, p. 20 et 21)	Nouvelle subdivision proposée
4. Lignites, calcaires siliceux (ménilite) 20 m	*2.* Série des alternances marneuses avec feuillets charbonneux et concrétions de ménilites. 50-60 m	*Complexe II* Marnes, marno-calcaires, calcaires, craies, calcaires siliceux, lignites. *Amnicola pseudoglobulus*, *Hydrobia sulculata*, *Galba jaccardi*, *Bithynia curta*, *Gyraulus trochiformis kleini*	*Œhningien supérieur* Charbons feuilletés, lignites, tourbes friables en alternance avec des craies pulvérulentes, silicifications, faune de petite taille Calcites magnésiennes, aragonite, Sr : 5000 ppm Au bas : faciès craie blanche
3. Calcaires blancs crayeux, couches à feuilles 12 m			*Œhningien moyen* Faciès très fin, craies blanches et bleues, calcite uniquement, Sr : 600 ppm. Grands bancs microrythmés faibles, intercalations marneuses, tourbeuses, Sr : 1500 ppm
2. Marnes et calcaires marneux à *Melanopsis* 40 m		*Complexe Ib* Marnes et calcaires marneux, charbonneux, bitumineux. Dents et ossements de vertébrés. Localement couches à feuilles *Cepaea*, *Coretus mantelli*, *Radix dilatata*, *Gyraulus trochiformis kleini*, Unios. Localement couche à *Melanopsis*	Complexe marneux-tourbeux, montmorillonites, attapulgites, localement kaolinites, Sr : 1800 ppm *Œhningien inférieur* Conglomérat de galets Œhn. Marnes et boues grumeleuses. Intercalations vertes à montmorillonites
1. Grands bancs de calcaires durs à Hélices, Planorbes et Limnées	*1.* Calcaire en gros bancs à *Limnaea dilatata*, *Planorbis mantelli*, *Helix*	*Complexe Ia* Grands bancs de calcaires durs parfois noduleux, vacuolaires	Grands bancs de craies parfois vacuolaires, hétérogènes. Dolomite, attapulgite, Sr : 1700 ppm

9. Remarques tectoniques

Le propos de ce paragraphe n'est pas de traiter la tectonique d'ensemble du bassin du Locle, mais de décrire à l'aide d'un exemple les déformations qu'à la suite de la principale phase du plissement jurassien, un matériel aussi spécial que des craies lacustres a subies.

Il ne s'agit donc pas d'une description à l'échelle d'un pli, mais d'une partie d'un pli.

La galerie de La Maladière, longue de 230 m, foncée dans le flanc NW du synclinal, constitue cet exemple. Tout ce qui suit se rapporte à elle et figure dans la planche II.

Du centre à l'extérieur du bassin, c'est-à-dire en direction NW, le secteur de La Maladière se décompose en un premier anticlinal, un synclinal et des écailles précédant le renversement du substratum secondaire, renversement que l'on peut observer en surface et connu au siècle passé déjà.

Mais pour mieux comprendre la nature de ces déformations, il faut recourir à l'analyse structurale. Comme d'habitude, celle-ci n'est efficace que si les « corps » étudiés sont décomposés en « éléments ». Dans la galerie de La Maladière, ce découpage s'est fait en tronçons dont les zones de broyage forment les limites. D'après les stéréogrammes, quatre tronçons principaux ont été reconnus : le premier part du début de la galerie et va jusqu'à A (cf. pl. II), le second de A à B, le troisième de B à C et le quatrième de C au fond. Au haut de la planche II sont reportées les directions axiales de chaque tronçon avec la direction de la galerie. La différence angulaire entre les divers axes est assez importante, puisqu'elle peut atteindre 40°.

En détail : le premier tronçon, qui forme le flanc SE de l'anticlinal dont la charnière est visible en B, est plissé selon un axe N 88 E avec un léger plongement à l'E. Une zone de fracture passe à la couche 17, exactement où les couches se redressent. Dans la projection stéréographique, les pôles de ces couches sortent de la zone (cf. fig. 1 [1]). D'autre part les stries indiquent que le train de fissures traverse la galerie très obliquement d'E en W (direction de la galerie N 143 E, direction moyenne des stries N 130 E).

Nous voyons dans le redressement des couches, la façon dont elles tournent et dans le plongement faible des stries, les effets d'un décrochement qui est bien visible à cet endroit, parce qu'il traverse une zone assez résistante.

L'axe du deuxième tronçon a un peu tourné au N (N 74 E, léger plongement E). Les stries des plans de friction se rapprochent de la direction NS ; leur plongement tantôt N tantôt S est plus faible. Elles traversent la galerie très obliquement d'W en E (cf. fig. 1 [2]).

Ce tronçon se termine à la charnière cassée de l'anticlinal. Là, la zone de broyage intense a fait disparaître toutes les structures stratigraphiques. En projection stéréographique les pôles des couches sont de nouveau aberrants (cf. fig. 1 [3]). Ceux des surfaces de friction se répartissent sans ordre dans les quatre cadrans, et on note la première apparition dans la

galerie de nombreuses surfaces de friction en « postérieur ». Les stries que portent ces surfaces traversent toujours la galerie très obliquement mais aussi bien d'W en E que le contraire. Leur plongement est tantôt fort, tantôt faible mais toujours vers le SE. Immédiatement avant cette zone, de petits mouvements faisaient monter le compartiment supérieur vers le NW, mais les stries des plans de stratification avaient un plongement plus faible que 45°. Il s'agit là de traces de mouvement d'une autre

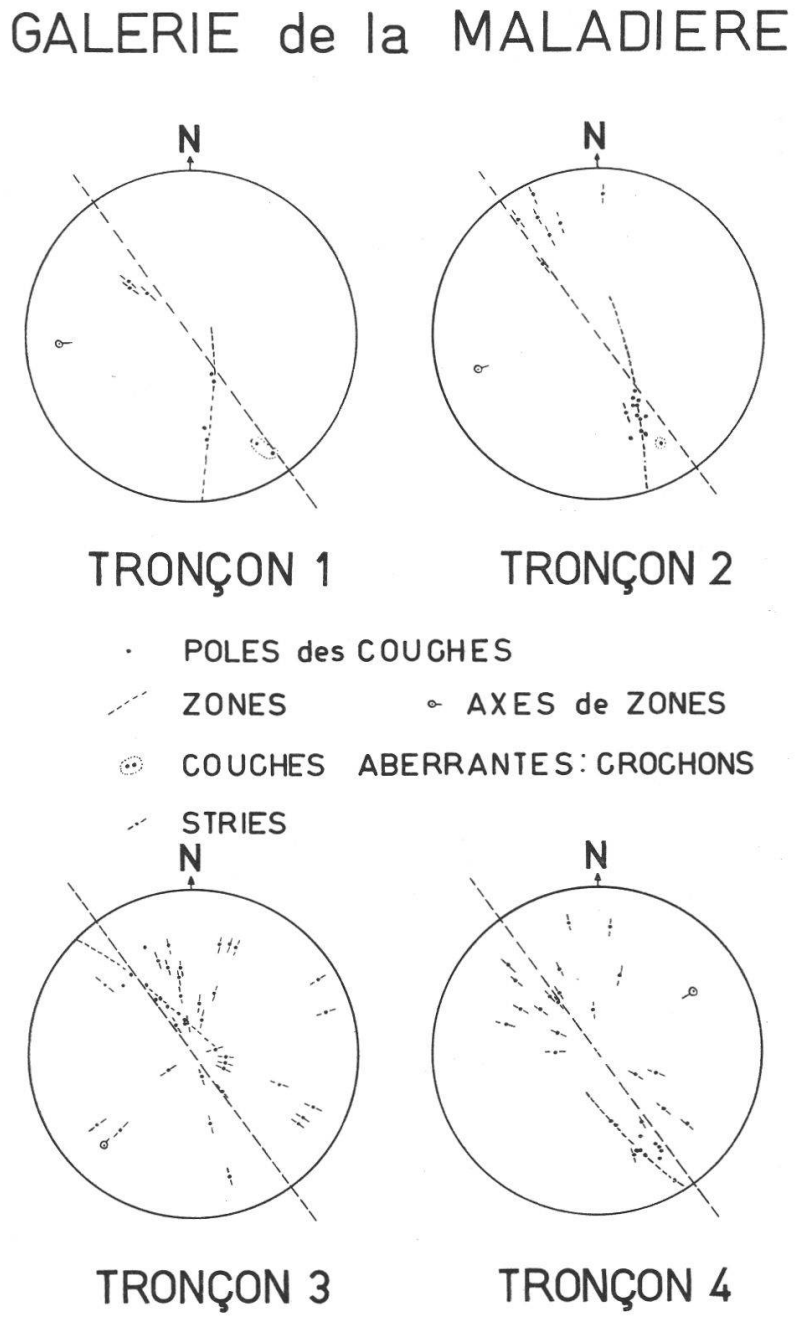


Fig. 1. Diagrammes stéréographiques équiangles.
Les diamètres en traitillé indiquent la direction de la galerie. Seuls les pôles des couches les plus valables sont reportés. A remarquer dans les N° 1 et 2 la dispersion des couches due aux crochons, dans les N° 3 et 4 la dispersion des stries due aux surfaces de glissement en postérieur.

nature. De toutes ces constatations, nous en avons conclu que l'accident qui casse la charnière de l'anticlinal en B est un décrochement mais dont le mouvement, principalement subhorizontal, peut se décomposer par place en mouvements horizontaux et verticaux. On peut expliquer cette décomposition par un gauchissement de la direction générale ou par un débitement des lèvres du décrochement en gros blocs, qui, entraînés par le mouvement général, fonctionnent comme coins. Ces deux hypothèses expliquent en tout cas la formation des surfaces en postérieur et le rayonnement des stries.

L'axe du troisième tronçon (de B à C) est encore plus tourné vers le N (N 46 E, léger plongement vers l'E). On retrouve, sur les plans de stratification, les petits mouvements différentiels mentionnés plus haut, mais ici leurs traces indiquent que le compartiment supérieur est monté au SE. Sur les deux flancs de l'anticlinal donc, les compartiments supérieurs sont montés vers la charnière. Il s'agit alors plus du réajustement des couches lors du plissement que d'une conséquence secondaire du décrochement. La limite N de ce tronçon est mal définie. On saute en effet à 147 m, de l'Œhningien supérieur à l'Œhningien inférieur sans passage net et sans dislocation bien visible.

Nous avons vu (cf. p. 26) que le synclinal C était coincé 80 m trop haut entre les couches de l'Œhningien supérieur. Or du côté N la dislocation est très visible. Si du côté S un mouvement d'une telle ampleur n'a laissé que si peu de traces, cela provient de la très grande plasticité des couches du complexe marno-tourbeux qui, fonctionnant comme lubrifiant, a favorisé la rupture de l'ensemble et la création des écailles. Le synclinal C provient de l'extrême pointe d'une écaille, tandis que les couches de l'Œhningien supérieur et moyen de C à 190 m, appartiennent à une autre écaille coupée obliquement par la galerie. L'analyse structurale de telles écailles devient très délicate surtout si l'on ne possède, comme à la galerie, que des affleurements d'au maximum 2 m de haut. Toutefois avec ce que l'on peut voir de stratification dans ce dernier tronçon, nous avons construit l'axe le plus probable dont la direction occupe une position intermédiaire (par rapport aux axes des trois premiers tronçons), mais qui plonge cette fois de 20° à l'W. Les écailles n'ont donc pas seulement tourné en plan mais aussi en hauteur.

Le rebroussement à 90° des couches (cf. pl. II, 190 m) qui s'effectue tantôt par flexure, tantôt par une cassure, peut s'expliquer par l'exagération d'un plissement initial en escalier.

C'est aussi à la structure en écailles qu'il faut attribuer, dans la galerie, la présence de l'Helvétien marno-gréseux et l'absence de gompholite. Cette structure ne se rencontre alors pas uniquement au Verger, mais dans tout le flanc NW du synclinal, puisqu'on n'a jamais signalé en surface des grès et marnes verts. Ceux-ci sont restés coincés en profondeur dans la trappe que forme le renversement du substratum crétacé-jurassique. C'est d'ailleurs ce qu'a trouvé Favre (1911, fig. 26) à l'anticlinal du Jet-d'Eau. Depuis le Col-des-Roches jusqu'au Crêt-du-Locle il ne faut probablement pas interrompre la molasse marine avant le renversement du flanc mais sous celui-ci.

En résumé et grâce à la galerie de La Maladière, on voit que le flanc NW du synclinal du Locle ne se contente pas de se renverser, mais que plusieurs plis compliqués d'écailles annoncent cet accident. FAVRE (1911) a signalé des replis à la Combe-Girard et à La Jaluse. Il est probable que si l'on y fonçait des galeries tout se compliquerait encore. Mais si les replis dans l'Œhningien du flanc SE commencent déjà à 600 m du Crétacé, sur le flanc NW ils se concentrent sur 250 m.

10. Discussion

Le style de la tectonique que révèle l'observation minutieuse des déformations dans la galerie de La Maladière, ne correspond pas à l'image conventionnelle que l'on se fait. Il y a là un mélange de style souple, écaillé et cassant. La combinaison d'anticlinaux, de synclinaux, de décrochements et d'écailles confère à cette partie du pli une symétrie triclinique. Si l'on rapporte ces observations à l'ensemble du bassin, la première idée qui vient à l'esprit est que ces décrochements et renversements suggèrent un rétrécissement. Il s'agit fort probablement là d'une image assez simpliste. En fait, l'obliquité des décrochements par rapport aux axes des petits plis (cf. pl. II) a plutôt pour résultat une élongation.

11. Age du plissement

D'après FAVRE *(loc. cit.)* les galets de gompholite proviennent du Crétacé, quand celui-ci affleure encore, et ailleurs du Jurassique. L'anticlinal était déjà exondé et l'érosion l'avait déjà débarrassé de son Crétacé avant le dépôt de la gompholite.

L'exondation s'est maintenue au cours de ce dépôt, puisque la gompholite (toujours d'après FAVRE, *loc. cit.*) s'est formée au pied d'une falaise.

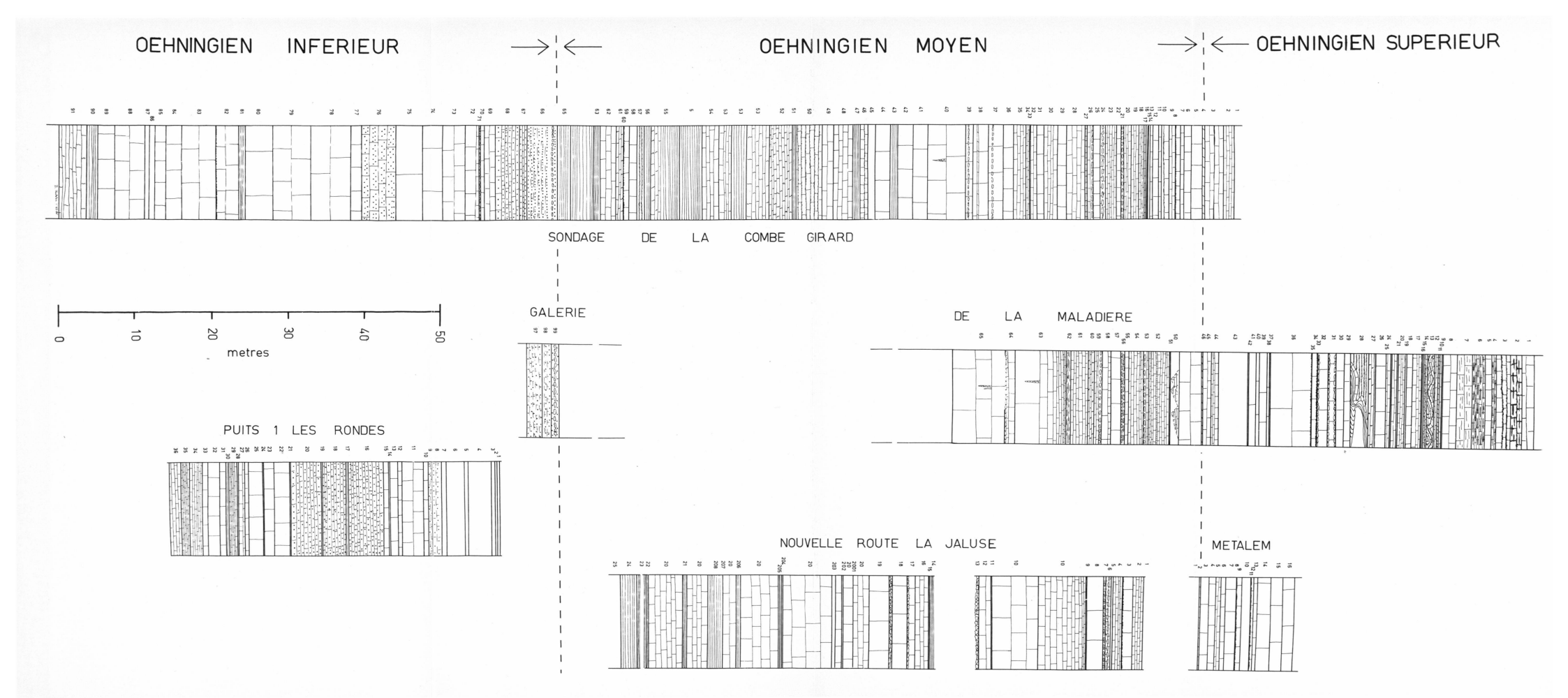
L'anticlinal de Sommartel a eu une histoire un peu différente ; sur son flanc NW en effet, le Crétacé affleure mais on n'y observe pas de gompholite. Si cet anticlinal fut exondé avant et pendant le dépôt de la gompholite, la différence d'altitude ne fut pas assez grande pour former une falaise.

Le lac tortonien a occupé la cuvette comprise entre ces deux anticlinaux. La présence de couches lacustres semblables, dans les synclinaux des Ponts-de-Martel (FAVRE, 1937, p. 4), du Val-de-Travers (THIEBAUD, 1937) et dans celui des Verrières (MUHLETHALER, 1932) n'exclut ni l'existence de terres exondées entre eux ni celle d'anticlinaux déjà ébauchés. Dans le Post-glaciaire, par exemple, on connaît des dépôts

---

LÉGENDE DE LA PLANCHE I

Coupe stratigraphique détaillée de l'Œhningien.


OEHNINGIEN INFERIEUR
OEHNINGIEN MOYEN
OEHNINGIEN SUPERIEUR
SONDAGE DE LA COMBE GIRARD
0 10 20 30 40 50
metres
GALERIE
DE LA MALADIERE
PUITS 1 LES RONDES
NOUVELLE ROUTE LA JALUSE
METALEM

crayeux synchrones : dans le marais du Locle (à environ 900 m), dans le Val-de-Travers (à environ 700 m) et dans le lac de Neuchâtel (à environ 400 m) à une époque où le Jura avait déjà sa forme actuelle.

Si, par une première approximation, on admet que le lac Œhningien a duré entre 300 000 et 500 000 ans, on peut supposer que, pendant cette période qui précède immédiatement la phase paroxysmique, les sédiments ont enregistré quelques mouvements précurseurs. Les marnes grumeleuses et les conglomérats du sommet de l'Œhningien inférieur, ainsi que la fréquence des glissements et des éboulements subaquatiques dans l'Œhningien moyen surtout, pourraient en être une conséquence.

Il serait vain de chercher dans l'Œhningien des traces de soulèvement d'ensemble ; à peine peut-on y discerner un léger basculement de la cuvette. Au contraire, les mouvements horizontaux, qui ont contribué à exagérer le renversement du flanc NW et qui se sont traduits en plusieurs endroits par des ruptures décrochantes, ont laissé des traces dans toute la cuvette.

ESQUISSE PALÉOGÉOGRAPHIQUE

1. Substratum jurassique

Le synclinal du Locle se trouve actuellement entouré d'anticlinaux jurassiques que l'érosion a entamés jusqu'au Dogger. C'est là la conséquence des différents plissements qui ont formé la chaîne jurassienne. Quoique le Bajocien, mais surtout le Bathonien forment d'assez larges affleurements au N du synclinal, nous n'avons fait débuter nos analyses qu'à l'Oxfordien, partant du principe que l'érosion découvre d'autant plus tardivement les terrains qu'ils sont plus anciens.

Les sédiments jurassiques (Dogger et Malm) sont ceux d'une mer peu profonde et assez chaude (coraux). Les carbonates dominent mais les récurrences marneuses jouent aussi un grand rôle. On trouve dans le Portlandien, mais surtout dans le Purbeckien, quelques couches d'eau douce. A part l'épaississement de l'Oxfordien au N et le passage des marnes argoviennes aux calcaires récifiaux rauraciens, les faciès ne subissent que peu de changements sur une très grande partie de la chaîne jurassienne à la hauteur du Locle.

2. Substratum crétacé

Le Valanginien et l'Hauterivien, celui-ci très érodé, étaient aussi couverts par une mer peu profonde, où la sédimentation détritique dominait ceci, surtout dans l'Hauterivien.

Ces couches du Secondaire ont non seulement fourni les carbonates qui, par précipitation dans le lac tortonien, ont formé les craies, mais elles ont aussi pu livrer la kaolinite, l'illite et la montmorillonite des couches de transition comme de l'Œhningien proprement dit.

3. Le Tertiaire

Une grande période d'émersion a laissé des traces sur presque tout le Jura, comme du reste dans les Alpes helvétiques. Cette période s'est traduite par la formation de « terra rossa » dont les vestiges, connus sous le nom de Sidérolithique, augmentent de fréquence et d'importance d'W en E. On a pu rattacher cette formation à l'Eocène ; nous verrons plus loin que, suivant les régions, il convient peut-être de lui attribuer une plus grande durée.

Il est difficile, actuellement encore, de dater exactement les dépôts tertiaires. Il semble toutefois qu'il faut distinguer trois sortes de synclinaux internes d'après leur contenu tertiaire : les synclinaux à brève lacune, les synclinaux à lacune terminale et les synclinaux à lacune basale.

a) *Synclinaux à brève lacune*

Le bassin de Delémont est le meilleur exemple de synclinal où les lacunes stratigraphiques jouent un faible rôle. On y reconnaît en effet des dépôts éocènes (sidérolithiques) et stampiens. L'Aquitanien et le Burdigalien constituent une lacune. A l'Helvétien les dépôts reprennent pour se poursuivre jusqu'au Pontien. Alors que l'Eocène et le Sannoisien sont des formations typiquement continentales, au Rupélien la transgression marine a abandonné aussi bien des sédiments côtiers (conglomérats, Meeressande) que moins détritiques (Septarienton, Cyathulamergeln). Ce premier cycle se termine par les dépôts d'eau douce au Délémontien (Chattien). La succession des conglomérats, grès ou sables, marnes, carbonates, est celle d'une série virtuelle normale, à laquelle il ne manquerait que le minerai de fer et les évaporites (MILLOT 1957, LOMBARD 1953), ces dernières remplacées par les faciès d'eau douce.

Le second cycle s'ébauche par la transgression marine de l'Helvétien, mais cette fois-ci d'origine molassique suisse et non plus haut-rhénane comme dans le premier cycle. La transgression perd de sa vitalité et est relayée par les dépôts d'eau douce du Tortonien.

Deux séries virtuelles normales trouvent donc leur réalisation dans le bassin de Delémont.

b) *Synclinaux à lacune terminale*

Nous rattachons à ce groupe les synclinaux de l'Auberson, de la Vallée-de-Joux, du Val-de-Travers, du Val-de-Ruz et de Saint-Imier, c'est-à-dire les premiers synclinaux importants en arrière de la première chaîne du Jura.

Il ne subsiste dans ces synclinaux que les traces du premier cycle dont les limites sont difficiles à fixer en raison de l'imprécision des déterminations stratigraphiques. Parfois ce cycle n'a laissé de traces qu'au Sannoisien et au Stampien, comme à la Vallée-de-Joux (AUBERT 1958) ; d'autres fois on attribue soit au Stampien, soit à l'Aquitanien la grosse masse des sédiments. D'autres fois enfin, du Burdigalien ou de l'Helvétien sont présents mais sans acquérir l'importance qu'ils ont dans les synclinaux haut-jurassiens. Mais en tout cas, dans ces synclinaux, à part quelques dépôts d'eau douce au Tortonien, les traces du second cycle sont absentes ou peu importantes.

c) *Synclinaux à lacune basale* (fig. 2)

Dans les synclinaux des Verrières, des Ponts-de-Martel et du Locle, les dépôts tertiaires débutent avec la transgression peut-être burdigalienne mais sûrement helvétienne. Comme dans le bassin de Delémont, la transgression en perte de vitesse est relayée par les dépôts lacustres dont l'*Œhningien loclois forme le plus bel exemple de la chaîne jurassienne.*

Les différents stades de ce cycle se sont particulièrement bien marqués dans la pétrographie du Tertiaire du Locle : de l'Helvétien au sommet quantitatifs mais aussi qualitatifs : la chlorite, minéral marqueur de

du Tortonien, le diamètre moyen des insolubles passe de plus de 63 μ à moins de 0,6 μ, leurs proportions calculées sur la roche totale, de 80 à une fraction de %. Parallèlement, la teneur en carbonates augmente et dépasse 90 %. Cette évolution se suit non seulement d'après des critères

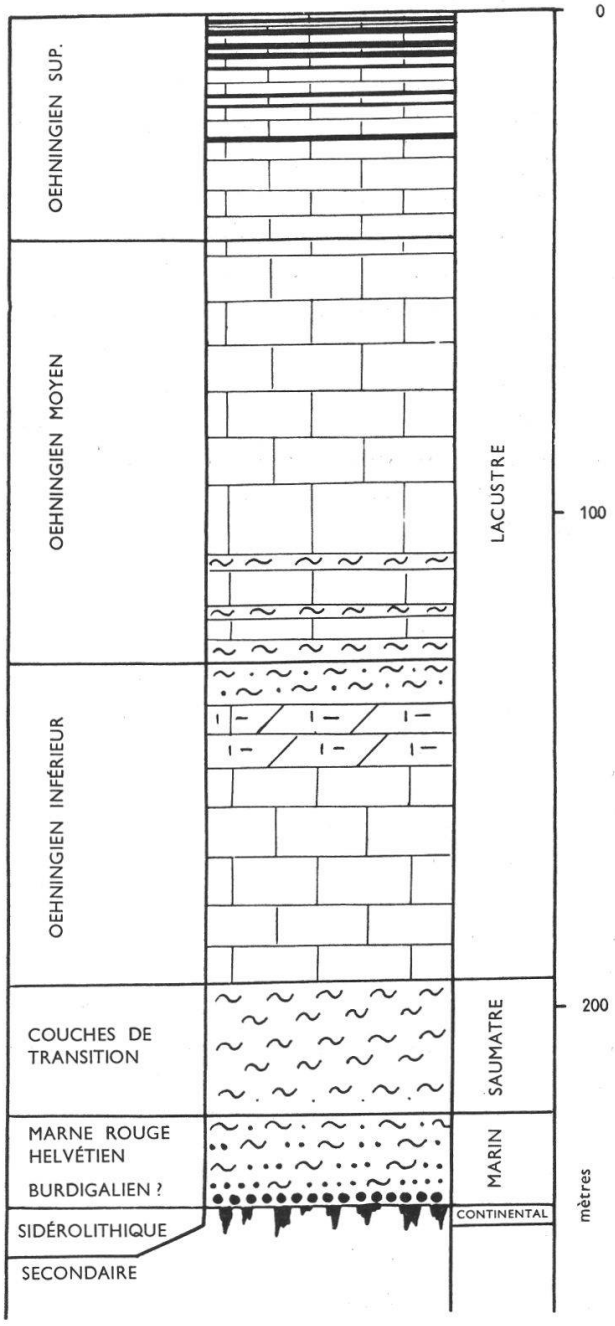


Fig. 2. Exemple schématique de remplissage tertiaire d'un synclinal jurassien à lacune basale : les sédiments du premier cycle tertiaire ou cycle oligo-miocène sont absents. Seul le deuxième cycle ou cycle miocène supérieur est représenté. Ses dépôts reposent directement sur le substratum secondaire. On remarquera, par opposition au premier cycle, la réduction d'épaisseur des grès, sables et marnes et l'importance de la phase crayeuse d'eau douce. Les charbons feuilletés annoncent l'atterrissement du lac.

l'origine alpine, disparaît avec le début de l'Œhningien ; la Marne Rouge et les couches de transitions se sont donc encore déposées dans un bassin en communication avec le bassin molassique. D'un autre côté, les teneurs en Bore (HARDER 1959) soulignent le passage du faciès marin au faciès lacustre ; celles de Strontium précisent les derniers stades lacustres du cycle (cf. KÜBLER 1962).

Il serait intéressant de suivre dans les dépôts tertiaires des Verrières et des Ponts-de-Martel cette évolution d'après les mêmes critères.

Toutefois, que l'on prenne le premier ou le second cycle, on est frappé de la similitude de leurs séquences. Sur les conglomérats, les grès et les sables du début se déposent des marnes bariolées, mais surtout rouges, auxquelles succèdent des dépôts d'eau douce... Cela explique l'échec de la stratigraphie par faciès, puisqu'en passant d'un synclinal à l'autre on retrouve les mêmes termes mais décalés d'un cycle.

La couleur rouge des marnes est généralement attribuée à un remaniement du Sidérolithique. C'est en tout cas l'opinion communément admise pour les marnes stampiennes. Rien n'empêche de supposer une même origine aux marnes rouges helvétiennes, soit que l'on admette une permanence du Sidérolithique sur les terres émergées débordant d'Eocène, soit que le lessivage des « terra rossa » n'intervienne que plus tard pour les chaînons haut-jurassiens.

Nous sommes parfaitement conscients de la précarité et de l'insuffisance des divisions que nous introduisons ci-dessus. Il ne s'agit d'autre part pas d'idées originales. Elles s'inspirent des publications d'AUBERT (1958 et 1959). Cependant pour comprendre l'origine des minéraux argileux du Locle et des minéraux qui sont l'objet de la seconde partie de ce travail (cf. KÜBLER 1962), l'esquisse brève d'un cadre paléosédimentologique était indispensable.

4. Influence du plissement

D'une manière générale, on admet que les premières phases du plissement ont provoqué l'individualisation des bassins internes, par la création de hauts-fonds ou de terres émergées. Celles-ci « écrémaient » d'une part les sautes de la mer molassique, d'autre part elles cloisonnaient les bassins entre eux. Cela explique l'origine tantôt alpine, tantôt jurassienne des sédiments : les molasses, sables et marnes représentent l'élément alpin, les marnes et formations d'eau douce l'élément jurassien. L'origine alsacienne et vosgienne de quelques formations du bassin de Delémont indique que les invasions pouvaient aussi provenir du N.

La localisation, non seulement dans le temps mais aussi dans l'espace, des asthénies de la mer molassique, complique le schéma. Les discontinuités sédimentaires ne proviennent pas uniquement des mouvements du substratum, mais aussi des variations dans l'origine de l'alimentation. Pour les synclinaux internes, les recherches récentes d'AUBERT *(loc. cit.)* montrent d'autre part l'importance des dislocations très localisées. D'un bassin interne à un autre, il ne faut donc pas s'étonner de noter des écarts, des changements de faciès ou des lacunes.

Résumé

L'abondance des affleurements a permis de préciser la stratigraphie de l'Œhningien. On divise celui-ci en trois parties qui correspondent en gros à celles de JACCARD (1869). Cette subdivision s'appuie aussi bien sur les fossiles déjà abondamment décrits que sur des critères pétrographiques ou géochimiques. La permanence des faciès autorise cette démarche.

Une description minutieuse des profils-clef est donnée.

L'analyse tectonique détaillée du flanc NW (galerie de La Maladière) révèle que le renversement important des couches secondaires est annoncé par un plissement complexe de l'Œhningien. Ce plissement comprend des anticlinaux, des synclinaux, des écailles, des failles et des décrochements. Les phases paroxysmiques du plissement jurassien sont bien postoehningiennes.

Une esquisse paléogéographique et une comparaison des Tertiaires des autres synclinaux internes jurassiens terminent l'étude.

Zusammenfassung

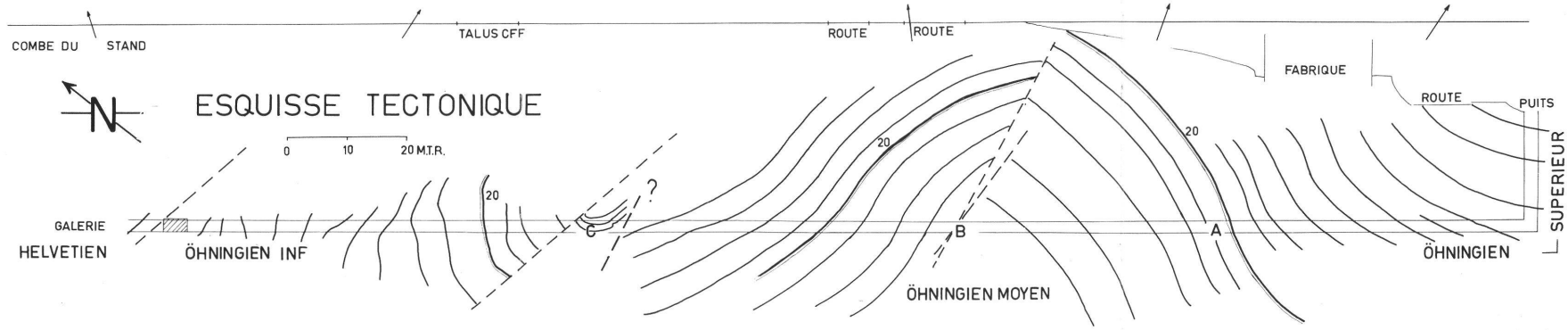
Eine grössere Anzahl von Aufschlüssen erlaubte die Stratigraphie des Œhningien genauer zu erfassen. Drei Teile werden unterschieden, die ungefähr der Einteilung von JACCARD (1869) entsprechen. Diese Einteilung stützt sich sowohl auf die schon reichlich in der Literatur beschriebenen Fossilien, als auf petrographische und geochemische Daten. Die Beständigkeit der Fazies erlaubt ein solches Vorgehen. Die Typ-Profile werden sehr genau beschrieben. Eine ausführliche tektonische Analyse des NW-Flügels der Synklinale (Stollen von La Maladière) zeigt, dass die wichtige Umkippung der sekundären Schichten von verwickelten Faltungen im Œhningien begleitet wurde. Diese Deformationen bestehen aus Sätteln, Mulden, Schuppen, Verwerfungen und Querverschiebungen. Die paroxysmischen Phasen der jurassischen Faltung dürften postoehningisch sein.

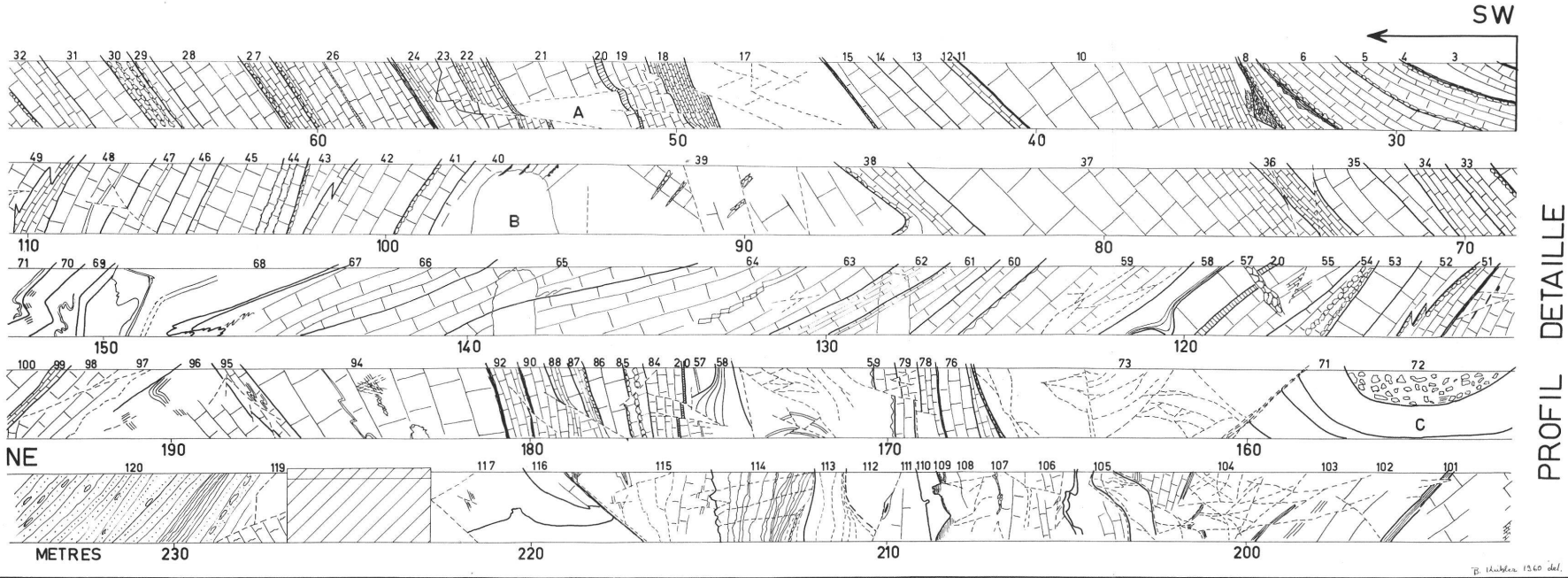
Eine paläogeographische Skizze und ein Vergleich mit den tertiären Schichten der anderen jurassischen Mulden beenden die Arbeit.

LÉGENDE DE LA PLANCHE II

Profil de la galerie de La Maladière.
En haut : sur la trace de la galerie les directions axiales des 4 tronçons ; à l'extrême gauche, direction de l'anticlinal crétacé de la Combe-du-Stand. Au milieu : esquisse tectonique. En bas : levé détaillé. A remarquer : les structures centripètes, les déformations souples, la fracturation intense localisée et, avant les grès verts helvétiens, l'absence de Gompholite.

GALERIE de la MALADIERE





B. Häubler 1960 del.

Summary

The abundance of the outcrops has allowed to state precisely the stratigraphy of the Œhningien that may be divided in three parts, each of them corresponding fairly well to the division made by JACCARD (1869). This subdivision relays as well upon the fossils already plentifully described as upon petrographical and geochemical tests. The permanence of the facies allows this proceeding. A precise description of key-profiles is given. The meticulous tectonical analysis of the N-W flanc discloses that the important overturning of the secondary beds begins with a complicated folding of the Œhningien. The folding includes anticlines, synclines, scales, faults and strike-slip faults. The paroxysmical phasis of the jurassian folding follows the Œhningien.

A paleogeographical sketch and a comparison of the tertiary sediments of the other synclines end the study.

BIBLIOGRAPHIE

AGASSIZ, L. — (1837). Dent de *Dinotherium* du Bassin du Locle. *Act. Soc. Helv. Sc. Nat.* 22e sess., p. 26.

AUBERT, D. — (1958). Sur l'existence d'une ride de plissement oligocène dans le Jura vaudois. *Bull. Soc. neuch. Sc. nat.* 81 : 47-54, 2 fig.

— (1959). Le décrochement de Pontarlier et l'orogénèse du Jura. *Mém. Soc. vaud. Sc. nat.* 76, vol. 12 (4) : 93-152, 11 fig., 2 pl.

BOURQUIN, Ph. — (1945). Inédit, *Ville du Locle* : Sondages pour captages d'eau. Sondage C (Combe-Girard), Swissboring Plan No 5710, profil dressé par l'auteur.

BUCH, Leopold von. — (1803). Catalogue d'une collection des roches qui composent les montagnes de Neuchâtel. *In : Leopold von Buch's gesammelte Schriften herausgegeben von J. E. Wald, J. Roth und H. Eck*, 1 (1867) : 584-687, 1 fig.

BÜCHI, U. P. — (1956). Über ein Vorkommen von Montmorillonit in der zürcherisch-aargauischen Molasse. Min. Beitr. von F. HOFMANN. *Bull. Ver. Schweizer. Petrol.-Geol. und Ing.* 22 (63) : 19-24.

BURRI, F. — (1951). Geologie des Jensbergs südlich von Biel. *Mitt. Naturf. Ges. Bern*, N. F. 8 : 29-54, 1 fig., 1 pl., 1 plan.

DESOR, E. et GRESSLY, A. — (1858). Etudes géologiques sur le Jura neuchâtelois. *Mém. Soc. neuch. Sc. nat.* 4 (8) : 159 pp., 2 pl., 1 carte géol.

FAVRE, J. — (1911). Description géologique des environs du Locle et de La Chaux-de-Fonds. Thèse Univ. Genève. *Ecl. Geol. Helv.* 11 (4) : 369-476, 36 fig., 2 pl.

— (1935). Etude sur la partie occidentale du lac de Genève. II. Histoire malacologique du lac de Genève. *Mém. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève* 41 (3) : 295-414, 19 fig.

FAVRE, J., BOURQUIN, Ph. et STEHLIN, H. G. — (1937). Etudes sur le Tertiaire du Haut-Jura neuchâtelois. *Mém. Soc. Pal. Suisse* 60 : 1-47, 7 fig., 4 pl.

HARDER, H. — (1959). Beitrag zur Geochemie des Bors. *Nachrichten der Akad. der Wissensch.* II Math.-Physik. Kl. (6) : 123-183.

HEER, Oswald. — (1856). Entdeckung fossiler Pflanzen in Locle. *Viertelsjahrsschrift der naturf. Ges. Zürich.* 1 : 92.

— (1865). Die Urwelt der Schweiz. 622 pp., 368 fig., 11 pl., *Zürich* (Schulthess).

HOFMANN, F. — (1956). Die Obere Süsswassermolasse in der Ostschweiz und im Hegau. *Bull. Ver. Schweizer. Petrol.-Geol. und Ing.* 23 : 23-34, 1 fig.

— (1958). Das Bentonitvorkommen von Le Locle. *Ecl. Geol. Helv.* 51 (1) : 65-71, 2 fig., 2 tabl.

HOFMANN, F., GEIGER, Th. et SCHWARZACHER, W. — (1949). Über ein Vorkommen von Montmorillonit in der Ostschweizerischen Molasse. *Schweiz. min. petrogr. Mitt.* 29 (1) : 43-49, 4 fig.

JACCARD, A. — (1858). Note sur la flore fossile du terrain d'eau douce supérieur du Locle. *Bull. Soc. neuch. Sc. nat.* 4 : 57-68.

— (1864). Le charbon de pierre du Locle. 18 pp., *Le Locle* (Courvoisier).

— (1869). Description géologique du Jura vaudois et neuchâtelois et de quelques districts adjacents du Jura français. *Mat. Carte Géol. Suisse* 6 (1re sér.) : I-VIII + 1 — 340, 8 pl.

— (1870*a*). Supplément à : Description géologique du Jura vaudois et neuchâtelois. *Ibid.* 7 (1re sér.) : I-VIII + 1-79, 4 pl.

— (1870*b*). Quelques mots sur les cartes géologiques et en particulier sur les feuilles VI, XI et XVI de la Carte géologique de la Suisse. 14 pp., *Neuchâtel.*

— (1893*a*). Sur la Vivianite du Locle. *Bull. Soc. neuch. Sc. nat.* 21 : 84-86.

— (1893*b*). Sur l'opale du Locle. *Ibid.* 21 : 86-87.

Kübler, B. — (1962). Etude pétrographique de l'Œhningien (Tortonien) du Locle (Suisse occidentale) *Beitr. Mineral. Petrogr.* (sous presse).

Lemcke, K., von Engelhardt, W. et Fuechtbauer, H. — (1953). Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Westteil der ungefalteten Molasse. *Geol. Jahrb.* hrg. v. d. *Geol. Landesanst. d. Bundesrepubl. Deutschland.* Beil. 11 (ser. 8, Nr. 110, A), 64 pp.

Lombard, A. — (1953). Les rythmes sédimentaires et la sédimentation générale. *Inst. Français Pétr.* 8 : 9-57, 23 fig.

Maillard, G. et Loccard, A. — (1892). Monographie des mollusques tertiaires, terrestres et fluviatiles de la Suisse. *Mém. Soc. Pal. Suisse* 19 : 128-275, 4 pl.

Millot, G. — (1949). Relations entre la constitution et la genèse des roches sédimentaires argileuses. *Géol. Appl. et Prosp. Minière* 2 (2-4) : 6-352, 7 pl.

Moos, Armin von. — (1935). Sedimentpetrographische Untersuchungen an Molassesandstein. *Schweizer. min. petrogr. Mitt.* 15 : 169-265, 9 fig., 10 tabl.

Mornod, L. — (1959). Rapport hydrogéologique sur la source de La Maladière et son recaptage par galeries. 11 pp., 5 pl. (inédit).

Muhlethaler, Ch. — (1932. Etude géologique de la région des Verrières. *Bull. Soc. neuch. Sc. nat.* 56 : 121-300, 17 fig., 2 pl.

Nicolet, C. — (1839). Essai sur la constitution géologique de la vallée de La Chaux-de-Fonds. *Mém. Soc. neuch. Sc. nat.* 2 : 26 pp., 2 pl., 1 plan.

— (1844). Sur les ossements fossiles des marnes nymphéennes de La Chaux-de-Fonds. *Bull. Soc. neuch. Sc. nat.* 1 : 124-126.

Pavoni, N. — (1955). Das Niveau des « Appenzeller Granites » (Degersheimerkalknagelfluh) und seine Ausdehnung in der Zürcher Molasse. *Ecl. Geol. Helv.* 48 (2) : 364-365.

— (1957). Geologie der Zürcher Molasse zwischen Albiskamm und Pfannenstiel. *Vierteljschr. Naturf. Ges. Zürich* 102 : 117-315, fig., pl., profils et tables.

Pfannenstiel, M. — (1958). Fälscher und Fälschungen von Œhninger Fossilien. *Geologie* 7 (3-6) : 846-860, 9 fig., *Berlin.*

Schardt, H. — (1903). Sur une coupe du terrain œhningien près du Locle et revision de la faune de Mollusques de l'Œhningien de cette vallée. Mélanges géologiques XVIII. *Bull. Soc. neuch. Sc. nat.* 31 : 263-286, 10 fig., 1 pl.

Thiébaud, Ch. E. — (1937). Etude géologique de la région Travers, Creux-du-Van, Saint-Aubin. Thèse Sc. Neuchâtel. *Bull. Soc. neuch. Géogr.* 45 : 1-76, 2 fig., 1 pl.

Weaver, C. E. — (1956). The distribution and identification of mixed-layer clays in sedimentary rocks. *Am. Mineral.* 41 : 202-221, 12 fig.

— (1958). Geologic interpretation of argillaceous sediments. *Bull. Amer. Ass. Petr. Geol.* 42 : 254-309, 18 fig., 7 pl.

WEGMANN, E. — (1956). Note sur quelques mécanismes des plis jurassiens. *Verhandl. Koninkliijk nederland. mijnbouwkund. Genootsch. Gedenkboek H. A. Brouwer* 16 : 414-419, 2 fig.

— (1961). Anatomie comparée des hypothèses sur les plissements de couverture (le Jura plissé). *Bull. Geol. Inst. University Uppsala* 40 : 169-182, 2 fig.