

THÈSE

présentée

A LA FACULTÉ DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES DE
L'UNIVERSITÉ DE FRANCHE-COMTÉ

pour obtenir le

DIPLOME DE DOCTEUR EN SCIENCES DE LA TERRE
Mention Géologie Appliquée

par

Christian BAILLY

**ÉTUDE GÉOLOGIQUE DE LA
VALLÉE DU DOUBS ET DE SES ABORDS
A L'EST DE ST-HIPPOLYTE (Doubs)**

Soutenue le 17 janvier 1979, devant la Commission d'Examen :

MM. P. CHAUVE, Professeur	Président
H.P. LAUBSCHER, Professeur à l'Université de Bâle	} Examineurs
P. BROQUET, Maître de Conférences	
J.E. MARTIN, Assistant	



(ACOS)

~~288~~
205

THÈSE

présentée

A LA FACULTÉ DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES DE
L'UNIVERSITÉ DE FRANCHE-COMTÉ

pour obtenir le

DIPLOME DE DOCTEUR EN SCIENCES DE LA TERRE
Mention Géologie Appliquée

par

Christian BAILLY

**ÉTUDE GÉOLOGIQUE DE LA
VALLÉE DU DOUBS ET DE SES ABORDS
A L'EST DE ST-HIPPOLYTE (Doubs)**

Soutenue le 17 janvier 1979, devant la Commission d'Examen :

MM. P. CHAUVE, Professeur	Président
H.P. LAUBSCHER, Professeur à l'Université de Bâle	} Examineurs
P. BROQUET, Maître de Conférences	
J.E. MARTIN, Assistant	

DE STHEC
DORIS EIT
GEORGIUS

UNIVERSITE DE FRANCHE-COMTE - BESANCON

Président : Monsieur LÉVÉQUE Pierre

FACULTE DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES

DOYEN

Mr GALATRY Louis
Professeur : Physique Moléculaire

ASSESEURS

Mr BLAISON Jean
Maître-Assistant : Géologie-Minéralogie

PROFESSEURS

Mrs LHOE François : Chronométrie
PERROT Roger : Chimie Générale
PLUVINAGE Philippe : Physique Théorique
CHALEAT Raymond : Mécanique Appliquée
BERNARD Jean : Chimie-Physique
RIPPLINGER Jean : Physiologie Animale
GREMILLARD Jean : Mathématiques
VIENOT Jean-Charles : Physique Gle Optique
THIEBAUT Jean : Pétrographie-Minéralogie
GOMOT Lucien : Zoologie et Embryologie
THEOBALD J-Gérard : Spectroscopie Hertzienne
CERUTTI Ernest : Chimie Appliquée
DEVIN Claude : Chimie 1er cycle
CAPODANNO Pierre : Mécanique Théorique
BANTEGNE Robert : Mathématiques
ROBERT Daniel : Physique Moléculaire
ROBERT Jacques : Mathématiques I
CHAUVE Pierre : Géologie-Minéralogie
RANGHEARD Yves : Géologie
BIDAULT Michel : Taxonomie Expérimentale
GRAS Georges : Mathématiques

PROFESSEURS SANS CHAIRE

Mrs POTIER Rober. : Physique des Solides
REAL Pierre : Ecologie Animale
GOUARNE René : Mathématiques
MERIGOUX Henri : Cristallographie et
Synthèses minérales
OLIVIER Marcel : Electronique Quantique
MONTAGNER Hubert : Psychophysiologie
BULABOIS Jean : Physique Gle-Optique
GAUDEMER Yves : Biochimie
LAUDE Bernard : Chimie Organique
MIELLOU Jean-Claude : Analyse Numérique
ROBERT Guy : Electrochimie
DUBOUCHET Jacques : Botanique

DOYENS HONORAIRES

Mrs GLANGEAUD, JACQUEMAIN, CHATELET,
THIEBAUT, BERNARD

PROFESSEURS HONORAIRES

Mrs THIRY, TRILLAT, UEBERSFELD,
VINCENSINI, TRONCHET, THEOBALD N.,
QUANTIN, BENNETON, CHATELET.

MAITRE DE CONFERENCES HONORAIRES

Mr GRANIER

MAITRES DE CONFERENCES

Mrs WEIL Michel : Mathématiques
BROQUET Paul : Géologie
TREHEL Michel : Informatique
MILLET Bernard : Botanique
BENILAN Philippe : Mathématiques
COUGNARD Jean : Mathématiques
BRUCKERP Sylvain : Ecologie Végétale
LALLEMENT G. : Mécanique Appliquée
LESAINTE Pierre : Mathématiques I
MOREELS Guy : Astronomie

RESPONSABLE DES SERVICES ADMINISTRATIFS

Mr RUNGE Jean-Marie

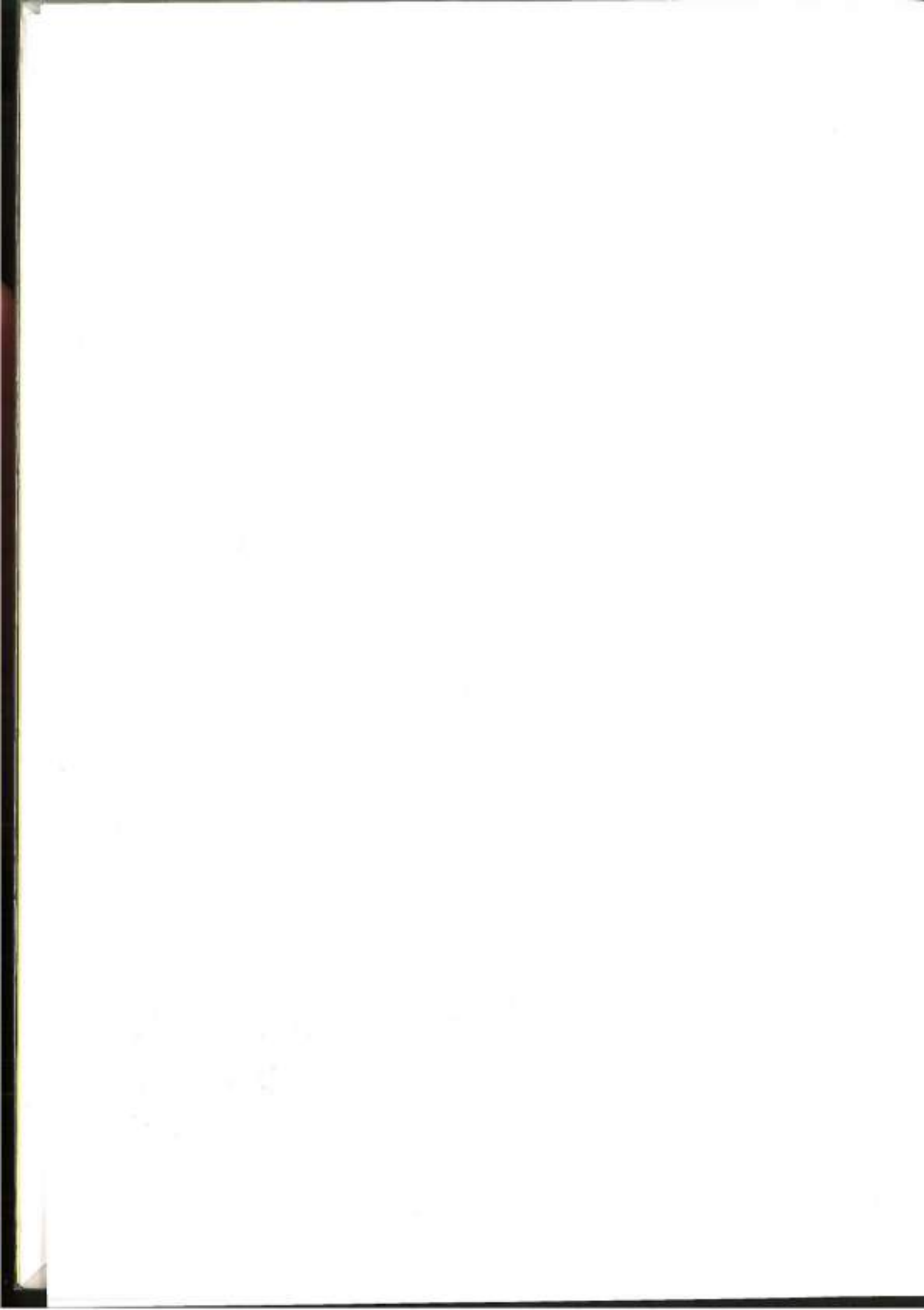


A mes parents

Lorsqu'on voit un effet arriver
toujours de même nous en concluons
une nécessité naturelle Mais souvent
la nature nous dément et ne s'accommode
pas à ses propres règles.

PASCAL. Pensées.





AVANT - PROPOS

Monsieur Le Professeur P. CHAUVE m'a confié le sujet de ce mémoire. Il prit le temps, malgré ses nombreuses occupations de suivre l'avancement de ce travail, et par ses visites sur le terrain il m'a fait bénéficier de son expérience jurassienne. Je le remercie pour sa confiance et sa bienveillance.

Monsieur le Professeur H.P. LAUBSCHER de l'Université de Bâle a bien voulu, malgré son emploi du temps chargé, examiner ce mémoire. Sa profonde connaissance du Jura septentrional, au travers de sa visite sur le terrain, me fut profitable. Je le remercie vivement.

Monsieur P. BROQUET a bien voulu juger ce travail. Son enseignement au Centre de 3ème cycle a contribué à ma formation. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

Monsieur J.E. MARTIN a contribué à la réalisation de ce travail. Ses visites sur le terrain, et ses encouragements m'ont été très utiles. Je lui en suis reconnaissant et je le remercie.

Ce travail n'a pu être mené à bien sans la compétence de nombreux spécialistes :

- Madame A. BOULLIER a déterminé les Brachiopodes et la faune qui les accompagnait ainsi que la microfane de certains étages ;

- Monsieur M. CAMPY au cours d'une visite sur le terrain m'a conseillé pour les formations superficielles.

- Monsieur D. CONTINI a examiné les Ammonites et la faune qui les accompagnait.

- Monsieur E. FOURCADE a déterminé la microfane.

- enfin Monsieur P. FREYTET m'a fourni des renseignements sur les conglomérats tertiaires.

Qu'ils trouvent ici l'expression de ma plus vive reconnaissance.

De nombreuses personnes ont également contribué à l'élaboration technique de ce travail et je les remercie :

- Mesdames O. BOQUESTAL et G. SALONON se sont consacrées à la dactylographie.

- Madame Ch. MIGNOT m'a toujours bien accueilli à la bibliothèque et a facilité mes recherches bibliographiques.

- Monsieur Cl. TRUCHE a réalisé les lames minces.

- Monsieur J. PEGUENET m'a conseillé pour les illustrations et a dessiné les plus importantes.

Je remercie également Monsieur P. LIEVREMONT et le personnel de l'imprimerie pour l'impression de ce mémoire.

L'hospitalité et la gentillesse de Monsieur et Madame CLERC des Cheseaux m'ont facilité la prise de contact avec la région lors de ma première campagne sur le terrain. Je leur exprime mes sincères remerciements.

L'amitié de P. DUBOZ, compagnon de terrain, facilita les nombreuses discussions que nous eûmes sur les affleurements ou au retour de nos terrains respectifs dans le petit appartement de Trévillers.

Que M. SUTER, étudiant à l'Université de Bâle, avec qui les échanges de point de vue furent bénéfiques trouve ici l'expression de ma plus vive sympathie.

Enfin, je n'oublierai pas mes camarades du "Grenier" pour la sympathie qu'ils m'ont témoigné et en particulier Mesdames M. GIRARDIN et D. PROST-TOURNIER, MM. G. CLAUDON, G. FORESTIER, A. LEONETTI, P. PALACIO, C. PERNIN, A. SOULLIAT, M. THOMAS pour l'aide amicale qu'ils m'ont apporté au laboratoire et sur le terrain.

TABLE DES MATIERES

	Pages
INTRODUCTION GENERALE	2
PRESENTATION DE LA REGION	4
STRATIGRAPHIE	8
INTRODUCTION	10
LE TRIAS	12
LE LIAS	12
L'AALENIEN	13
LE JURASSIQUE MOYEN	16
INTRODUCTION	16
LE BAJOCIEN	16
LES MARNES A PHOLADOMYES	22
LE BATHONIEN CALCAIRE	24
LES CALCAIRES ROUX SABLEUX ET LES MARNES A RHYNCHONELLES	26
LE CALLOVIEN	30
L'OOLITE FERRUGINEUSE	30
CONCLUSION	31
LE JURASSIQUE SUPERIEUR	34
INTRODUCTION	34
OXFORDIEN s.l.	34
Oxfordien inférieur à faciès marneux (Oxfordien s.s.)	34
Oxfordien moyen et supérieur (faciès Argovien et Rauracien)	35
LE KIMMERIDGIEN s.l.	41
Groupe Astartien	41
Calcaire à Astartes et à Natices	41
Marnes à Astartes	43
Groupe Ptérocérien	43

	Pages
Les calcaires à Térébratules	43
Le calcaire à Cardium	43
Passage calcaire à Cardium.-Niveaux à Ptérocères	43
Calcaires et marnes à Ptérocères	45
Les calcaires à Ptérocères supérieurs et les calcaires à Corbis	45
Groupe virgulien	46
LE PORTLANDIEN	47
CONCLUSION	48
LE TERTIAIRE	50
LE QUATERNAIRE	52
CONCLUSION A LA STRATIGRAPHIE	55
TECTONIQUE	58
INTRODUCTION A LA TECTONIQUE	58
DESCRIPTION STRUCTURALE	60
INTRODUCTION	60
LE SECTEUR N.W.	60
Limites	60
Partie Sud	63
Les plis	63
Les failles	63
Anticlinal de Soulce-Cernay	64
Partie Nord	64
Aire synclinale de Chamesol-les-Etabons	64
Le Lomont et la zone faillée de la Villa des Roses ...	66
L'accident de Combe Semont et les anticlinaux de Vaux et de Semont	66
Les synclinaux septentrionaux	67
Les failles subméridiennes des douanes de Reclère	68
La zone structurale de Reclère-Chevenez	68
Caractères généraux du secteur nord-ouest	68

	Pages
LE SECTEUR SUD-EST	69
Limites	69
Zone sud	69
La zone tectonique de Pont-de-Tremeux - La Seigne ...	69
Le synclinal des Plains	72
Le prolongement Est des structures du compartiment supérieur de la zone tectonique de Pont-de-Tremeux - La Seigne	72
Le synclinal d'Indevillers et la zone tectonique de Montnoiron - Côte du Droit	74
Zone nord	76
La zone tectonique de Vaufrey	76
Prolongement dans la zone de Vaufrey des éléments structuraux de la zone Pont-de-Tremeux - La Seigne .	79
Les structures à l'Est de la zone tectonique de Vaufrey	80
La zone tectonique de Roche d'Or - Sous-les-Roches ..	82
Caractères généraux du secteur Sud-Est	82
CONCLUSION A LA DESCRIPTION STRUCTURALE	83
EXTENSION DES STRUCTURES. CADRE STRUCTURAL REGIONAL	86
MISE EN PLACE DES STRUCTURES. ESSAI D'INTERPRETATION	89
INTERPRETATION CINEMATIQUE DE LA COUVERTURE	89
LE SOCLE ET LA COUVERTURE	91
CONCLUSION A LA TECTONIQUE	95
HYDROGEOLOGIE	96
LA SERIE STRATIGRAPHIQUE ET L'HYDROLOGIE	96
LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE SURFACE	99
HYDROLOGIE KARSTIQUE	99
MORPHOLOGIE	104
LES FACTEURS DE L'EVOLUTION MORPHOLOGIQUE	106
MORPHOLOGIE ACTUELLE	108
LES SURFACES D'EROSION	110

	Pages
HISTOIRE GEOLOGIQUE	114
CONCLUSION GENERALE	118
BIBLIOGRAPHIE	122

LISTE DES FIGURES

Figures		Pages
1	Situation géographique de la zone étudiée	3
2	Situation générale des divers affleurements et coupes mentionnés dans le texte	11
3	Coupe de la Combe Malaux. Bajocien.	17
4	Légende générale des coupes stratigraphiques	18
5	Coupe de Montvoie. Bajocien.	19
6	Coupe de la route Montancy-Le Fol. Bathonien.	25
7	Coupe de la route St-Hippolyte-Mafche. Bathonien-Callovien	27
8	Variation d'Ouest en Est des faciès calcaires roux sableux et marnes à Rhynchonelles. Bathono-Callovien	28
9	Corrélation des termes stratigraphiques et lithologiques de la carte suisse de St-Ursanne au 1/25000 ^e et du secteur étudié. Jurassique moyen	32
10	Coupe de Chauvillers-Indevillers. Oxfordien s.l.	38
11	Reconstitution schématique des faciès "Argovien-Rauracien" du secteur étudié	40
12	Coupe du Peu-Rocher. Kimméridgien s.l.	42
13	Coupe de Chauvillers-Indevillers. Kimméridgien s.l.	44
14	Stratigraphie et lithologie comparatives: Auteurs suisses-secteur étudié. Jurassique supérieur	49
15	SERIE STRATIGRAPHIQUE. COUPE SYNTHETIQUE	54
16	Place de la zone étudiée dans le cadre de la chaîne jurassienne	57
17	Schéma structural de la région étudiée	59
18	Carte simplifiée de la région de Montandon-Pont-de-Tremeux	61
19	Coupes dans la région de Montandon-Pont-de-Tremeux	62
20	Carte et coupes de la région du Lomont et de Villa-des-Roses (secteur nord-ouest, partie nord)	65
21	La zone tectonique de Pont-de-Tremeux-La Seigne	70
22	La zone anticlinale de Courtefontaine-Moron	73
23	La zone tectonique de Montnoiron-Côte du Droit	75
24	Carte de la zone tectonique de Vaufrey	77
25	Coupes interprétatives de la zone tectonique de Vaufrey ..	78
26	La zone tectonique de Roche d'Or-Sous-les-Roches	81

<u>Figures</u>		<u>Pages</u>
27	SCHEMA TECTONIQUE DE LA ZONE ETUDIEE	84
28	Cadre structural régional	87
29	Carte des anomalies de la gravité	92
30	Schéma hydrologique de la région étudiée	97
31	Schéma morphologique	107
32	Profils topographiques à l'échelle régionale	111

CARTES CONSULTÉES

CARTES GEOLOGIQUES FRANÇAISES

- . Carte géologique de la France au 1/1 000 000°.
- . Carte géologique de Dijon au 1/320 000°.
- . Carte géologique de Mulhouse au 1/320 000°.
- . Cartes géologiques de Montbéliard au 1/80 000°. MONTBÉLIARD
 - 1ère édition, 1891.
 - 2ème édition, 1933.
 - 3ème édition, 1968.
- . Carte géologique de Ferette au 1/80 000°. 2ème édition, 1969.
- . Carte géologique de Damprichard au 1/50 000°. 1965.
- . Carte géologique de Maiche au 1/50 000°. 1965.
- . Carte géologique de Montbéliard au 1/50 000°. 1973.
- . Carte géologique de la région de St-Hippolyte au 1/30 000°. 1931-1932, P. FALLOT.

CARTES GEOLOGIQUES SUISSES

- . Carte géologique de la Suisse au 1/500 000°.
- . Carte 1085 de St-Ursanne au 1/25 000°. 1963.
- . Carte 1065 de Bomfol au 1/25 000°. 1969.

CARTES GRAVIMÉTRIQUES

- . Carte des anomalies de la gravité. Montbéliard au 1/80 000°.

A N N E X E S

Il s'agit de documents hors-texte à tirage limité.

Ils sont déposés à la Bibliothèque du Laboratoire de Géologie Appliquée, Institut des Sciences Naturelles, Place Leclerc, 25000 Besançon - où ils peuvent être consultés.

ANNEXE I : Carte géologique de la Vallée du Doubs et de ses abords à l'Est de Saint-Hippolyte (Doubs), à l'échelle du 1/25 000°.

ANNEXE II: Coupes sériées au 1/25 000° de la région étudiée.

ANNEXE III: Esquisse structurale à la base du Callovien (Dalle Nacrée), à l'échelle du 1/25 000°.

INTRODUCTION

PRESENTATION

INTRODUCTION

PREPARATION

INTRODUCTION GENERALE

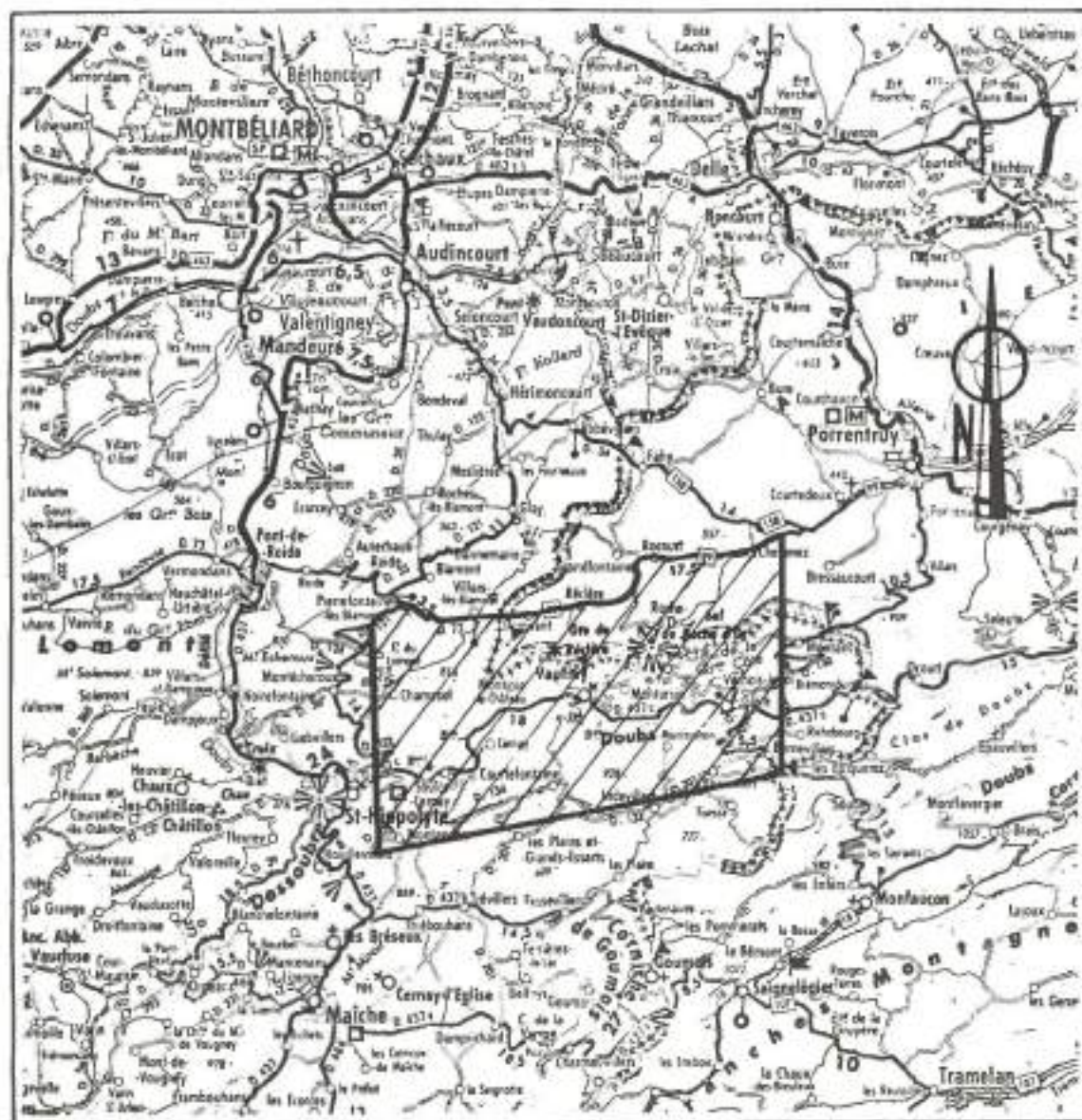
Ce mémoire a pour objet l'étude géologique de la vallée du Doubs et de ses abords à l'Est de Saint-Hippolyte (Doubs). Il a pour origine une participation à la réalisation de la carte géologique de Delle au 1/50 000°.

A partir d'une étude lithostratigraphique et de la bibliographie concernant le secteur, une échelle stratigraphique a été définie. Elle a permis dans un deuxième temps de réaliser une carte géologique à partir de levés de terrains sur fonds topographiques au 1/25 000° et de caractériser le style structural de la zone étudiée.

Enfin, une étude hydrogéologique sommaire et une analyse morphologique complètent ce travail.

Ces différents éléments ont permis de retracer l'histoire géologique de la région dans le cadre plus général de la Chaîne Jurassique Septentrionale et de ses abords.

Fig. 1 : SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE ETUDIEE



CARTE I.G.N. DE LA FRANCE.



ZONE ETUDIEE

ECH: 1/250 000°

PRESENTATION DE LA REGION ETUDIEE

SITUATION GEOGRAPHIQUE (Fig. 1)

La région étudiée, située dans le Jura septentrional et centrée sur la vallée du Doubs, à l'Est de St Hippolyte, se trouve aux confins d'unités régionales particulières qui sont : l'Ajoie ou Elsgau au N.E. ; le Lomont et le Pays de Montbéliard au N.W. ; les montagnes du Clos du Doubs au S.E., ceinturées par le cours du Doubs ; le plateau de Maiche au S.W.

Au Sud, la limite cartographiée suit une ligne brisée qui, du Sud de Montandon, à l'Ouest, se dirige vers Chauvillers à l'Est, en passant par les villages des Plains-et-Grands-Essarts et d'Indevillers.

Au Nord, la limite est matérialisée par la route qui, de Pont-de Roide (France) mène à Porrentruy (Suisse) en traversant les villages de Pierrefontaine et Villars les Blamont, Damvant, Réclère, Rocourt et Chevenez.

Les limites Est et Ouest correspondent aux limites Est et Ouest des cartes topographiques I.G.N. au 1/25 000^e de Delle 5-6 et Damprichard 1-2.

LE RELIEF

La vallée du Doubs est un couloir étroit qui entaille des "plateaux" dont l'altitude moyenne est de 800 m.

Le Doubs s'écoule en réalisant des méandres de la cote 420 à l'Est à la cote 380 à l'Ouest.

La pente de raccordement entre la vallée et les "plateaux" est raide et le passage de la vallée du Doubs (cote 400 en moyenne) aux "plateaux" (cote 800 environ) se fait en deux kilomètres.

Les plateaux ne sont pas rigoureusement plats ; ils sont plus ou moins ondulés, parcourus de combes, entaillés par des petits cours d'eau temporaires ou des vallées sèches.

Le point culminant se trouve en territoire suisse ; à la Faux d'Enson, au Sud de Roche d'Or ; le point géodésique est à l'altitude 927.

Le point le plus bas se situe au niveau de la vallée du Doubs à la cote 380 environ, à l'aval de Soultz-Cernay.

LA VEGETATION

Les versants raides de la vallée du Doubs sont couverts de forêts où se mélangent feuillus et conifères.

Les prairies naturelles installées sur les assises marneuses du Lias, de l'Oxfordien et du "Séquanien", traditionnellement entretenues

pour l'élevage, se voient progressivement abandonnées au profit de plantations de conifères.

Les grandes zones de cultures fourragères sont installées sur les surfaces les plus planes dont les assises sont généralement calcaires ; elles correspondent pour la plupart aux structures synclinales mais aussi aux voûtes des grands anticlinaux.

HABITAT

La configuration morphologique de la région est à l'origine d'un habitat particulier où se mêlent villages et fermes isolées.

Les villages situés au fond de la vallée sont resserrés autour du clocher paroissial. Les habitants exploitent les possibilités agricoles que leur fournit la présence d'une plaine alluviale étroite.

Les villages des "plateaux" méridionaux sont, en général, très étalés ; ils occupent le coeur des grands synclinaux (les Plains, Indevillers) ou leurs bordures (Courtefontaine) ou bien encore sont installés sur la voûte calcaire des anticlinaux (Burnevillers, Chauvillers).

Au Nord, les villages sont regroupés et jalonnent l'ensellement de direction E.W., qui marque la limite entre la zone très tectonisée du Sud et celle plus calme du Nord.

Dans les combes marneuses des coeurs anticlinaux et sur les surfaces structurales dégagées de la Dalle Nacrée se sont installées des fermes isolées qui, aujourd'hui, sont pour la plupart abandonnées.

ECONOMIE

AGRICULTURE

Traditionnellement herbagère, la partie française se consacre essentiellement à l'élevage bovin de race montbéliarde pour la production laitière. Cependant, à partir des années cinquante, des structures d'exploitation agricole inadaptées à une modernisation suffisante et les difficultés inhérentes à l'agriculture des moyennes montagnes ont conduit à une déprise humaine et à l'abandon, partiel ou total, des fermes les plus exiguës et les plus isolées.

Dans la partie suisse (Reclère, Rocourt), un climat plus clément et des productions agricoles davantage protégées par les institutions fédérales permettent une céréaliculture (maïs, orge etc...) plus importante.

LA FORÊT

Élément important du paysage naturel, exploitée depuis toujours pour la construction et le chauffage, la forêt demeure une source importante de profit. La demande pressante du marché en bois de résineux a accéléré la reconversion des prairies les plus difficiles d'accès en plantations de conifères.

L'INDUSTRIE

L'industrie en tant que telle est absente de la région. Seules, quelques scieries de moyenne importance débitent sur place une petite partie du bois tiré de la forêt.

Les rares moulins installés sur le Doubs et ses petits affluents ont cédé la place à deux barrages (Grois-bois et Vaufrey) et des piscicultures pour l'élevage de la truite.

Le minerai de fer de Chamesol était utilisé autrefois comme fondant par les forges de Bourguignon et d'Audincourt.

La région fournit surtout une main d'oeuvre qualifiée pour l'industrie horlogère de la région de Maiche-Damprichard et de Suisse.

LE TOURISME

Il est peu développé. Cependant, l'abondance et la qualité des poissons du Doubs (fritures, truites et brochets) attirent de nombreux pêcheurs qui sont, pour l'essentiel, des ouvriers des usines Peugeot de Sochaux-Montbéliard.

HISTORIQUE DES RELEVÉS CARTOGRAPHIQUES DE LA RÉGION

Les premières investigations géologiques en vues de l'établissement de cartes furent entreprises par KILIAN vers 1890 et se concrétisèrent par la publication de la première édition de la feuille de Montbéliard au 1/80 000° (1891).

FOURNIER (1919-1920) puis FALLOT et ses collaborateurs (1926-1933) apportent la preuve du prolongement en France des accidents du Clos du Doubs que BUXTORF en 1920 avait décrits sur le territoire suisse. Ils publièrent en 1933 la deuxième édition de la carte de Montbéliard au 1/80 000°.

Enfin, des élèves de l'Ecole Nationale Supérieure des Pétroles et des Moteurs, sous la direction de M. GUILLEMOT entreprirent en 1957-1958, le levé géologique au 1/20 000 de la région. Ces travaux aboutirent à la publication de la carte géologique de Damprichard à l'échelle du 1/50 000°.

... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

INTRODUCTION

STRATIGRAPHIE

1890
L. J. COOPER



I N T R O D U C T I O N

La série stratigraphique de la région étudiée s'étage du Trias supérieur à l'Oligocène. Elle est cependant très incomplète puisque les dépôts d'âge crétacé et éocène n'existent pas.

La réalisation de coupes détaillées, en particulier dans le Jurassique supérieur a été rendue difficile en raison de la mauvaise qualité des affleurements (importantes zones boisées) ou de leur inaccessibilité (falaises et ravins). Cependant, les nombreuses références bibliographiques concernant la région et les régions voisines (Pays de Montbéliard, Ajoie et Clos du Doubs) ont contribué à l'établissement d'une stratigraphie relativement précise.

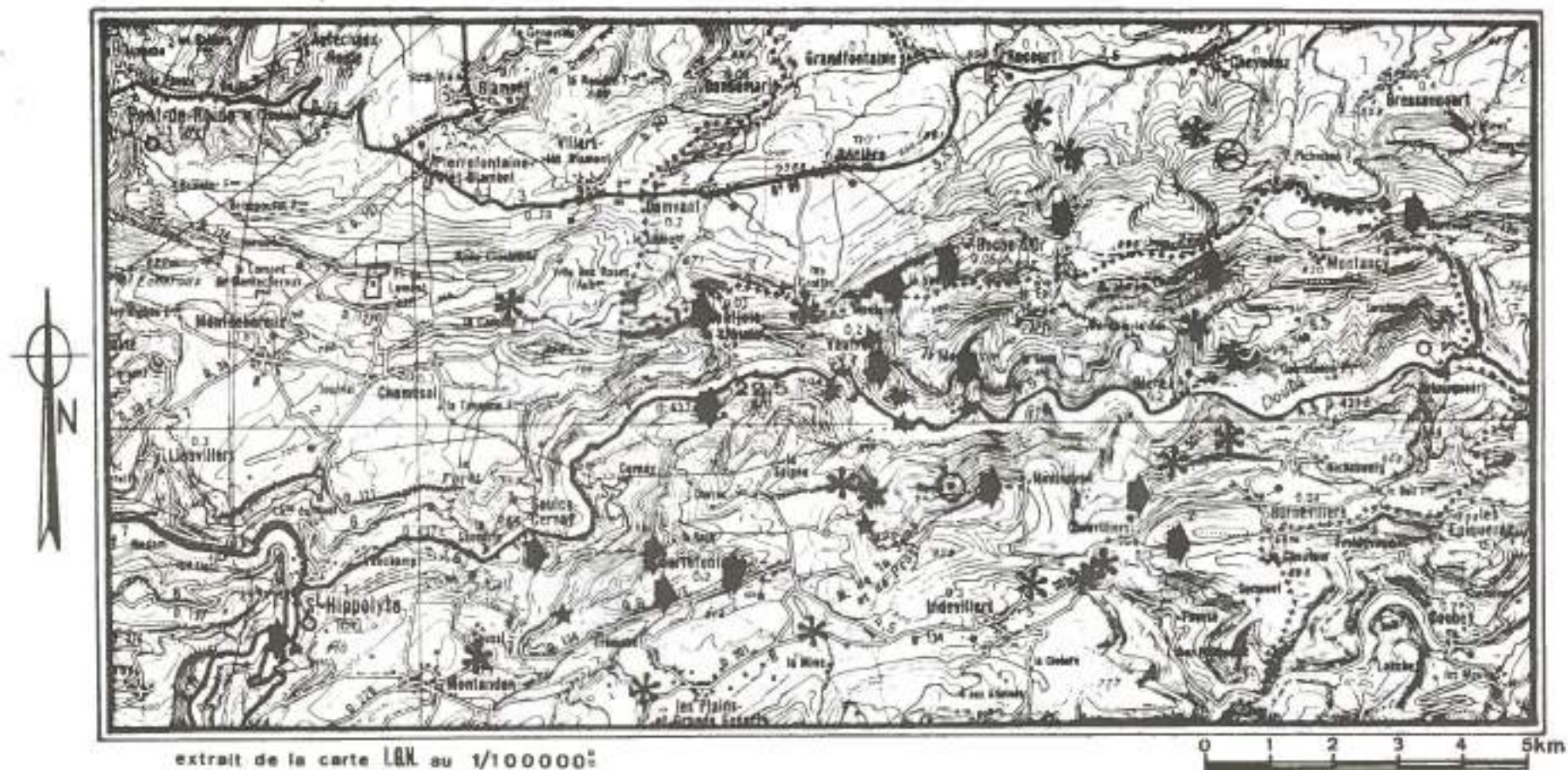
Aussi, chaque étage fera l'objet d'une description à partir de coupes détaillées, d'observations ponctuelles et de références à la bibliographie.

Il faut cependant noter que les limites utilisées sont le plus souvent liées à un changement important de faciès et ne sont donc pas des limites biostratigraphiques véritables.

Les repères cartographiques utilisés pour l'établissement de la carte géologique sont donnés à la fin de chaque paragraphe.

La situation générale des divers affleurements et coupes mentionnés dans le texte fait l'objet de la figure 2.

Fig. 2 : SITUATION GENERALE DES DIVERS AFFLEUREMENTS ET COUPES MENTIONNES DANS LE TEXTE



- ★ TRIAS ET LIAS
- ◆ JURASSIQUE MOYEN
- * JURASSIQUE SUPERIEUR
- ⊙ TERTIAIRE

LE TRIAS

Les seuls affleurements encore visibles se situent dans la vallée du Doubs, sur la route de Vaufrey à Montursin (x = 947,350 - y = 227,500). Il s'agit de dolomies jaunes. L'affleurement est peu important (1 à 2 m²), noyé dans une masse argileuse provenant de glissements de terrains ayant affecté les assises marneuses du Keuper et du Lias.

FOURNIER (1920) signale la présence de Keuper dans la zone actuellement noyée du barrage de Gros Bois, sous forme de marnes irisées et de dolomies.

BAUER (1958) donne une coupe réalisée sur la route Vaufrey-Montursin (x = 947,250 - y = 270,675) dont la partie inférieure représenterait le sommet du Keuper. Il s'agit de marnes rouges et vertes à passées indurées. La coupe se poursuit par les niveaux du Lias qui seront décrits plus loin. Ces niveaux sont aujourd'hui masqués.

Le Trias est donc présent au coeur de la vallée du Doubs, entre Soulce-Cernay et l'Est de Vaufrey. Mais les travaux d'aménagement du Doubs et les nombreux glissements de terrains réduisent les observations.

CARTOGRAPHIE

Le Trias a été groupé avec le Lias. Seul l'affleurement de Vaufrey a été distingué de la masse liasique, sous le symbole cartographique : t.

LE LIAS

Le Lias est présent au coeur de la plupart des anticlinaux mais aussi au front des zones chevauchantes. Pourtant bien représenté, il est difficile d'observation (éboulis, glissements).

FOURNIER (1920) décrit une coupe complète au niveau du barrage de Montjoie. L'ensemble aurait une épaisseur de 160 m et se diviserait comme suit : Infralias : grès et schistes (18 m), Sinémurien : calcaires à gryphées (20 m), Charmouthien : marnes et nodules à Belemnites (75 m), Toarcien et Aalénien (43 m).

FALLOT (1931-32) précise cette stratigraphie en décrivant : le Sinémurien formé de "dalles zoogènes intercalées dans des marnes à *Gryphea arcuata*", le Charmouthien composé de marnes "à débris gréseux micacés et quelques fragments de Belemnites", le Toarcien est formé de marnes sombres et stériles.

BAUER (1958) fournit une coupe du sommet du Keuper et de la base du Lias (route de Vaufrey - Montursin - carte Delle 5-6, 1/25 000, x = 947,250 - y = 270,675). Il décrit de bas en haut :

- dolomies argileuses et marnes rouges et vertes à lits indurés (Keuper?), (4 m),
- alternance de marnes feuilletées noires et de grès micacés verdâtres; cargneules (grès réthien) (environ 9,50 m),
- argiles lie-de-vin à jaunes (marnes de Levallois ?) et marnes verdâtres (1 m),
- calcaire noir, marnes brunes (Hettangien ? (0,35 m),
- calcaire à gryphées (Sinémurien) (5 m).

Seuls sont encore visibles les six derniers mètres de la série. L'attribution d'un âge aux séries inférieures est fondée sur la similitude avec des faciès décrits par ailleurs.

LE LIAS MOYEN ET SUPERIEUR

Il est extrêmement difficile à observer. Il n'est connu que par de petits affleurements isolés et se compose essentiellement de marnes grises, bleues, parfois violettes et fortement micacées. La faune récoltée au virage de la ferme de la Bouverance (carte Delle 5-6, x = 948,525 - y = 227,550) donne un âge Toarcien supérieur :

- *Leda rostralis*
- *Trochus subduplicatus*
- une ammonite : *Phlyseogrammoceras* (?)

CARTOGRAPHIE

Le Lias est regroupé avec le Trias (symbole ℓ). Seuls les affleurement de calcaires à gryphées ont été distingués de l'ensemble (symbole cartographique : 1₃₋₄)

AALENIEN

Dans la région de St Hippolyte (Ouest du secteur étudié) D. CONTINI (1970) a décrit une alternance de marnes et de calcaires argileux gris roux à colites ferrugineuses (1 m) reposant sur les marnes micacées du Toarcien, surmontée par une série marneuse et des calcaires à "*Cancellophycus*" (2 m). Une surface rubéfiée termine la série.

LES OBSERVATIONS FRAGMENTAIRES qui ont été faites présentent une série sensiblement identique.

- *Vallée des bois* (Nord de Vaufrey) de bas en haut :

- marnes grises, jaunes, sableuses (Toarcien ?)
- 0,60 m : alternance de marnes très micacées et de calcaire gréseux roux ferrugineux.
- 0,20 m : calcaire spathique ferrugineux.
- Calcaire à entroques roux

- *Moron (Est de Courtefontaine)* - (Carte Damprichard 1-2 -
x = 946,925 - y = 268,650).

Sur 3 à 4 m affleure un ensemble calcaréoargileux très sableux de couleur ocre-roux. Le sommet de la formation (2 m environ) contient des agrégats de matière argileuse à limonite et de quartz formant des pelotes enfermées dans une gangue d'oxyde de fer. Le passage aux calcaires à entroques est masqué par les éboulis.

- *Tremeux (W de Courtefontaine)* - (carte Damprichard 1-2 -
x = 942,250 - y = 267,750)

Ensemble marnosableux très micacé (4 à 5 m). Absence de "pelote"
Le passage aux calcaires à entroques n'a pu être observé.

- *Route Vaufrey - Glère* - (carte Delle 5-6 -
x = 947,750 - y = 270,250)

de bas en haut :

- 5 m - Marnes grises à jaunes, très sableuses, plaquettes gréseuses micacées (marnes toarciennes ?).
- 0,50 m - Calcaire roux très sableux.
- 5 m - Marnes très sableuses grises à jaunes. Absence de plaquettes gréseuses.
- 0,40 m - Calcaire argileux gris, peu sableux.
- 4 m - Alternance de calcaires gris roux, finement oolitique de marnes sableuses micacées.
- 1,5 m - Calcaire bioclastique gris - Brachiopodes et Lamelli-branches indéterminables.
- Brèche de calcaire à entroques roux.

- *Le gisement fossilifère de Vaufrey* (GERARD, 1929 - FALLOT -
CORROY-GARDET 1931-1932)

Le gisement n'est actuellement plus visible. Mélangé à des marnes micacées glissées, un calcaire oolitique ferrugineux a fourni une faune d'ammonites d'âge Aalénien.

Les auteurs suisses attribuent à l'Aalénien inférieur une série marneuse de 80 m (Opalinuston) surmontée d'une alternance de marnes et de calcaires sableux (Unterer Dogger).

CONCLUSION

L'Aalénien est constitué de marnes micacées et de calcaires très ferrugineux. La succession des différents faciès est très variable et il est impossible de les corréler entre eux.

CARTOGRAPHIE

Toutes les fois que les marnes et les calcaires sableux, les calcaires ferrugineux ont été observés, ils ont fait l'objet d'une distinction (1j). Ailleurs, la différence de comportement morphologique entre les marnes du Lias et calcaires sus-jacents a été utilisée pour limiter le Lias et le Bajocien. Elle est par conséquent peu précise.

LE JURASSIQUE MOYEN

INTRODUCTION

Essentiellement calcaire, le Jurassique moyen occupe les flancs de la vallée du Doubs où il apparaît en falaises et forme l'ossature des anticlinaux chevauchants.

Il se divise en :

- Bajocien : calcaires à entroques et à polypiers (Bajocien inférieur et moyen).
"Grande Oolite" (Bajocien supérieur)
- Marnes intermédiaires : Bajocien-Bathonien.
- Bathonien : calcaires oolitiques et sublithographiques.
- Niveaux intermédiaires (Bathonien-Callovien) : calcaires roux sableux et marnes à Rhynchonelles.
- Callovien : "Dalle Nacrée" et "oolite ferrugineuse".

LE BAJOCIEN

En continuité avec l'Aalénien, le Bajocien présente une succession de calcaires à entroques, à polypiers, oolitiques et sublithographiques, entrecoupée de niveaux marneux plus ou moins épais et de calcaires marneux.

FALLOT (1931-32) distingue :

- un ensemble de calcaires à entroques et à polypiers surmonté par endroits d'un niveau d'"Oolite miliaire". (Bajocien inférieur),
- les marnes à *Liostra acuminata* (terme de passage),
- la "Grande Oolite" (Bajocien supérieur).

BAUER (1958) propose la succession suivante :

- 10 m: calcaire grumeleux à entroques à passées oolitiques au sommet.
- 10 m: grès fin marneux.
- 10-15 m: calcaire à entroques se chargeant d'oolites vers le sommet.
- 35-40 m: calcaire oolitique et à débris avec localement des calcaires récifaux.
- 5-10 m: calcaire compact, localement pseudobrèchique ou pisolitique.
- 0-5 m: épisode récifal
- 3-4 m: calcaire oolitique
- 5-10 m: marno-calcaire à *Ostrea acuminata*
- 40 m: "Grande Oolite" : calcaire oolitique à stratifications entrecroisées et à débris.

COUPES ET OBSERVATIONS

- Coupe de la Combe Malvaux (fig. 3 et 4)

situation : W de Courtefontaine. Cluse empruntée par le chemin menant de la D 134 au lieu-dit "Queue de Vaux" (début de la coupe : x = 944,150 - y = 267,450, Carte de Damprichard 1-2).

intérêt : montre la série complète du Bajocien inférieur et moyen, et la base de la "Grande Oolite" (Bajocien supérieur).

Fig. 3 : COUPE DE LA COMBE MALAUX * (BAJOCIEN)

Déterminations :

Microfaune : E. FOURCADE

Macrofaune : A. BOULLIER



situation géographique

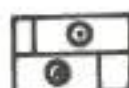


* levé en collaboration avec P. DUBOZ

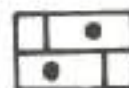
Fig. 4 : LEGENDE GENERALE DES COUPES
STRATIGRAPHIQUES



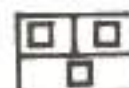
Calcaire
sublithographique



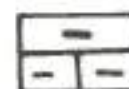
Calcaire
oolitique



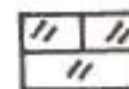
Calcaire
graveleux



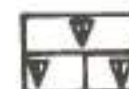
Calcaire à
entrouques



Calcaire
marneux



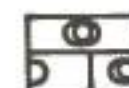
Calcaire
bioclastique



Calcaire à
Polypiers



Calcaire à
taches



Calcaire à
oncholites



Calcaire
rognoneux



Calcaire
esquilleux



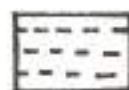
Banc
polyédrique



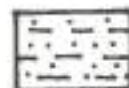
Stratifications
entrecroisées



Niveau à
silex



Marnes



Marnes
sableuses



Hard-ground

D

Dolomite

Si

Silicifications



Ammonites



Crinoïdes



Brachiopodes



Bryozoaires



Foraminifères



Gastéropodes



Lamellibranches



Oursins ou radioles
d'oursins



Ophiuridés



Polypiers



Fig. 5 : COUPE DE MONTVOIE. BAJOCIEN

Plan de situation

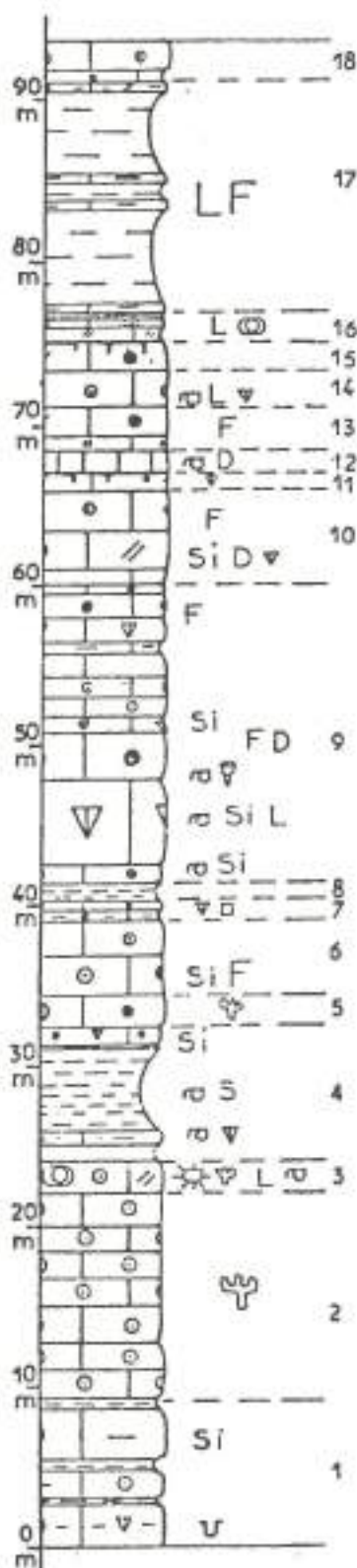


Déterminations :

microfaune : E. FOURCADE

macrofaune : A. BOULLIER

légendes (voir Fig. 4)



- 18 - 2,60 m - Calc. oolitique beige (oosparite. Intraclastes. oncolites. Bryozoaires. Lamellibranches).
- 17 - 14,50 m - Marnes jaunes. Grains de calcite. Rares quartz anguleux. Ophiuridae. Banca calcaires dispersés (Intra-biosparite à Lamellibranches).
- 16 - 1,70 m - Ensemble calcaro-argileux (de haut en bas) :
 - 0,25 m - Calc. argileux (Biomicrorite à Lamellibranches)
 - 0,55 m - Calc. pisolitique blanc (Biomicrorite à oncolite)
 - 0,20 m - Calc. fin à Huitres (Biomicrorite à oncolite).
 - 0,50 m - Lunachelle à *Ouzes* Sp. (Biomicrorite)
- 15 - 2,00 m - Calc. oolitique. Bioclastes. Perforations au sommet. (Oosparite. Rares oncolites).
- 14 - 2,40 m - Calc. oolitique. Bioclaste (Oobiomicrorite. Oosparite. Petits Polyptiers. *Opisthobranchia*).
- 13 - 2,80 m - Calc. graveleux bioclastique, gris-beige (bancs 10 à 20 cm) (Intrasparite et nobiosparite. Lamellibranches. Brachiopodes. Bryozoaires. Rares oncolites. Serpules).
- 12 - 1,00 m - Calc. sublitho. à grains de limonite. Brachiopodes mal conservés. (Dolomicrorite et oxyde de fer).
- 11 - 1,00 m - Calc. sublitho. gris. Poches d'oxyde de fer et nids de calcite. (Micrite à quartz. Oxyde de fer. Petits Polyptiers).
- 10 - 6,20 m - Calc. bioclastiques à oolites et gravilles (banc de 30 à 70 cm). Silicification à la base. (Intrasparite à biomicrosparite. Lamellibranches. Gastéropodes. Argile et quartz peu abondant. Dolomite et petits Polyptiers. *Utricularidae*).
- 9 - 19,8 m - Alternance de calc. gris à Polyptiers. et de calc. oolitiques et bioclastiques. Silicification (Intramicrorite recristallisée et oosparite. Lamellibranches. Gastéropodes. Radioles d'oursins. *Milicoidae*. *Tentaculitidae*. *Utricularidae*. Quartz et dolomite rare).
- 8 - 1,20 m - Marnes jaunes.
- 7 - 1,20 m - Calc. argileux jaunes à Polyptiers. Lamellibranches. Entroques. (Intrasparite).
- 6 - 5 m - Calc. oolito-graveleux, jaune. Silicification. (Oosparite et oointrasparite. Entroques. Bryozoaires. *Modiolariidae*).
- 5 - 2,00 m - Calc. graveleux gris-jaune (bancs de 30 à 40 cm). (Intra-biomicrorite. Brachiopodes. Lamellibranches. Crinoïdes Bryozoaires rares. Oncolites).
- 4 - 7,5 m - Marnes jaunes. Grains de calcite. Quartz rares. Base et sommet plus calcaires. Polyptiers et Brachiopodes *Zelleria* aff. *pseudodoloculus*. (Micrite à fort pourcentage d'argile et de quartz).
- 3 - 2,00 m - Calc. bioclastique à gros Bryozoaires. Brachiopodes. Oursins mal conservés. (Intra-biomicrorite à Bryozoaires et Oncolites).
- 2 - 13 m - Calcaire oolitique jaune (banc de 0,5 à 1 m). Argileux dans les deux premiers mètres. (Oosparite à Bryozoaires).
- 1 - 9,50 m - Calc. argileux gris-noir (bancs de 10 à 25 cm). Petits lits marneux entre les bancs. Terriers. Polyptiers (base). Silicification (sommet). (Oobiomicrorite. Argile. Quartz. Bryozoaires. Radioles d'oursins. Lamellibranches).

Description : (voir fig. 3)

Cette coupe permet de distinguer divers grands ensembles :

- 25 m : calcaire à entroques (n° 1 à 8), un seul niveau à polypiers (7).
- 0,60 m : marnes jaunes (n° 9).
- 6,80 m : calcaire bioclastique à oolites débris silicifiés (10 à 13).
- 9,40 m : calcaire gris sombre, à polypiers. Quelques niveaux silicifiés (13 à 18).
- 9,65 m : calcaire bioclastique, graveleux et oolitique (19 à 24). Dernier épisode à polypiers au sommet.
- 12,25 m : calcaire graveleux à sublithographique (25 à 29)
- 1,80 m : calcaire oolitique (30)
- 7,70 m : marnes jaunes sableuses (31).
- 12,45 m : "Grande Oolite" (32)

- Coupe de Montvois (fig. 5)

situation : route D 140 (Montancy-Porrentruy) Commune de Montvois (Suisse). Lieu dit "la Voetatte" (début de la coupe x = 955,400 - y = 273,900, Carte Delle 7-8).

historique : coupe levée par P. DIEBOLD (1960)

description :

on peut distinguer :

- 9,50 m : calcaire argileux à polypiers (n° 1)
- 15,00 m : calcaire à oolites et bryozoaires (n° 2 et 3)
- 7,50 m : marnes jaunes et niveau à polypiers au sommet (n° 4)
- 8,20 m : calcaire oolito-graveleux (5 à 7) prédominant
- 1,20 m : marnes
- 19,80 m : niveaux à calcaires à polypiers prédominants (9)
- 6,20 m : calcaire bioclastique oolitograpeleux (10)
- 2,00 m : calcaire sublithographique (11 - 12)
- 7,20 m : calcaire oolitobioclastique (13-14-15)
- 1,70 m : ensemble calcareo-argileux (16)
- 14,50 m : marnes jaunes (17)
- 2,80 m : "Grande Oolite" (18)

AUTRES AFFLEUREMENTS

- Ravin des Coulisses - Nord de Montjoie-le-Chateau (Delle 5-6)

L'accès difficile de ce ravin ne nous a pas permis de lever une coupe précise de la série. On peut cependant reconnaître de bas en haut, (épaisseurs approximatives) :

- calcaire oolitique rouille à rares entroques (5 m).
- calcaire oolitique jaune (5 m).
- calcaire gris à polypiers (20 m).
- calcaire sublithographique à gravelles roses (5 m environ).
- ensemble de calcaire oolitique (10 m ?).
- marnes et calcaires marneux gris (3 m environ). Inaccessibles).
- calcaire bicolore bleu à jaune, à oolites.

- Route de Vaufrey à Montursin (Delle 5-6)

Les affleurements visibles sur le bord E de la route sont entrecoupés d'éboulis et de petits accidents. Cependant, la succession suivante peut être observée : calcaire à entroques francs, roux - calcaire à entroques et polypiers gris - calcaire bicolore à entroques, oolites, bioclastes à stratifications entrecroisées - calcaires bioclastiques gris à nombreux polypiers - calcaire oolitique.

- Falaise NW de La Boverance (Delle 5-6)

A la base des falaises on peut voir :

- calcaire à entroques,
- 1 m de grès fins micacés ou plaquettes
- 1 m de calcaire gris à entroques
- 0,50 m : grès fin micacés, en plaquettes
- calcaire bioclastique à entroques et oolites

- Falaise E de La Boverance (Delle 5-6)

Après une pente couverte d'éboulis la falaise débute par 3 m de calcaires à polypiers, noirs ; 1,5 m calcaire bioclastique, oolitique, gris-noir ; 2 m calcaires à polypiers ; 5 m de calcaire oolitique et bioclastique, 1,5 m calcaire à entroques ; masse de calcaire oolitique très fin.

- Réservoir de Montnoiron (x = 949,125 - y = 269,375 carte Damprichard 1-2).

Affleurement de marnes jaunes à grises, pétrées d'*Ostrea acuminata* (déjà signalé par BAUER en 1958).

- Chemin de Vacherie Dessus à Vacherie Dessous (Suisse. Est de Roche d'Or (Delle 5-6) - observation discontinue :

calcaire oolitique fin - calcaire sublithographique à tâches roses (momies) - calcaires gris à polypiers - calcaire marneux - calcaires spatiques roux.

CONCLUSION

Les différentes observations montrent que le Bajocien est constitué d'une succession de faciès relativement constante. On peut en effet diviser le Bajocien en six grands ensembles (de bas en haut) :

- 1 - un ensemble de calcaires bioclastiques à entroques (25 à 30m)
- 2 - une série de calcaires gris noirs à polypiers alternant avec des calcaires oolitiques et des passées plus ou moins marneuses. Les calcaires présentent fréquemment des traces de silicification (25 à 65 m).
- 3 - un épisode de calcaire sublithographique à graveleux (3 à 12m)
- 4 - calcaire oolitobioclastique (2 à 10 m)
- 5 - un ensemble de calcaires et de marnes plus ou moins riches en faune (en particulier *Ostrea acuminata* (5 à 15 m)
- 6 - une série calcaire oolitique franche : "Grande Oolite" (environ 40 m).

Au sein du secteur étudié on retrouve ce canevas. On constate cependant qu'il existe une grande variabilité dans l'épaisseur des niveaux ainsi définis et dans le détail des alternances lithologiques propres à chaque ensemble.

CARTOGRAPHIE

Toutes les fois que les calcaires à entroques francs et les calcaires à polypiers ont pu être dissociés ils ont été distingués sur la carte. (J₁aE, J₁aP). Ils ont été groupés sous le même terme (J₁a) chaque fois qu'il a été impossible de les séparer (dans les falaises en particulier).

La limite calcaire à "entroques-polypiers-Grande Oolite" a été placée à la base des marnes à Acuminata, chaque fois que cela a été possible. Dans le cas contraire la limite inférieure de la "Grande Oolite" (J₁b) a été placée au sommet des calcaires sublithographiques.

NIVEAUX INTERMEDIAIRES ENTRE LA "GRANDE OOLITE" ET LES CALCAIRES DU BATHONIEN

"Les marnes à Pholadomyes"

Il existe un niveau remarquable séparant les calcaires oolitiques de la "Grande Oolite" et les calcaires oolitiques et sublithographiques du Bathonien. Il s'agit d'un épisode marno-calcaréo-sableux plus ou moins important.

- pour - FALLOT-CORROY-GARDET (1931-32) : ce sont des marnes jaunes, sableuses, d'âge bathonien (d'après la faune récoltée à l'Eglise de Courtefontaine).
- BASSETO (1957), signale des marnes très calcaires contenant des Lamellibranches, des Gastéropodes et des Pholadomyes.
- BAUER (1958), constate la présence fréquente d'une vire herbeuse au sommet de la "Grande Oolite" sans jamais observer la roche en place.

CES NIVEAUX SONT PRESENTS SUR L'ENSEMBLE DU SECTEUR ETUDIE

- W de l'église de Courtefontaine (Damprichard 1-2 -
x = 945,200 - y = 267,875)
- calcaires marneux sableux (0,70 m).
- calcaire oolitique passant progressivement à un calcaire sublithographique à graveleux, gris, (4 m)
- SW de la Ferme de Montabry - chemin montant de la ferme des Vauches (Delle 5-6)

A la faveur de travaux d'adduction d'eau, les niveaux suivants ont été mis à jour :

- calcaires bicolores de la "Grande Oolite" (10 m environ)
- zone calcaréomarneuse et sableuse (5 m) contenant des Pholadomyes
- environ 30 m de calcaires bicolores oolitiques passant progressivement à un calcaire gris blanc sublithographique (5 m environ) dont le dernier banc présente un hard-ground typique.
- Ravin des Coulisses : Nord de Montjoie le Château (Delle 5-6)

Il existe un niveau calcaréomarneux de 2 à 3 m (inaccessible) séparant deux masses de calcaires oolitiques.

- Sur les deux flancs (N et S) de l'anticlinal de Chauvillers
(Damprichard 1-2)

Le niveau ne semble mesurer que 2 à 3 m et se compose de marnes très peu sableuses à rares Térébratules et Pholadomyes

- Route forestière du Fol à Montancy (Delle 5-6 - x = 952,100 -
y = 272,950)

La base de la coupe représentée sur la fig. 6 (n° 1-2-3) est occupée par un ensemble calcaréomarneux (11,60 m) marquant le passage des calcaires oolitiques (grande Oolite) aux calcaires oolitiques bicolores de la base du Bathonien.

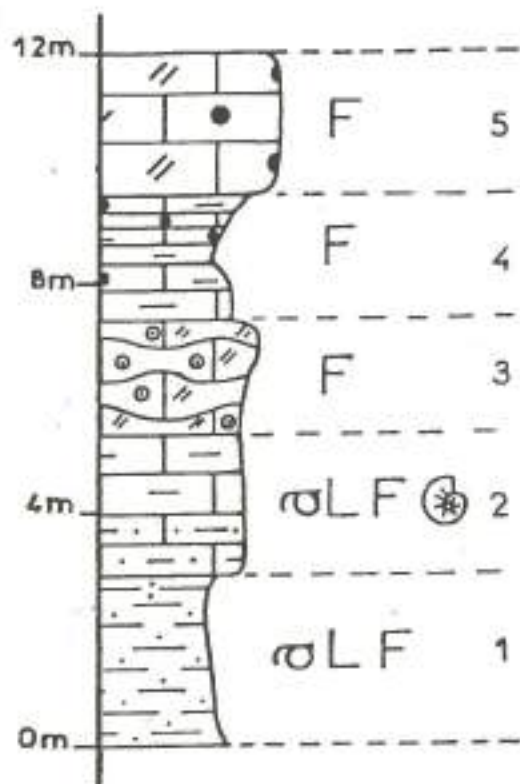
- Le flanc Nord de la même route (Delle 5-6 - x = 951,750 -
y = 273,750)

Affleurement de marnes jaunes, très peu sableuses (5 m) séparant deux massifs de calcaires oolitiques jaunes. Elles ont livré de nombreuses Pholadomyes, *Terebratula nomenyensis* (BUCK) (passage Bajocien supérieur - Bathonien inférieur), des petits Lamellibranches, des ostracodes, des foraminifères, des gastéropodes

- Coupe de Bouverance (Delle 5-6 - x = 948,450 - y = 271,250)



Plan de situation



- 5 - 2,40 m - calcaire graveleux, bioclastique jaune (banc de 20 cm) (intrabiosparite à nombreux *Ophtalmidium*).
- 4 - 2,10 m - calcaire argileux gris-violet (Intramicrosparite à forte teneur en argile, bioclastes et nombreux *Ophtalmidium*).
- 3 - 2,40 m - calcaire oolitobioclastique jaune à tâches bleues (banc de 20 cm) (cobiosparite à foraminifères encroûtant et *ophtalmidium*, échinodermes, lamellibranches, brachiopodes).
- 2 - 2,50 m - calcaire argileux gris-bleu (bancs de 20 cm). (Micrite à forte teneur en éléments fins, rares oolites intraclastes, quartz, échinodermes abondants)
Faune : *Terebratula farcilensis* HAAS
Terebratula sp.
Parkinsonia sp.
- 1 - 3,00 m - marnes sableuses grises, feuilletées, (marnes à fort pourcentage de grains de calcite peu émoussés, ostracodes, gastéropodes).
Faune : *Terebratula Noveliensis* (MUHL.) ROLL.
Terebratula sp.
Pholadomya sp.

Déterminations : D. CONTINI

CONCLUSION

Dans la région étudiée il existe, entre la "Grande Oolite" et les calcaires bathoniens un niveau calcaréo-marneux (3 à 10 m) parfois franchement marneux, caractérisé par son abondance en Pholadomyes de grande taille.

La faune récoltée marque le passage du Bajocien supérieur au Bathonien inférieur sans qu'on puisse donner une limite exacte. FALLOT (1931-32) considère cette formation comme bathonienne.

Bien qu'il n'affleure pas toujours, ce niveau forme souvent une légère dépression dans la masse des calcaires ou une vire herbeuse dans les falaises.

Il est présent dans le Lomont (LAFFLY-1973) où il ne fait qu'un mètre d'épaisseur et dans la région de Maïche (carte géologique au 1/50 000^e). Les auteurs suisses (Atlas géologique de la Suisse, Carte 1085 St Ursanne-1963) lui attribuent 10 m et le nomment "Couches à Acuminata" ou "Marnes à Homomyes".

De plus il apparaît que la nature argileuse de ce niveau s'intensifie d'W en E corrélativement à une augmentation de son épaisseur.

CARTOGRAPHIE

Les niveaux franchement marneux de la base ont été rattachés à la "Grande Oolite" (J₁b). Les couches calcaréo-sableuses du sommet passant progressivement aux calcaires qui leur font suite, ont été cartographiées avec ces derniers sous le terme Bathonien.

LE BATHONIEN CALCAIRE

- FALLOT-CORROY-GARDET (1931-32) observent souvent un passage insensible du "Vesulien oolitique" au Bathonien compact qui mesure de 20-30 m mais, en général, des marnes jaunes se trouvent au contact des deux formations.

- BASSETO (1957) décrit au NW de Vernois le Fol (Combe du Fol) (Delle 5-6) une coupe où alternent calcaires oolitiques et calcaires compacts sur une épaisseur de 18 m.

- BAUER (1958) attribue 25 m au Bathonien qui est "entièrement compact, localement pseudobrêchique". Le dernier banc se termine par un "hard-ground".

COUPES ET OBSERVATIONS

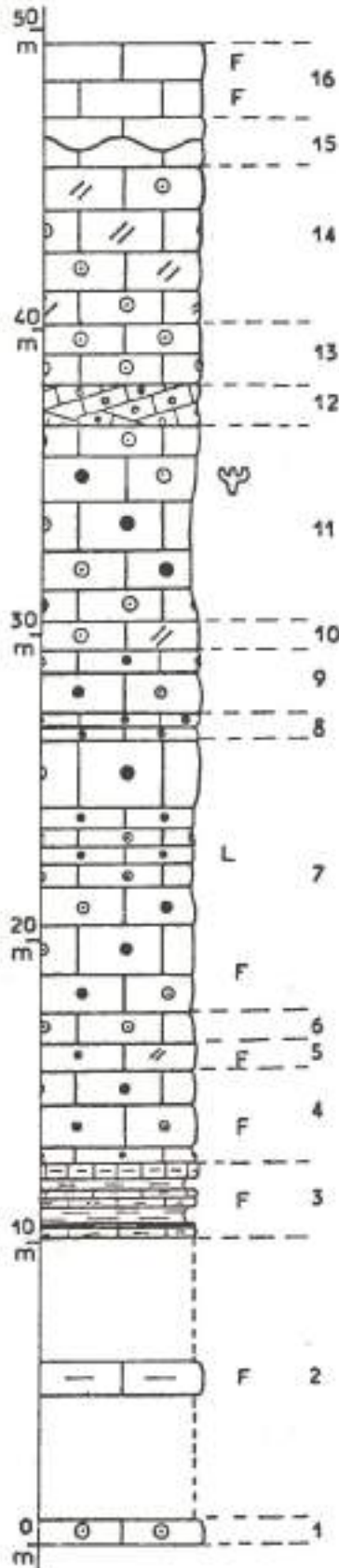
- coupe de la route de Montancy au Fol fig. 6 (Delle 5-6
x = 952,100 - y = 272,950)

Au dessus des niveaux intermédiaires (marnes à Pholadomyes) se développe un ensemble de calcaires à prédominance oolitique (32,70m) se poursuivant par 5 m de calcaire sublithographique gris à rose.

- Les observations diverses (anticlinal de Tremeux-Courtefontaine Ferme de Montabry, Vaufrey, anticlinal de Chauvillers) confirment la nature essentiellement oolitique du Bathonien. Seule la partie sommitale (5 à 10 m) est constituée de calcaires sublithographiques. Les derniers bancs contiennent fréquemment des brachiopodes (Tremeux).

Fig. 6 : COUPE DE LA ROUTE DE MONTANCY-LE FOL. BATHONIEN

Détermination : E. FOURCADE



Plan de situation

- 16 - 2,70 m - Calc. sublitho. gris (intrasparite. *Textulariifera*. *Froehelina*).
- 15 - 2,00 m - Calc. sublitho. jaune. Aspect noduleux. (Intrasparite).
- 14 - 5,00 m - Calc. oolitobioclastique (oobiosparite. Radioles d'oursins. Crinoïdes. Polypiers. Brachiopodes).
- 13 - 2,00 m - Calc. oolitique fin, beige (oosparite. Oursins. Brachiopodes).
- 12 - 1,40 m - Calc. oolitique bioclastique jaune à stratifications entrecroisées. (oointrasparite. Oointramite. Bryozoaires. Lamellibranches).
- 11 - 6,60 m - Calc. oolito-graveleux, gris (intraoosparite. Bryozoaires. Lamellibranches).
- 10 - 1,10 m - Calc. bioclastique à Crinoïdes, beige (intraoosparite. Bryozoaires. Crinoïdes. Lamellibranches).
- 9 - 2,10 m - Calc. oolitique bicolore, jaune et bleu (intraoosparite. Bryozoaires).
- 8 - 0,60 m - Calc. oolitique fin, jaune (intraomicrite. Bryozoaires).
- 7 - 9,00 m - Calc. oolitique fin, gris beige (intraoosparite. Crinoïdes. Brachiopodes. Lamellibranches).
- 6 - 1,00 m - Calc. oolitique fin jaune (oosparite. Bryozoaires. Brachiopodes).
- 5 - 0,90 m - Calc. oolitique-bioclastes. (intraoosparite. Gastéropodes. Bryozoaires. Crinoïdes. *Ophthalimidium*).
- 4 - 3,00 m - Calc. oolitiques et bioclastiques jaunes à tâches bleues. (intraomicrite. Lamellibranches. Brachiopodes. Crinoïdes. *Ophthalimidium*).
- 3 - 2,40 m - Alternance de marnes sableuses (Calcite. Gastéropodes. Ophiures. Ostracodes. Bryozoaires) et calcaire marneux (Bionite. Eléments fins abondants. Lamellibranches. Crinoïdes. Oncolites. *Ophthalimidium*. Récrystallisation. Oxyde de fer).
- 2 - 9,20 m - Zone masquée. Probablement marneuse. Un banc de calc. jaune très argileux (oosparite. Crinoïdes. Lamellibranches. Argile).
- 1 - 1,10 m - Calc. oolitique jaune (oosparite. Brachiopodes. Radioles d'oursins. Oncolites).

- Le sommet de la série se termine généralement par un "hard-ground". La surface du dernier banc est constellée de perforations remplies d'éléments terrigènes fortement ferrifères, recouverts par endroits d'une mince couche ferrugineuse (Pont de Tremeux - Nord de Vaufrey, Montabry, St Hippolyte).

Cependant, au S.E. de la Faux d'Enson cette surface n'existe pas. Elle est remplacée par une simple surface ondulée sur laquelle repose directement des niveaux marno-sableux jaunes.

CONCLUSION

FALLOT et CORROY (1931-32) attribuent à cet étage de 20 à 30 m d'épaisseur .

L'épaisseur réduite (18 à 25 m) attribuée par BAUER et BASSETO (1957-1958) à cette formation provient du fait qu'ils considèrent les calcaires oolitiques de la base de cette formation comme appartenant à la "Grande Oolite". La coupe de Montancy-le-Fol indique 36 m d'épaisseur pour cette formation (la partie sommitale est absente). Ainsi, cette formation oscillerait entre 30 et 40 m.

L'âge Bathonien inférieur attribué à cet ensemble par tous les auteurs est basé sur une comparaison avec les régions voisines.

On constate que le faciès oolitique tend à envahir la formation, lorsqu'on se déplace d'W en E. (les calcaires sublithographiques mesurent de 20 à 30 m vers St Hippolyte (FALLOT-CORROY - 1931-32), 10 m vers Courtefontaine (BAUER - 1958) et un peu plus de 5 m à Montancy (coupe fig. 6) . Les auteurs suisses (LAUBSCHER - 1948, DIEBOLD - 1960) ne distinguent plus le Bajocien supérieur (Grande Oolite) du Bathonien et regroupent ces deux étages sous le terme d'Hauptrogenstein supérieur à faciès oolitique dominant où s'intercalent différents niveaux marneux difficiles à corréler entre eux.

CARTOGRAPHIE

Le terme Bathonien (J₂a) correspond à la série lithologique commençant au sommet des marnes à *Pholadomyes* et se terminant à la surface d'émergence couvrant la série calcaire décrite précédemment.

LES CALCAIRES ROUX SABLEUX ET LES MARNES A RHYNCHONELLES

Cet ensemble compris entre le Bathonien calcaire et le faciès "Dalle Nacrée" est rarement observable malgré sa présence constante, soulignée dans la morphologie par une dépression entre les deux masses calcaires.

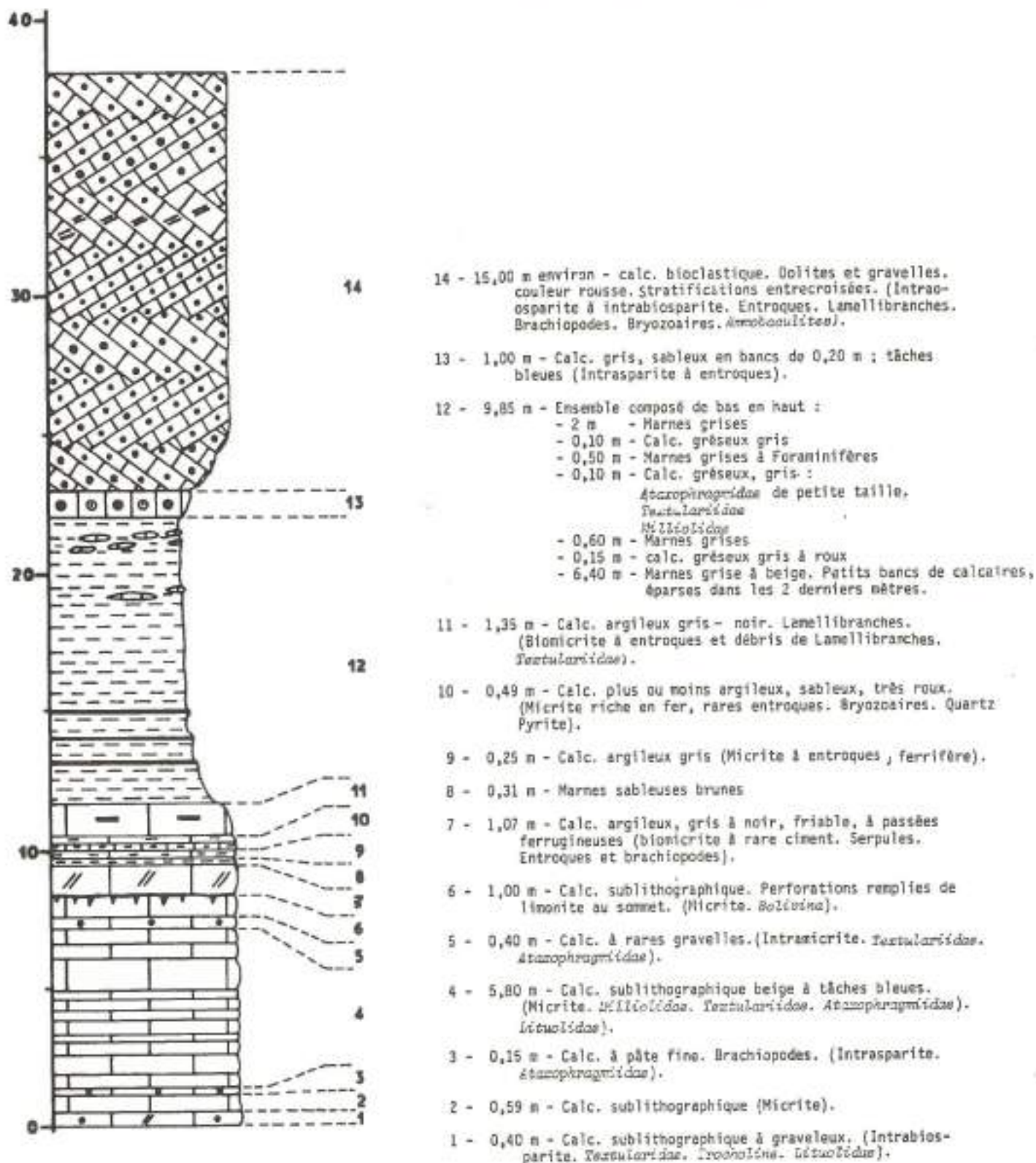
- FALLOT et CORROY (1931-32) considèrent à la suite de KILIAN ces faciès comme Bathonien supérieur.

BASSETO (1957) indique que "les calcaires roux sableux" varient de 20 m à l'W à 5 m au S.E. Il y signale la présence de *Grossouvéria* cf. *perspicans* LISS du Bathonien moyen et supérieur.

BAUER (1950) signale 7,5 m de calcaires roux sableux entre Soulce-Cernay et Courtefontaine, surmontés de 10 m de marnes jaunes à Rhynchonelles. L'ensemble appartiendrait au Bathonien supérieur.

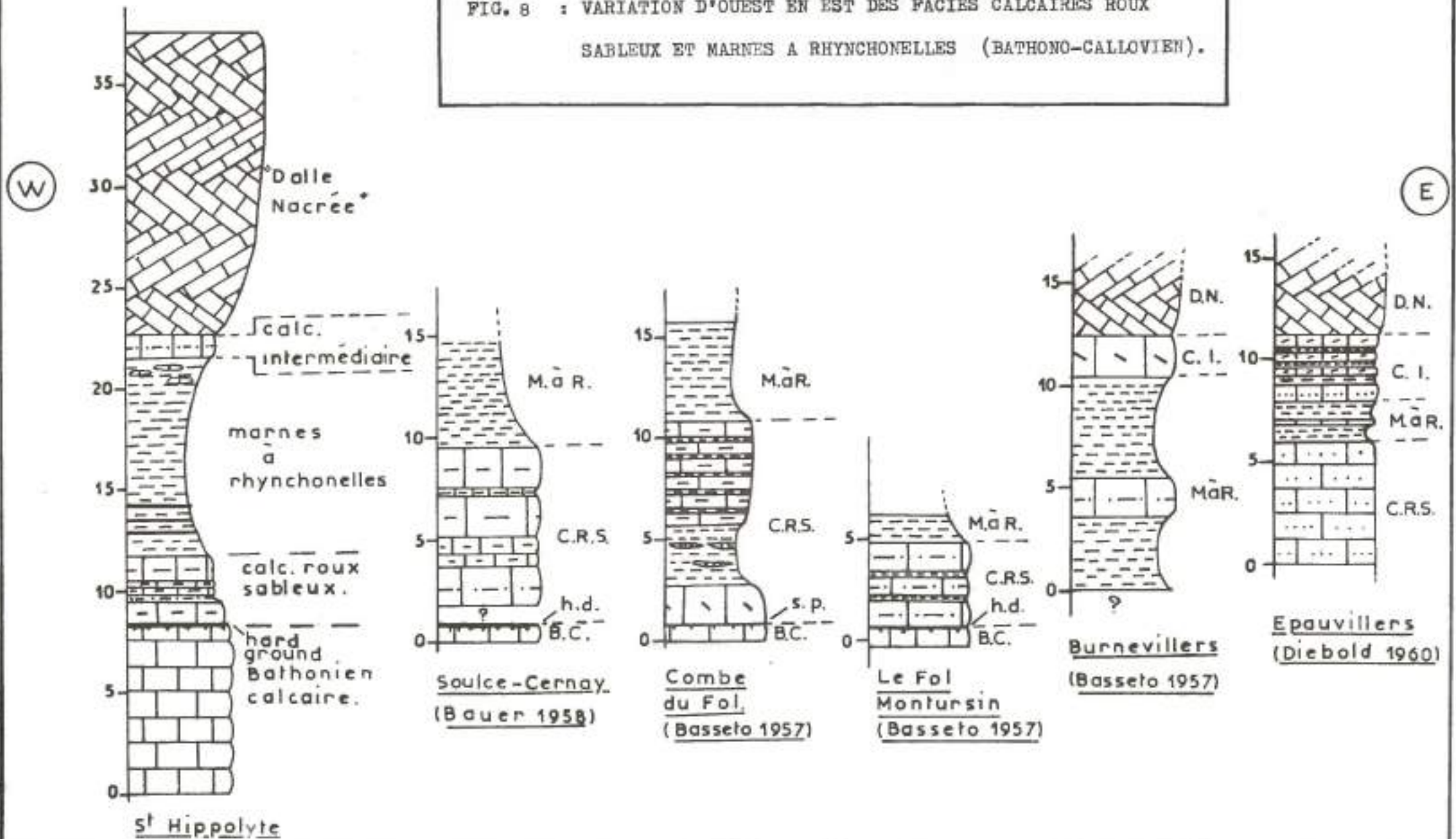
Fig. 7 : COUPE DE LA ROUTE ST-HIPPOLYTE - MAICHE *
BATHONIEN-CALLOVIEN

Détermination : A. BOULLIER



* Levée en collaboration avec P. DUBOZ

FIG. 8 : VARIATION D'OUEST EN EST DES FACIES CALCAIRES ROUX
SABLEUX ET MARNES A RHYNCHONELLES (BATHONO-CALLOVIEN).



DIEBOLD (1960) décrit, à l'Est du secteur étudié, 10 à 15 m de calcaires roux sableux, 2 à 5 m de marnes, 4,5 m de calcaires marneux, sableux de couleur grise.

COUPES ET OBSERVATIONS DIVERSES

- Coupe de la route de St Hippolyte-Maiche

situation : route de St Hippolyte à Maiche (x = 937,650 - y = 265,850 - Maiche 3-4)

intérêt : Elle montre le passage du Bathonien calcaire à la "Dalle Nacrée".

description : (voir fig.7)

On peut diviser cette coupe en cinq grands ensembles :

- les calcaires sublithographiques du Bathonien
- 3,20 m environ de calcaires roux sableux
- 9,85 m de marnes grises à bleues
- 1 m de calcaire sableux
- 15 m de calcaires bioclastiques à oolites et gravelles ("Dalle Nacrée").

- Au S.E. de Roche d'Or (x = 947,875 - y = 272,500 - Delle 5-6) affleurent des marnes jaunes à gris bleu proches des calcaires bathoniens (10 m environ) qui ont livré

- *Terebratula fleischeri* OPEL
- *Rhynchonella varians*
- *Acanthothiris spinosa* SCHLOTH
- *Ostrea knorri*

Cette faune appartient au Bathonien supérieur. Il semble qu'à cet endroit "les calcaires roux" soient réduits à 2 - 3 m.

- Au N.E. de la ferme de la Vaux (Suisse) (x = 947,525 - y = 272,450 Delle 5 - 6).

Des marnes brunes à jaunes ont fourni :

- *Terebratula diptycha* OPPEL
- *Acanthothiris spinosa* SCHLOTH.

du Bathonien supérieur et des Rhynchonelles du Callovien.

CONCLUSION

Le passage du Bathonien calcaire à la Dalle Nacrée se fait par l'intermédiaire d'une série calcaréo-marneuse dont la lithologie est variable. Il apparaît que le faciès "calcaire roux sableux" prend de l'importance au détriment des "Marnes à Rhynchonelles" lorsqu'on se déplace d'W en E (voir fig. 8).

Là encore, la limite stratigraphique entre Bathonien et Callovien se situe dans les "marnes à Rhynchonelles" sans qu'on puisse en donner la position exacte.

CARTOGRAPHIE

L'ensemble calcaires roux sableux et marnes à Rynchonelles a été distingué sur la carte géologique sous la dénomination Bathono-Callovien marno-calcaire (J₂b).

LE CALLOVIEN

Le Callovien est constitué par la Dalle Nacrée["] qui est le faciès le plus typique de la région. Elle est constituée de calcaires roux biodétritiques à rares oolites. Elle apparaît en dalles de 5 à 15 cm d'épaisseur à stratifications toujours entrecroisées.

BASSETO (1957) signale la présence d'un "hard-ground" au sommet de la Dalle Nacrée["] que nous n'avons pas retrouvé.

Une hypothétique *Macrocephalites macrocephalus* signalée par KILIAN (1883) place ce faciès dans le Callovien inférieur.

L'épaisseur de la "Dalle Nacrée" est en moyenne de 35 m.

CARTOGRAPHIE

Elle a été cartographiée sous le terme Callovien (J₃).

L'OOOLITE FERRUGINEUSE

Au sommet de la Dalle Nacrée un niveau de calcaires marneux gris à oolites ferrugineuses a été signalé sur l'ensemble de la région étudiée.

Cependant son observation est peu aisée ; les marnes oxfordiennes le recouvrent fréquemment :

• KILIAN (1883) signale à Glère un calcaire jaune marneux à limonite (0,50 m) avec *Reneckeia anceps*, *Reneckeia* sp., *Hecticoceras hecticum* REIN sp.

• BASSETO (1957) décrit au-dessus de Glère :

- 0,50 m de calcaire jaunâtre à oolites ferrugineuses
- 0,30 m de marno-calcaires gris riches en oolites ferrugineuses. La faune récoltée (*Aspidoceras* sp., *Cardioceras* sp., *Reneckeia* sp., Bélemnites) correspondant pour lui à la zone à Anceps.

• BAUER (1958) signale ce faciès à l'E de Courtefontaine et au N.W. de Vaufrey (ferme de la Craie).

LE SEUL AFFLEUREMENT ACTUELLEMENT VISIBLE se trouve au Sud de la ferme de la Race (N.W. de Courtefontaine (x = 944,050 - y = 268,000, Damprichard 1-2).

A la faveur d'un glissement de terrain apparaissent des marnes jaunes à bleues qui emballent des fragments de calcaire marneux roux à grains de limonite (niveaux ferrugineux). La faune présente est constituée de :

- *Turbo* sp.
- *Terebratula haasi* ROLL.
- *Quenstedtoceras ordinarium* BUCK.
- *Campylites* cf. *delmontanus* OPPEL.
- *Campylites* cf. *delmontanus helveticus* JEANET
- *Paravendiskindia* sp.
- Belemnites

Elle correspond à un mélange provenant de la zone à Lamberti (Callovien supérieur) et de la zone à Mariae (Oxfordien inférieur).

CARTOGRAPHIE

Le faciès de l'oolite ferrugineuse du Callovien supérieur a été cartographié en association avec la Dalle Nacrée (J₃).

CONCLUSION

. EVOLUTION DES FACIES

Le Jurassique moyen de la région à l'Est de St Hippolyte est à dominante calcaire (calcaires bioclastiques, oolitiques, graveleux, sublithographiques), entrecoupée de niveaux marneux et calcaréo-marneux (marnes à *Acuminata*, marnes à *Pholadomyes*, marnes à *Rhynchonelles*).

A l'Aalénien, la région est occupée par un haut-fond (haut fond Nord jurassien de D. CONTINI - 1970) avec des niveaux condensés et variés typiques.

Le Bajocien débute par le dépôt de calcaires bioclastiques provenant de la destruction de prairies à Crinoïdes (calcaires à entroques) et se poursuit par une sédimentation récifale et subrécifale (calcaires à polypiers associés à des calcaires bioclastiques, oolitiques et sublithographiques) ; les intercalations marneuses étant plus nombreuses dans le secteur N.E. (Montvoie). Ensuite, les marnes et marno-calcaires à *Acuminata* se déposent précédant une sédimentation de type oolitique ("La Grande Oolite"). Puis, un épisode marneux (marnes à *Pholadomyes*) sépare la "Grande Oolite" des calcaires bathoniens.

Le Bathonien présente des faciès différents : constitué de calcaires fins (sublithographiques et graveleux fins) à l'W du secteur étudié (St Hippolyte), il se charge en oolites lorsqu'on se déplace vers l'Est pour être essentiellement oolitique à l'Est (chaîne du Monterri). Une surface durcie et perforée termine cette formation. Le passage au Callovien se fait par l'intermédiaire d'un niveau calcaréo-marneux (calcaires roux sableux et marnes à *Rhynchonelles*) qui évolue aussi d'W en E (augmentation

Fig. 9 : CORRELATION DES TERMES STRATIGRAPHIQUES ET LITHOLOGIQUES DE LA
 CARTE SUISSE DE ST-URSANNE AU 1/25 000° ET DU SECTEUR ETUDIE.
 JURASSIQUE MOYEN

CARTE SUISSE DE ST . URSANNE		SECTEUR ETUDIE		ZONES AMONITES*
STRATIGRAPHIE	FORMATIONS	FORMATIONS	STRATIGRAPHIE	
Aalénien sup. et Bajocien inf.	Dogger inf. calc. et marnes	Marnes et grès aaléniens	Aalénien	Murchisonae et Concavum
		Calcaire à entroques	Bajocien inférieur et moyen	Sauzei
Bajocien supérieur et Bathonien inférieur	HAUPTROGENSTEIN Hauptrogenstein inférieur calc. oolitiques dominant et marnes	Calcaires à polypiers		Bajocien supérieur
		Marnes à Acuminata	Parkinsoni	
		"Grande Oolite"		
		Marnes à Acuminata ou à Homomyes	Marnes à Pholadomyes	Bathonien inférieur
Hauptrogenstein sup. calc. oolitiques	Calcaires bathoniens oolitiques et sublitho.	Bathonien supérieur	Macrocephalus	
Bathonien supérieur et Callovien inférieur	Calc. roux sableux et marnes à Rhynchonelles	Calcaires roux sableux et marnes à Rhynchonelles		Callovien inférieur
Callovien supérieur	Dalle nacrée et fer sous-oxfordien	"Dalle nacrée"	Callovien moyen et sup.	Coronatum et Lamberti
		"Oolite ferrugineuse"		

* D'après le Groupe Français d'étude du Jurassique-1971-

des faciès calcaires roux sableux au détriment des marnes à Rhynchonelles). Enfin, le Callovien est constitué de calcaire bioclastique à stratifications entrecroisées (Dalle Nacrée³), surmonté d'un niveau ferrugineux qui termine la série du Jurassique moyen.

. DIVISIONS STRATIGRAPHIQUES ET LITHOLOGIQUES

Le tableau de la fig. 9 établit une correspondance des termes lithologiques et stratigraphiques de la carte de St Ursanne (Atlas géologique de la Suisse) et du secteur étudié pour l'ensemble du Jurassique moyen. Un essai de corrélation entre la lithostratigraphie et les zones d'Ammonites a été tenté par comparaison avec les travaux des différents auteurs. Le manque de céphalopodes n'a pas permis d'établir une zonéographie complète et précise.

JURASSIQUE SUPERIEUR

INTRODUCTION

Comme pour le Jurassique moyen, les divisions adoptées dans ce paragraphe sont plus spécialement axées sur la lithologie.

Nous verrons successivement :

- Oxfordien s.l. :
 - Oxfordien inférieur à faciès marneux (Oxfordien s.s.)
 - Oxfordien moyen et supérieur : faciès "Argovien" et "Rauracien".
- Kimméridgien :
 - Kimméridgien inférieur à faciès "Séquanien"
 - Kimméridgien supérieur à faciès "Ptérocérien" et "Virgulien".
- Portlandien

OXFORDIEN s.l.

L'Oxfordien est pris ici dans le sens de sa nouvelle définition (Colloque du Jurassique à Luxembourg- 1967).

OXFORDIEN INFÉRIEUR A FACIES MARNEUX (Oxfordien s.s.)

Au dessus des calcaires du Jurassique moyen, l'Oxfordien marneux forme toujours un replat important ou une combe que domine la masse des calcaires du Jurassique supérieur.

L'Oxfordien s.s. est constitué d'une série de marnes grises à bleues d'épaisseur variable (35 à 70 m suivant l'intensité de la compression tectonique).

Le passage des niveaux ferrugineux du Callovien supérieur aux marnes oxfordiennes n'a jamais pu être observé.

La base des marnes renferme de nombreux fossiles pyriteux de la zone à *Mariae* (Oxfordien inférieur).

- *Affleurement de la roche Jella N.E. de Chamesol* (Delle 5-6
x = 940,800 - y = 271,650)

A la faveur d'une excavation affleurent des marnes grises presque bleues, contenant des fossiles pyriteux. (*Peltoçeras* - *Périsphinctes* - *Creniceras Rengerrii* - *Belemnites* - *Gastéropodes*) de la zone à *Mariae* (Oxfordien inférieur).

- *Affleurement au Nord de Glère* (Delle 5-6 - x = 951,700 - y = 272,250)

Dans le lit du ruisseau, en contrebas de la route, affleurent des marnes bleues-grises, fossilifères (ammonites pyriteuses dont *Creniceras Rengerrii*).

La partie supérieur de l'affleurement est cependant azoïque.

CARTOGRAPHIE

Cet ensemble a été cartographié sous le terme "Oxfordien" (J4)

OXFORDIEN MOYEN ET SUPERIEUR (FACIES ARGOVIEN ET RAURACIEN)

De nombreux travaux récents ont eu pour objet l'étude de ces faciès. Ce sont les travaux de P.A. ZIEGLER (1956) sur la stratigraphie du Séquanien du Jura central Suisse ; les travaux de M.A. ZIEGLER (1962) sur le Malm inférieur du Jura Suisse Central (de Delemont à St Hippolyte - Maiche et Pontarlier). Enfin, les travaux de V.F. POMPIN (1965) sur le Rauracien de St Ursanne et de ses environs. De nombreuses coupes détaillées sont décrites dans ces ouvrages et plus particulièrement dans celui de M.A. ZIEGLER (1962) qui intéresse la partie Sud du secteur étudié.

COUPES ET OBSERVATIONS

- *Affleurement des Crotots* (N.E. de Montandon - Damprichard 1-2
x = 941,025 - y = 260,250).

Décrit par M.A. ZIEGLER (1962) cet affleurement est aujourd'hui en partie recouvert d'éboulis. On peut cependant encore y reconnaître

- 10 m de marnes dont le sommet contient des Sphérites (chailles)
- Environ 15 m de calcaires roux à oncolites
- 10 m de calcaire oolitobioclastique à nombreux débris silicifiés.

- *Affleurement de la route des Plains à Courtefontaine* (Damprichard 1-2 - x = 944,375 - y = 267,300)

Bien que la série décrite précédemment soit toujours présente, les épaisseurs sont plus réduites (1 m pour les niveaux à oncolites).

- *Affleurement de la Ferme de Montavon* (N.E. de Vaufrey)-Delle 5-6
x = 946,675 - y = 272,225)

A la faveur d'une ancienne exploitation de groise on peut observer de bas en haut :

- 10 m : marnes grises à jaunes, sableuses au sommet, azoïques.
- 2,5 m : marnes jaunes contenant deux chapelets de miches calcaires, argileuses, jaunâtres. (sphérites ϕ = 20 cm) azoïques.
- 2,5 m : calcaires roux à oncolites.
- . éboulis.

- *Au pied des falaises N.W. du communal de Glère* (Delle 5-6 -
x = 951,925 - y = 272,075)

une faune abondante mais non en place a été récoltée.

Emballée dans des marnes jaunes, mélangée à des éboulis et des miches calcaires elle se compose : d'ammonites de l'Oxfordien moyen basal - *Euaspidoceras douvillei* COLLOT - *Peltoceras* cf *inconstans* UHLIG, de brachiopodes *Rhynchonella thurmanni*, d'échinodermes : cidaris - crinoïdes, de lamellibranches *Pholodoma* sp. *Trigonia* sp., pecten et huitres., des serpules.

Ces niveaux très fossilifères sont dominés par une falaise de calcaires oolitobioclastiques à débris silicifiés (10 m environ) à la base et à Térébratules (20 m environ) au sommet qui cèdent progressivement la place à un calcaire sublithographique (25 m environ) contenant vers le sommet quelques oncolites. Un niveau crayeux de 3 m couronne la série.

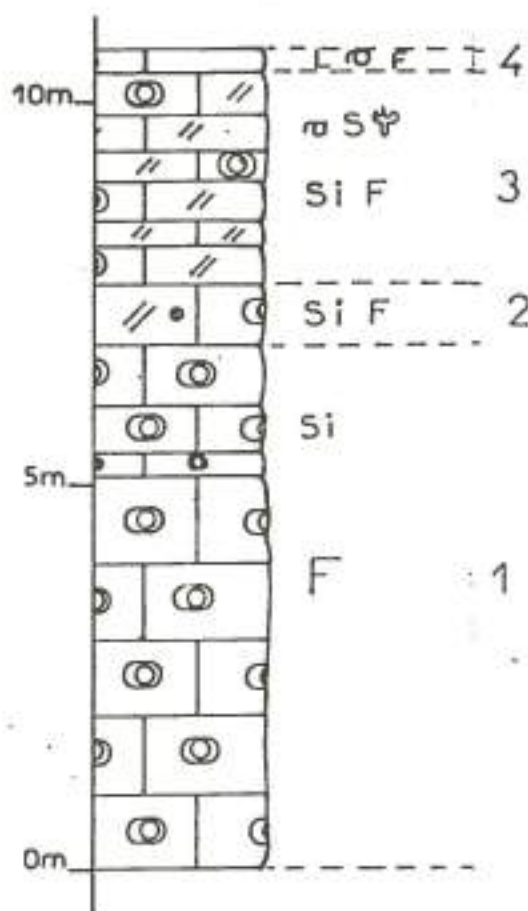
La suite est composée de calcaire sublithographique en gros bancs de couleur gris ("Séquanien").

- Coupe de Vaufrey - Reclère.

. situation : commune de Vaufrey. Route de Vaufrey - Reclère. (Delle 5-6, x = 946,025 - y = 271,750)

. description : elle se présente en deux parties ; la continuité entre ces deux fragments est masquée par un petit accident.

• Partie basale :



- 4 - 0,35 m - calcaire sublithographique gris jaune. Lumachelle à Térébratules *Térébratula* cf *bouguetti* ETALLON. Lamellibranches. Radioles d'oursins. (Micrite à intramicrite, *Textulariidae*).
- 3 - 2,80 m - calcaire bioclastique blanc à nombreux débris silicifiés : brachiopodes, serpules, bryozoaires. (Biomicrite à rares oncolites. *Billioidae*. *Textulariidae*.)
- 2 - 0,70 m - calcaires bioclastique roux. Oolites et pisolites rares. Aggrégats de limonite. Débris silicifiés. (Oolite à rares oncolites. *Acicularia*. *Textulariidae*).
- 1 - 6,85 m - calcaires roux à pisolites passées bioclastiques. Débris silicifiés. (Biosparite à nubéculaires. *Textulariidae*).

Determination:

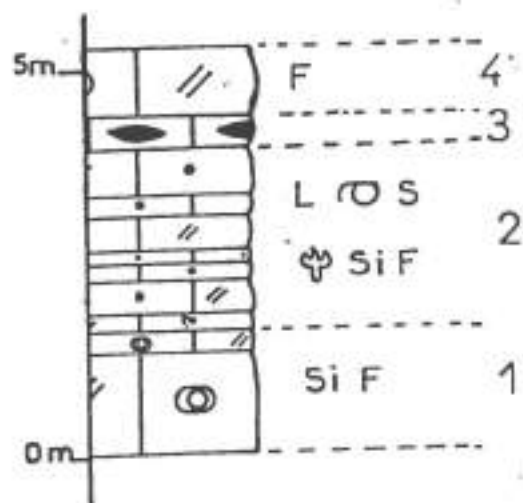
Macrofaune: A. Boullier.

Microfaune: E. Fourcade.



Plan de situation de la coupe.

• Partie sommitale :



- 4 - 0,90 m - calcaires bioclastiques crèmes à débris silicifiés. (Biomicrite à oncolites, bryozoaires et crinoïdes).
- 3 - 0,40 m - calcaire blanc à silex ($\phi = 4$ à 5 cm). (Micrite à rares intraclastes).
- 2 - 2,4 m - calcaire bioclastique à pâte fine. Débris silicifiés. Radioles d'oursins, brachiopodes. Lamellibranches. Serpules. Bryozoaires. (Intra-biomicrite. Spicules de spongiaire. *Textulariidae*) Faune (Oxfordien moyen) *Zeilleria delemontana* OPPEL. *Terebratula bourguetti* ET.
- 1 - 1,6 m - calcaire gris beige à pâte fine. Silicification. (Micrite à petits polypiers, oncolites. *Textulariidae* *Ophthalmidium*)

Là encore, la falaise dominant la route à l'Est et, en continuité avec la coupe, présente la succession calcaire à polypiers - calcaire sublithographique. Nous n'avons pas retrouvé les calcaires crayeux, mais il apparaît un niveau de calcaire sublithographique en plaquettes (2 m environ), tendre qui pourrait lui correspondre.

Le début de la falaise W qu'emprunte le chemin de surveillance de la douane montre un très bel affleurement de Solénopores et de Polypiers ramifiés (2 à 3 m de haut) marquant le sommet du "Rauracien".

- Coupe de Chauvillers-Indevillers.

. situation : route Chauvillers-Indevillers (D 201), début de la coupe Damprichard 1-2 - x = 950,550 - y = 268,300

. intérêt : passage du faciès "Rauracien" (Oxfordien supérieur) au faciès "Séquanien" (Kimméridgien inférieur).

. description (voir fig. 10)

On peut distinguer cinq grands groupes :

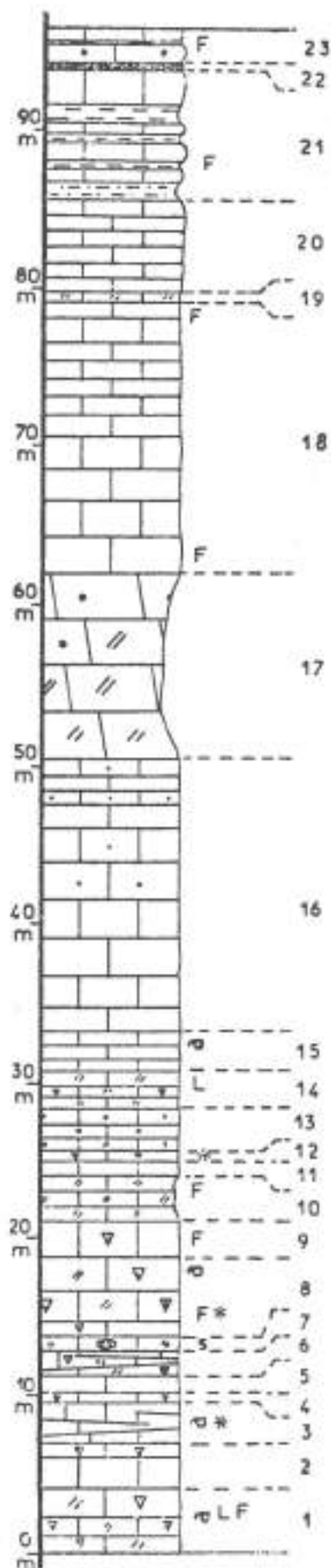
- 30,20 m calcaires bioclastiques à polypiers (n° 1 à 14)
- 19,70 m calcaires sublithographiques (n° 15 à 16)
- 11,60 m calcaires crayeux blancs (n° 17)
- 18,00 m calcaires sublithographiques (n° 18-19)
- 16,80 m alternance de marnes et de calcaires marneux (n° 20-21-22-23).

Fig. 10 : COUPE DE CHAUVILLERS-INDEVILLERS. OXFORDIEN S.L.

Plan de situation

Détermination :

Microfaune : E. FOURCADE



- 23 - 2,00 m - Calc. marneux (bancs de 0,10 cm). (Intra-microsparite à micrite. Nuage d'oxyde de fer. Lagenidae. *Globochaete* (?)).
- 22 - 0,25 m - Calc. sublitho. Banc polyédrique.
- 21 - 8,55 m - Alternance de calcaires et de marnes. Calc. sublitho. gris (Micrite à nuage d'oxyde de fer. *Alveosepta jacquardi*).
- 20 - 5,90 m - Calc. sublitho. (bancs métriques) Joints marneux. (Micrite à rares oncolites).
- 19 - 0,70 m - Calc. à pâte fine bioclaste. (Biomicrite à rares ostracodes).
- 18 - 17,20 m - Calc. sublitho. crème (micrite à foraminifères *Alveosepta jacquardi*, *Nautiloculinae*, *Ophalmidium*).
- 17 - 11,60 m - Calc. crayeux blanc. (Biomicrite à intramicrite Petits polypiers rares. Lamellibranches.)
- 16 - 17,5 m - Calc. sublitho. (bancs de 0,1 m à 1 m) Micrite à intramicrite.
- 15 - 2,20 m - Calc. sublitho. à brachiopodes écrasés. (Micrite très pure).
- 14 - 2,50 m - Calc. bioclastique à rares polypiers (Biomicrite à polypiers. Crinoïdes et intraclastes rares).
- 13 - 2,30 m - Calc. graveleux à rares polypiers roulés. (Intrasparite à polypiers).
- 12 - 0,70 m - Calc. blanc sublitho. tige d'oursins. petits polypiers. Tiges de Crinoïdes. (Biomicrite à Polypiers. Serpules. Radioles d'oursins).
- 11 - 0,90 m - Calc. crayeux blanc (Micrite pure).
- 10 - 2,80 m - Calc. sublitho. crayeux (Micrite à biomicrite. Lamellibranches. Crinoïdes. *Lituoïdidae*, *Favosina* sp. Ostracodes. Spicules).
- 9 - 2,40 m - Banc unique. Calc. sublitho. blanc. Polypiers rares. Radioles d'oursins. (Micrite à Polypiers Spicules. *Tentaculitidae*).
- 8 - 5,00 m - Calc. bioclastique gris rose à Polypiers Tiges de Crinoïdes. Radioles de Cidaris. Serpules. Petits brachiopodes écrasés. (Biomicrite à Polypiers. Serpules - oursins Spicules de pongiânes. *Tentaculitidae*. *Podocerasidae*).
- 7 - 0,60 m - Calc. bioclastique à oncolites ($\beta = 1$ à 2 cm). Silicification. (Biomicrite à Nubéculaires).
- 6 - 2,00 m - Calc. bioclastique à Polypiers broyés. Recristallisation (idem 8).
- 5 - 1,00 m - Calc. sublitho. (Micrite).
- 4 - 0,60 m - Calc. à pâte fine. Nombreux polypiers (Biomicrite à polypiers).
- 3 - 2,60 m - Calc. à pâte fine. Rares polypiers. Brachiopodes. Crinoïdes. Niveau broyé, recristallisation. (Micrite à rares polypiers).
- 2 - 2,80 m - Calc. sublitho. Polypiers au sommet. (Micrite à rares serpules et crinoïdes).
- 1 - 4,00 m - Calc. gris bioclastique. Polypiers, Pecten. Tests de Brachiopodes recristallisés. (biomicrite à rares intraclastes. Radioles d'oursins. Polypiers. Lamellibranches. *Tentaculitidae*).

Les numéros 1 à 16 représentent le faciès "Rauracien", les numéros 17 à 23 les faciès du "Séquanien" basal.

- *Les faciès du secteur N.W. (Chamesol-Damvant)*

Ils sont très proches de ceux de la région de Montbéliard décrits dans la notice de la carte de Montbéliard au 1/50 000°.

Cependant le niveau de base à grosses pisolites n'a pas été observé.

L'ensemble "Rauracien" est essentiellement formé de calcaire oolitique plus ou moins fin, graveleux par endroits, à nombreuses passées sublithographiques. Les polypiers ne sont pas rares et forment parfois mélangés à des solénopores, de véritables récifs (Sud de Villars les Blamont).

Au Nord de Chamesol, un calcaire blanc à l'affleurement beige à la cassure, composé d'oncolites et de gravelles a été pris comme limite "Rauracien"- "Séquanien". Il surmonte les calcaires à polypiers et précède les calcaires sublithographiques gris à Astartes. Viennent ensuite des calcaires sublithographiques blanchâtres à roses.

CONCLUSION

L'établissement d'une série stratigraphique simple dans ces niveaux est rendu difficile par le fait que le secteur est, à l'époque considérée, occupé par un domaine récifal.

- *les couches à sphérites ("marnes à chailles")* plus ou moins épaisses - 2 à 15 m (?) - sont tantôt très fossilifères (Glère) tantôt azoïques (Vaufrey).

- *les calcaires à débris silicifiés* (10 m en moyenne) ou couches de Liesberg des auteurs suisses leur font directement suite et passent insensiblement aux calcaires récifaux (Glère).

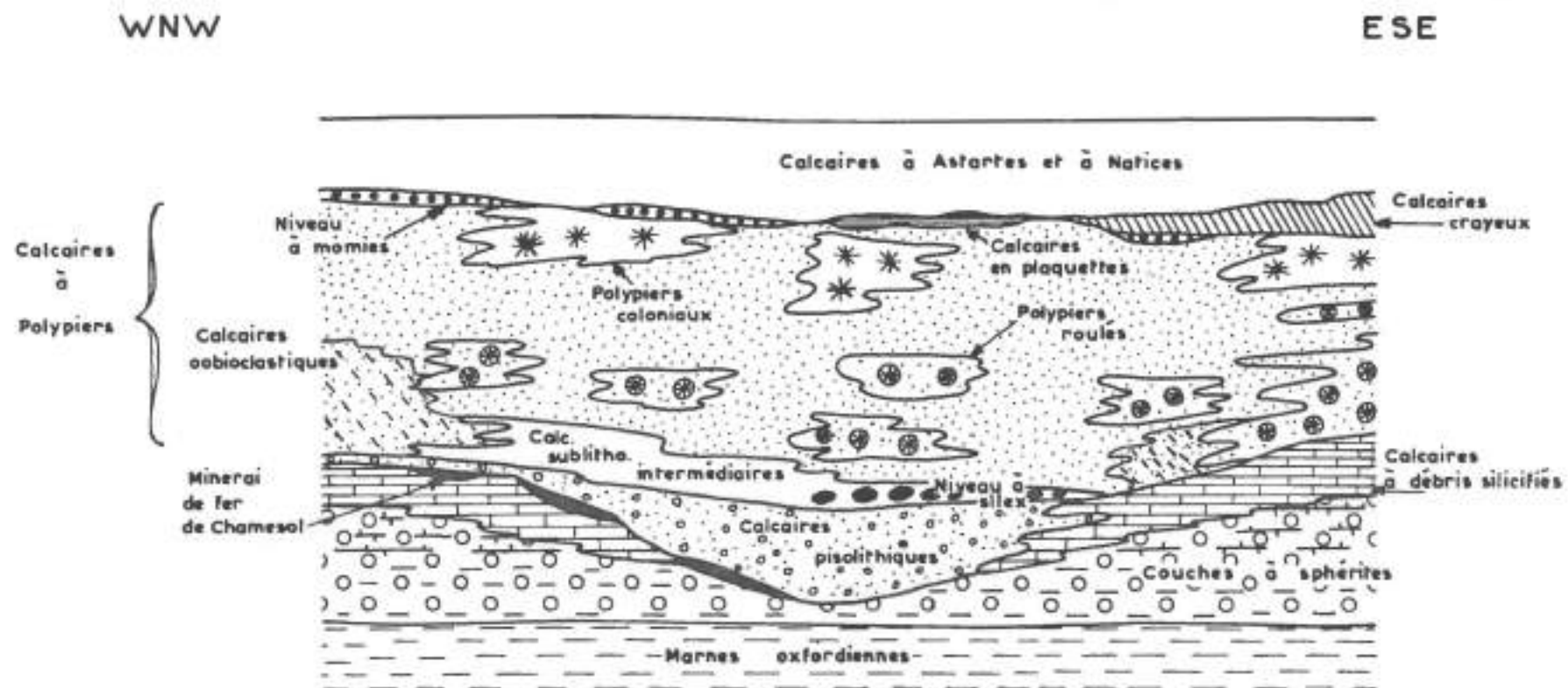
- *les calcaires pisolitiques* (2 à 15 m) reposent directement sur les couches à sphérites et remplacent les calcaires à débris silicifiés bien qu'ils présentent aussi des traces de silicification (Vaufrey).

- *les calcaires sublithographiques* (6 - 15 m) (Übergangkalk des auteurs suisses) correspondent à une zone de transition entre les calcaires pisolitiques et les calcaires récifaux (Vaufrey). Ils sont associés aux seuls niveaux pisolitiques et remplacent, en partie, les calcaires oolitiques de la base des niveaux récifaux de la région de Montbéliard (secteur de Chamesol).

- *les calcaires à polypiers* (30 m en moyenne, sont en général composés de calcaires fins, à débris, parfois oolitiques renfermant des masses de polypiers roulés, recristallisés, dispersés, au hasard dans la série. Les véritables biostromes ou biohermes sont rares et petits (Vaufrey-Sud de Villars les Blamont) et se situent au sommet de la série.

- *les calcaires crayeux* (0-15 m) couronnent la série récifale. Ils sont remplacés dans le secteur de Vaufrey par des calcaires en plaquettes.

FIG 11 : Reconstitution schématique des faciès "Argovien-Rauracien" du secteur étudié



- le niveau à silex de Vaufrey se rattache au faciès décrit par PUMPIN (1965) dans la région de St Ursanne.

Les relations entre les différents faciès sont recensées dans la fig. 11.

Remarque : le minerai de fer de Chamesol, exploité anciennement dans le secteur d'où il tire son nom se retrouve à Vaufrey, où il apparaît en flaques à la base des calcaires à pisolites.

CARTOGRAPHIE

Les niveaux à sphérites ont été rattachés à l'"Oxfordien" sous le terme J4-5. Les calcaires silicifiés et les calcaires à pisolites ont été rattachés aux calcaires récifaux du "Rauracien" (J₆). La limite supérieure du "Rauracien" a été placée arbitrairement au sommet des calcaires crayeux lorsqu'ils existent. Dans le secteur N.W., la limite a été placée au sommet du niveau à oncolites et gravelles (momies).

LE KIMMERIDGIEN s.l.

Ces niveaux affleurent essentiellement dans les synclinaux, (synclinal des Plains-Trevillers; synclinal d'Indevillers; synclinal de la Race) et dans la région N.E. du secteur étudié (Rocourt à Chevenez).

Les divisions en groupes et formations décrites par CONTEJEAN pour cet étage dans la région de Montbéliard pourraient être employées ici. Malheureusement, les terrains affleurent mal et les coupes continues sont très rares. C'est pourquoi la description qui va suivre est imparfaite tant du point de vue stratigraphique que lithologique.

Le Kimmériidgien sera divisé en :

- groupe Astartien avec:
 - . calcaires à Astartes et Natices.
 - . marnes à Astartes.
- groupe Ptérocérien avec :
 - . calcaires à Térébratules,
 - . calcaire à Cardium.
 - . calcaires et marnes à Ptérocères.
 - . calcaires à Corbis.
- groupe Virgulien.

LES DIFFERENTS GROUPES

• GROUPE ASTARTIEN

- calcaires à Astartes et à Natices

Il s'agit de calcaires sublithographiques (20 à 30 m) gris, en gros bancs métriques, à joints marneux vers le sommet.

La distinction faite par CONTEJEAN entre calcaires à Astartes et calcaires à Natices est souvent impossible à faire.

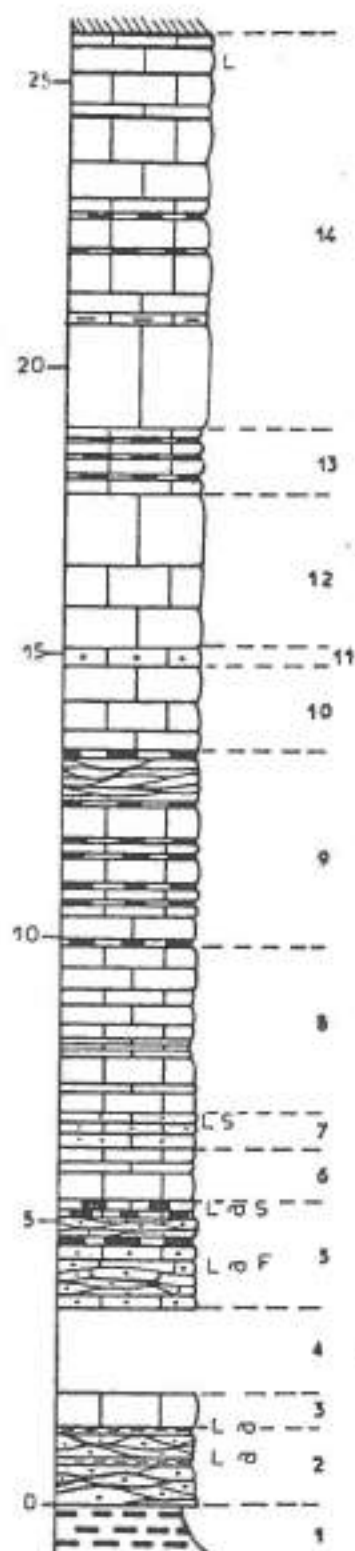
Seule la coupe de Chauvillers (fig. 10) permet une distinction :

- les calcaires sublithographiques (n° 18 à 19) surmontant les calcaires crayeux sont assimilables aux calcaires à Astartes (18 m).
- les calcaires gris à joints marneux et l'alternance marnes-calcaires (n° 20-21-22-23) correspondraient aux calcaires à Natices (16,80 m)

Fig. 12 : COUPE DU PEU-ROCHER, KIMMERIDGIEN S.L.

Détermination :

Macorfaune : A. BOULLIER



Plan de situation

- 14 - 7,00 m - Calc. sublitho. plus ou moins marneux (Micrite à nuages d'oxyde de fer) Nerinées au sommet.
- 13 - 1,15 m - Alternance de calc. sublitho. et de niveaux plus marneux (Intramicrite à micrite).
- 12 - 2,65 m - Calc. sublitho. gris rose (Micrite)
- 11 - 0,30 m - Calc. sublitho. gravelles (Intramicrite)
- 10 - 1,50 m - Calc. sublitho. gris (Micrite)
- 9 - 3,45 m - Alternance de calc. sublitho. gris et calc. marneux. Joints marneux. (Micrite à nuages de Limonite).
- 8 - 2,90 m - Calc. sublitho. gris rose. Joints marneux (Micrite).
- 7 - 0,65 m - Calc. marneux. Joints marneux (Intramicrite à rares Lamellibranches et Serpules).
- 6 - 0,90 m - Calc. gris sublitho. (Micrite).
- 5 - 1,90 m - Alternance de calc. grumeleux gris et de calc. marneux gris. Joints marneux. Brachiopodes (*Zeilleria* sp). Serpules. Lamellibranches (Intramicrite à bioclastes)
- 4 - 1,50 m - Lacune d'observation (chemin)
- 3 - 0,60 m - Calc. sublitho. Nerinées. Brachiopodes (Micrite)
- 2 - 1,30 m - Calc. marneux à aspect noduleux, gris, joints marneux. Lamellibranches. Brachiopodes. (*Zeilleria astartina* ROLL.). (Intramicrite à tâches d'oxyde de fer)
- 1 - Marnes grises à bleues

• marnes à Astartes (20 à 30 m)

Ces niveaux plus tendresse marquent bien dans la topographie mais affleurent rarement.

Essentiellement marneuse la série renferme des intercalations de calcaires sublitographiques, de calcaires oolitiques roussâtres, de calcaires gréseux en plaquettes, de lumachelles à Astartes. Les marnes sont jaunes ou grises, le plus souvent gréseuses.

Vers le sommet de la série, un horizon calcaire d'épaisseur variable (0,50 à 2 m) composé de momies (oncolites algaires) pourrait constituer un horizon repère s'il n'était rare à l'affleurement voir absent dans le secteur N.W.

Des niveaux à charas et glauconie ont été signalés mais, la mauvaise qualité des affleurements ne nous a pas permis de les retrouver.

Cette formation est en partie visible :

- sur la bordure N de la route Glère Montancy (x = 942,375 - y = 271,500 - Delle 5-6).
- au captage de Glère, côté sud de la route de Chauvillers (x = 951,550 - y = 270,025 - Damprichard 1-2).
- au captage de Moron (Sud du barrage de Vaufrey (x = 947,000 - y = 269,125 - Damprichard 1-2)
- au Nord de Reclère (x = 946,450 - y = 273,000 - Delle 5-6)

• GRUPE PTEROCERIEN

les calcaires à Térébratules (30 m en moyenne)

Ce sont des calcaires gris, marneux à la base, à joints centimétriques marneux contenant parfois des brachiopodes (*Zelleria* sp.). De couleur gris à gris rose ils sont fréquemment parcourus de tâches diffuses de limonites et de rares gravelles (cf coupe du Peu Rocher, début de la coupe x = 951,500, y = 270,000 - Damprichard 1-2, fig. 12).

• le calcaire à cardium (10 à 15 m ?)

Présent sur l'ensemble du secteur étudié, il apparaît comme un calcaire crayeux, blanc grumeleux, parfois oolitique, sans stratification apparente, à débit prismé.

Sa nature tendre favorise l'établissement d'une dépression entre les calcaires à Térébratules et la masse des calcaires ptérocériens.

Il est visible :

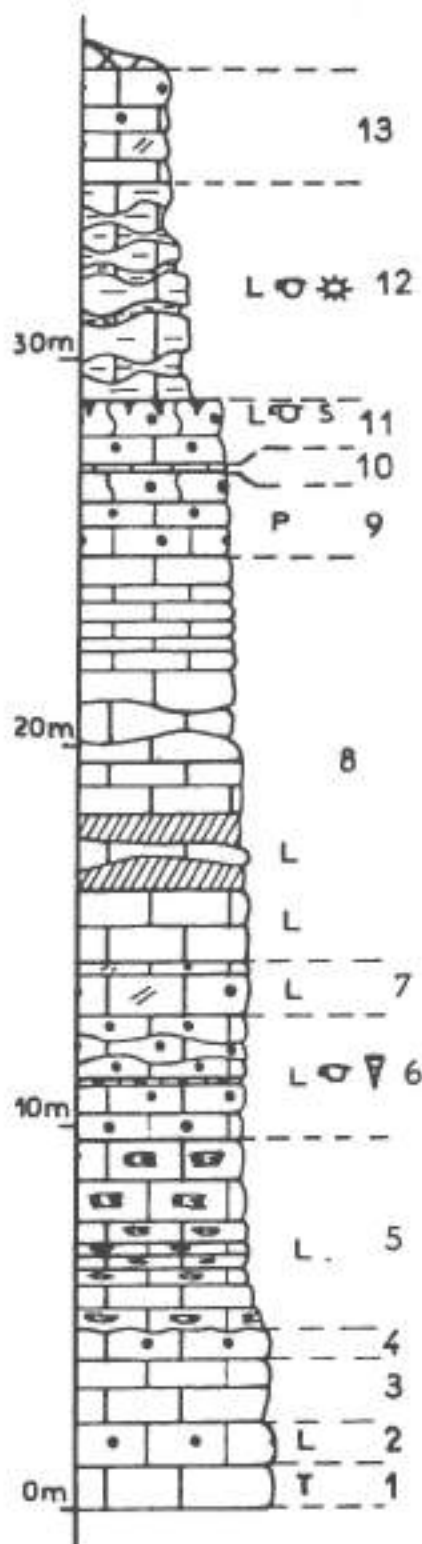
- dans le synclinal des Plains et Grands Essarts (x = 943,575 - y = 260,100 - Damprichard 1-2)
- au N.E. d'Indevillers, sous la ligne électrique (x = 949,600 - y = 267,825 - Damprichard 1-2).
- à l'E.S.E. de Rocourt au lieu dit Combe Monnay (x = 949,325 - y = 275,300 - Delle 5-6).

• le passage calcaire à Cardium - niveaux à Ptérocères se fait par l'intermédiaire de calcaires sublithographiques gris fumé qui se chargent en gravelles vers le haut tandis qu'apparaissent des veinules et des tâches orangées diffuses. Leur épaisseur semble osciller entre 15 m (synclinaux des Plains et d'Indevillers) et 25 m au Nord (Rocourt-Cheveney).

Fig. 13 : COUPE DE CHAUVILLERS-INDEVILLERS. KIMMERIDGIEN S.L.



Plan de situation



Détermination :

Microfaune : E. FOURCADE

Macrofaune : A. BOULLIER

- 13 - 3,00 m - Calc. graveleux fin, jaune, bioclastes (Lamellibranches, Huitres). Biomicrorite à intrabiomicrorite. Lamellibranches. Radioles d'oursins. Brachiopodes. (*Lenticulina*, *Nauticulina*).
- 12 - 5,70 m - Calc. argileux à joints marneux. Jaune-brun. rognonneux, noduleux. Très fossilifère.
 - Brachiopodes
 - Terebratulula* aff. *subaella* LEYM.
 - Terebratulula estrapajensis* ET.
 - Lamellibranches
 - Pholadomya* sp.
 - Mya* sp.
 - Alectryonia semi-solitaria* ET.
 - Ostrea* sp.
 - Cidaridés
- 11 - 1,65 m - Calc. sublitho. à graveleux, orange, à veinules rouge-orangé. Surface perforée couverte d'huitres. Lamellibranches. Serpules. Brachiopodes. Doursins. (Intrabiomicrorite. Intrasparite. Entroques. Brachiopodes. Radioles d'oursins).
- 10 - 0,15 m - Calc. sublitho. (Microrite).
- 9 - 1,95 m - Calc. sublitho. à graveleux. Tâches et veinules orange-rouge. Petits polypiers. Lamellibranches. (Microrite à lit et nids d'intramicrorite. Rares bryozoaires *Nauticolina* et *Lenticulina* (?)).
- 8 - 10,70 m - Calc. litho. crème à jaune orange. Rares bioclastes à la base (Lamellibranches). (Microrite à rares Lamellibranches).
- 7 - 1,40 m - Calc. graveleux jaune. Bioclastes Lamellibranches (Biomicrorite à microrite et biomicrosparite à Lamellibranches).
- 6 - 3,20 m - Calc. biodétritique jaune orangé. Huitres. Brachiopodes. Myes (Intramicrorite à nuages d'intrasparite. Bioclastes).
- 5 - 5,10 m - Calc. sublitho. à graveleux gris jaune. Nombreuses tâches orangées. Nérinées. (Microrite à nuages d'intramicrorite et d'intrasparite. Radioles d'oursins. Brachiopodes. Lamellibranches).
- 4 - 0,80 m - Calc. graveleux fin jaune clair (Intramicrorite à calcite recristallisée).
- 3 - 1,90 m - Calc. sublitho. crème (Microrite).
- 2 - 1,20 m - Calc. graveleux blanc jeune. Taches orangées (Intramicrorite).
- 1 - 1,10 m - Calc. sublitho. gris. Veinules et taches orangées. Terriers - gravelles au sommet (Microrite. Intrabiomicrorite au sommet. Radioles d'oursins).

• les calcaires et marnes à Ptérocères

Ils occupent les coeurs des synclinaux des Plains et Grands Essarts et d'Indevillers et apparaissent à mi-côte des surfaces boisées dominant Rocourt au Sud.

La limite avec les calcaires sous-jacents n'est pas franche.

- *La coupe de Chauvillers-Indevillers* (fig. 13) Début de la coupe $x = 950,375 - y = 267,975$ - Damprichard 1-2 montre de bas en haut :
- 10,10 m de calcaire sublithographique gris à crème et à tâches orangées (n° 1-2-3-4-5) : sommet des calcaires de passage.
 - 18,55 m Ensemble calcaire à dominante biodétritique de couleur jaune (n° 6-7-8-9-10-11) : calcaires à Ptérocères inférieurs.
 - 5,70 m calcaires argileux à joints marneux (n°12) équivalent des marnes à Ptérocères
 - 3,00 m calcaire graveleux fin biodétritique (n° 13) équivalent des calcaires à Ptérocères supérieurs.

- *A Rogobe* ($x = 946,225 - y = 266,875$ - Damprichard 1-2), à l'Est des Plains-et-Grands-Essarts, les premiers Ptérocères apparaissent à la base des calcaires biodétritiques jaunes du niveau 6 de la coupe Chauvillers-Indevillers. (thèse P. DUBOZ à paraître).

les marnes à Ptérocères sont peu épaisses (2 à 8 m maximum) et de nature variée.

- *dans la coupe de Chauvillers-Indevillers* ce sont des calcaires marneux à aspect rognogneux (5,70 m). (fig. 13)

- *A Rogobe* elles présentent le même aspect mais elles sont moins épaisses (2 m)

- *À Moron* ($x = 947,250 - y = 269,075$ - Damprichard 1-2) elles ne mesurent que 2 m et apparaissent sous forme d'un calcaire marno-sableux, à débit esquilleux, pauvres en faune, de couleur grise presque noire.

- *Sous le chevauchement de la Côte du Droit* ($x = 952,425 - y = 270,475$ - Damprichard 1-2) les affleurements se composent de véritables marnes, très légèrement sableuses, jaunes et grises, renfermant une faune ptérocérienne abondante (Ptérocères, Térébratules, Lamellibranches, Cidaridés). Leur épaisseur semble proche de 5 m.

- *Au Sud de Rocourt et Chevenez* les marnes se marquent dans la topographie par une légère dépression. Les rares affleurements sont essentiellement des marnes sableuses jaunes et des marnocalcaires grumeleux jaunes. La faune y est moins abondante que dans le Sud mais des Térébratules et des débris de Lamellibranches sont présents. (9 m).

• les calcaires à Ptérocères supérieurset les calcaires à Corbis.

La série comprise entre les "marnes à Ptérocères" et les premières apparitions des Virgules soit 40 à 45 m est constituée d'une alternance de calcaires sublithographiques, oolitiques, graveleux, bioclastiques, de couleur jaune à crème. La faune est essentiellement composée de Lamellibranches, de Nérinées. Des petits polypiers se trouvent souvent dans les niveaux

bioclastiques. Dans les 10 à 15 derniers mètres et directement sous le premier niveau à Virgules, se place un calcaire blanc, subcrayeux à crayeux à tâches jaunes diffuses comparable au calcaire à Corbis de CONTEJEAN.

L'alternance de bancs durs et de bancs tendres favorise l'établissement d'une morphologie en gradins.

Le passage des calcaires à Ptérocères au calcaire à Corbis n'a pu être observé. C'est pourquoi ils ont été associés dans cette description.

• GROUPE VIRGULIEN

. calcaires et marnes à virgules

les premiers niveaux à virgules apparaissent directement sur les calcaires crayeux précédents.

Ce sont des calcaires argileux ou des marnes calcaires de couleur jaune, à lumachelles d'*Exogyra virgula*. Ils contiennent aussi de nombreuses Nérinées. La série se poursuit par des calcaires jaunes, plus durs, bioclastiques à oolitiques renfermant toujours des virgules mais en nombres moins importants. Enfin le sommet est occupé par de véritables marnes jaunes, très légèrement sableuses pétries d'*Exogyra virgula*.

L'ensemble mesure environ 30 à 35 m.

- cette succession lithologique est visible au lieu dit "le Saucy", au S.W. de Chevenez.

- sur la bordure Est du chemin de Libecourt (S.E. de Rocourt) (Delle 5-6) les affleurements épars permettent de reconstituer la suite lithologique suivante (Virgulien supérieur) : calcaires jaunâtres, relativement tendres, sublithographiques à passées bioclastiques, 2 m environ de calcaires bioclastiques tendres à nombreux lamellibranches, 3 m environ de calcaires à lumachelles à *Exogyra virgula*, 5 m environ de marnes jaunes, sableuses, pétries d'*Exogyra virgula*, 1,50 m de calcaires argileux gris jaunâtres, sublithographiques, marne sableuse azoïque, jaune clair.

Ces diverses observations confirment celles de HUMMEL (1914) qui pensait que les marnes à *Virgula* était constituées de deux niveaux de marnes séparés par des niveaux calcaires plus ou moins marneux.

CONCLUSION

La similitude de faciès du Kimméridgien du secteur étudié avec ceux de la région de Montbéliard est évidente. Cependant, le manque de coupes ne permet pas une grande précision dans la description des successions lithologiques. Le Kimméridgien inférieur ou "Séquanien supérieur" englobant les calcaires à Astartes et Natices, les marnes à Astartes, les calcaires à Térébratules et à *Cardium* constitue un ensemble où dominent les calcaires à pâtes fines et sublithographiques.

Le Kimméridgien supérieur (calcaires et marnes à Ptérocères, calcaire à Corbis, calcaire et marnes à Virgules) est caractérisé par un faciès essentiellement détritique où la teinte jaune prédomine. Les calcaires à *Diceras* de CONTEJEAN n'ont jamais été observés sur le secteur étudié.

CARTOGRAPHIE

Le rattachement des calcaires à Astartes et à Natices au faciès Rauracien (J6) a été réalisé chaque fois qu'ils n'ont pu être clairement distingués (J6- 7a).

Les marnes à Astartes, topographiquement bien marquées, ont fait l'objet d'une différenciation : "Séquanien moyen" (J7b).

Les calcaires à Térébratules, le calcaire à Cardium, les calcaires de passage aux niveaux à Ptérocères ont été regroupés (J7c). La limite supérieure a été placée à l'apparition des niveaux bioclastiques qui contiennent, à Rogobe, les premiers Ptérocères.

Les marnes et calcaires à Ptérocères et le calcaire à Corbis ont été rassemblés sous le terme "Kimméridgien inférieur" (J8a). La limite supérieure correspond donc au sommet de calcaire crayeux à Corbis.

Les marnes et calcaires Virguliens constituent le "Kimméridgien supérieur" (J8b)

PORTLANDIEN

Les calcaires attribués au Portlandien affleurent directement au-dessus du dernier niveau à Virgules.

OBSERVATIONS

- au lieu dit "Saucy" (Sud de Chevèze) à partir de la côte 646, en entrant dans le bois, un calcaire sublithographique gris-jaune passe insensiblement vers le haut à un calcaire blanc sublithographique à veinules et flammes orangées.

- dans la "Forêt Louvière" (Sud de Chevèze) au dessus des marnes à Virgules, les rares affleurements visibles sont composés de calcaires jaunes, détritiques avec quelques passées sublithographiques grises à veinules et flammes orangées. A la cote 665 et au delà, les affleurements sont constitués de calcaires fins, gris clair à nombreuses perforations tubulaires

- au lieu dit "Peut Côtai" au Sud de Rocourt, les marnes à Virgules sont séparées du calcaire sublithographique sus-jacent par un niveau de calcaire oolitique roux de 0,50 m d'épaisseur.

CONCLUSION

L'attribution de ces calcaires au Portlandien est arbitraire. Des calcaires à veines et flammes orangées surmontent les niveaux à Virgules. Les calcaires terminaux sont assimilables aux calcaires à tubulures. L'ensemble n'exède pas 45 m. Cependant une partie de ces calcaires est certainement d'âge kimméridgien.

CARTOGRAPHIE

La masse calcaire placée stratigraphiquement au-dessus des niveaux virguliens a été dénommée Portlandien (J9).

CONCLUSION

. EVOLUTION DES FACIES

Comme le Jurassique moyen, le Jurassique supérieur est essentiellement calcaire.

La série débute cependant par un ensemble marneux (marnes oxfordiennes) important, surmonté par des couches à sphérites formées d'une alternance de lits marneux et de niveaux indurés à gros nodules calcaires (Oxfordien inférieur et moyen). Puis s'installe un régime récifal et péri-récifal avec son cortège de calcaires oolitiques, bioclastiques et à polypiers (Oxfordien supérieur). Au N.W. d'une ligne passant entre Vaufrey et Glère, Courtefontaine et Indevillers, le secteur est occupé par la barrière récifale et la zone interne aux récifs (calcaires coraliens, pisolithiques, sublithographiques, oolitiques). Au S.E. de cette ligne, se trouve la zone de transition avec la mer ouverte où se déposent des calcaires silicifiés et des marnes à faune importante (M.A. ZIEGLER - 1962).

Au cours du Kimméridgien inférieur, la barrière récifale se déplace vers le S.E. et le secteur étudié est occupé par une zone interne aux récifs où se déposent des calcaires fins (calcaire à Astartes et Natices) et des marnes sableuses (marnes à Astartes).

Enfin, au Kimméridgien supérieur et au Portlandien, la présence dans le secteur étudié d'une plate forme à sédimentation carbonatée entraîne le dépôt de calcaires fins et graveleux entrecoupés de niveaux marneux et marno-calcaires.

. DIVISIONS STRATIGRAPHIQUES ET LITHOLOGIQUES

Le tableau de la fig. 14 établit la correspondance des termes lithologiques et stratigraphiques des auteurs suisses et du secteur étudié pour l'ensemble du Jurassique supérieur. Là encore, la zonéographie à partir des céphalopodes est faite par comparaison avec les travaux des différents auteurs ; le manque de faune n'autorise pas l'établissement d'une biostratigraphie précise.

Fig. 14 : STRATIGRAPHIE ET LITHOLOGIE COMPARATIVES : AUTEURS SUISSES - SECTEUR ETUDIE.

JURASSIQUE SUPERIEUR

AUTEURS SUISSES		SECTEUR ETUDIE			Zones *		
STRATIGRAPHIE	FORMATIONS	FORMATIONS	STRATIGRAPHIE		Ammonites		
PORTLANDIEN	Calc. du Portlandien inférieur	Calcaires Portlandien	PORTLANDIEN		Antissioderensis Eudaxus Mutabilis Acanthopus		
	marnes à Virgules	Calc. et marnes à Virgules	"VIRGULIEN"	KIMM. SUP.			
KIMMERIDGIEN	Calc. du Kimméridgien supérieur	Calcaires à Corbis	"PTEROCERIEN"		KIMM. SUP.	Divisum	
	Marnes à Ptérocères	Calc. à Ptérocères supérieur					
	Marnes à Ptérocères	Marnes à Ptérocères					
	Calc. du Kimméridgien inférieur	Calc. à Ptérocères inférieur		Cymodoce			
	Calcaires intermédiaires						
LAUSITANIEN	"SEQUANIEN SUP."	oolite de Verene et calc. du Séquanien supérieur	Calcaires à Cardium	"SEQ. SUP"	"SEQUANIEN"	KIMM. INF.	Baylei Platynota
		Couches à Humeralis	Calcaires à Térébratules				
		Banc à monies supérieur	Marnes à Astartes				
	"SEQUANIEN INF."	Marnes à Natices	Calc. à Astartes et Natices	"SEQ. INF."	KIMM. INF.	Planula	
		Calc. de Vorbourg et Calc. en plaquettes					
	"RAURACIEN"	Craie de St. Ursanne	Calc. Corallien	Calc. crayeux ou en plaquettes	"RAURACIEN"	OXFOR. SUP. (s.l)	Bimacmatum Bifurcatus
Calc. Corallien		Calc. récifaux					
Calc. Intermédiaire		et calc. variés		Niveaux silicifiés			
Pisolite de la Caquerelle		Calc. pisolitique roux					"ARGOVIEN"
OXFORDIEN	Terrains à Chailles	Couches à spérrites	"OXFORDIEN" s.s	OXFOR. MOYEN et INF. (s.l)	Mariae et Corgatium		
	Marnes Oxfordiennes	Marnes à Rengerri					

* D'après le Groupe Français d'étude du Jurassique -1971-

LE TERTIAIRE

Les terrains tertiaires occupent une surface très restreinte sur le secteur étudié.

En dehors des limites cartographiées, ils sont abondants dans la région de Bressancourt, Porrentruy (N.E.). Au Sud, ils sont présents à Indevillers Puessé, Fessevillers et dans le synclinal de Tramelan (Suisse).

OBSERVATIONS

- affleurement de Moron

- situation : Ouest de Montnoiron, ravin descendant des près de Moron vers le Doubs, (x = 948,050 - y = 269,350 - Damprichard 5-6)

- description à l'affleurement :

. Le ruisseau temporaire provenant du Lias de Moron entaille une petite falaise de 25 m de haut, constitué d'un ensemble conglomératique à galets kimméridgiens et séquanien subanguleux, liés par un ciment rougeâtre ou emballés dans des marnes rouge briques.

. La taille des éléments varie du haut en bas de la formation. Le sommet est constitué d'éléments relativement fins (1 cm de diamètre en moyenne) et le ciment est abondant. Au fur et à mesure que l'on descend le long de l'affleurement la taille des éléments s'accroît pour atteindre parfois 50 cm tandis que les marnes rouges remplacent le ciment.

. Cette masse est noyée dans les marnes du Lias. Mais le Séquanien supérieur est visible sur la bordure W du ravin.

. Par endroits, quelques plans verticaux striés (N 160 et N 95) montrent des stries subhorizontales (plongement Nord 8 à 15°).

. Un autre petit affleurement (1 à 2 m²) est visible à une trentaine de mètres à l'Est de la falaise parmi les éboulis et les marnes glissées de Moron.

- description microscopique (d'après P. FREYDET) :

Il s'agit d'un conglomérat à galets calcaires kimméridgiens et séquanien à ciment sparitique et plages de sparite isolées. La matrice rouge est un sédiment infiltré entre les grains, parfois recristallisé. Certaines lames montrent des galets encrustés par des Cyanophycées et de nombreuses fissures à remplissage sparitique sont nettement d'origine tectonique.

Seules les Algues Cyanophycées peuvent faire penser à un dépôt fluviatile.

- âge : les lavages de marnes, et les observations de nombreuses lames minces n'ont fourni aucune faune ou flore hormis les Cyanophycées signalées précédemment. Par conséquent, un âge précis ne peut être donné à cette formation.

Cependant, une comparaison avec le Tertiaire de Bressaucourt - Porrentruy induit à assimiler ces faciès au conglomérat de Porrentruy plutôt qu'à la Gompholite d'Ajoie. (Atlas géologique de la Suisse au 1/25 000 n° 1085- carte de St Ursanne - 1963). En effet, bien que tous deux d'âge Oligocène la Gompholite à une origine marine (Rupélien), le conglomérat un caractère fluviatile (Sannoisien).

- *Affleurement des "Grandes Vies"*

situation : Sud de Chevez, lieu dit "Les Grandes Vies"
(x = 275,25 - y = 952,350 - Delle 5-6).

description : reposant sur le Portlandien et le Virgulien, des marnes rouges briques emballent des galets arrondis ($\varnothing \leq 10$ cm) de calcaire du Malm.

- âge : ce faciès correspond à ce que les auteurs suisses de la carte de St Ursanne nomment "conglomérat de Porrentruy à marnes rouges" d'âge Sannoisien (Oligocène inférieur).

CONCLUSION

Les conglomérats et marnes associés attribués à l'Oligocène inférieur reposent toujours sur les termes supérieurs du Malm des coeurs synclinaux chevauchés et leur caractères sédimentaires s'accordent d'une origine fluviatile d'où leur assimilation au conglomérat de Porrentruy d'âge Sannoisien des auteurs suisses de la carte de St Ursanne au 1/25 000°.

CARTOGRAPHIE

Les affleurements reconnus ont été cartographiés comme Oligocène (g).

QUATERNAIRE

ALLUVIONS ANCIENNES

Elles sont rares. Il s'agit de galets calcaires d'origine locale, de 10 cm de diamètre en moyenne, perchés entre 15 à 20 m au-dessus du lit actuel du Doubs. L'affleurement principal se situe au barrage de Gros Bois (Nord de Soulce-Cernay, $x = 942,375 - y = 269,025 - \text{Damprichard 1-2}$).

ALLUVIONS MODERNES

A l'exception du Doubs, les cours d'eau ne sont que des ruisseaux temporaires aux parcours très courts et à caractère torrentiel, les alluvions y sont donc inexistantes ou composées de gros blocs roulés ou d'éboulis légèrement arrondis.

Les alluvions modernes du Doubs sont constituées de galets calcaires et de limons sableux fins. Elles occupent le fond plat de la vallée.

Il est fréquent que les pluies d'orage "vidangent" le lit des ruisseaux. Ainsi en 1975 la route nationale 437 C a été coupée pendant deux jours au niveau du Bois Millière, (amont de Soulce-Cernay) à la suite du déversement sur la chaussée des éléments encombrant le lit du ruisseau provenant de la ferme de la Race.

LES ARGILES RESIDUELLES

Ce sont des marnes brunes, résidus de la dissolution des calcaires en milieu mal drainé (combe ou synclinal).

LES COLLUVIONS ET ALLUVIONS MELANGÉES

Entre Damvant et Chevenez les fonds du val et des petites vallées perpendiculaires sont tapissés d'argiles rouges et brunes contenant des galets de calcaires arrondis, des granules ferrugineux et des éléments subanguleux de calcaires séquanien. Des marnes séquanien altérées affleurent par plaques dans ce mélange lithologique. La distinction entre ces différents éléments étant impossible, ils sont groupés sous le terme C.F. (colluvions alluvions).

LA GROISE

Les dépôts résultant des cycles gel-dégel en climat périglaciaire sont fréquents au pieds de falaises. Ils sont exploités en carrière pour l'empierrement des chemins vicinaux comme à Vaufrey ($x = 946,050 - y = 270,550$) ou à Tremeux ($x = 942 - y = 266,700$ ou encore à Montavon ($x = 946,705 - y = 272,225$). Ce sont des éléments anguleux bien calibrés (centimétriques à décimétriques) emballés dans une matrice argileuse brune, peu abondante.

LES EBOULIS FINS

Aux pieds de toutes les falaises et sur les bordures de la vallée du Doubs, les affleurements et les contacts anormaux (ferme de la Race, Peu Rocher) sont masqués par un talus d'éboulis constitués de fragments anguleux calcaires, mal triés et mal calibrés.

EBOULIS EN MASSE

Constitués de blocs calcaires métriques à décamétriques ils se sont formés à la suite d'écroulements de falaises sur leurs soubassements marneux.

ECROULEMENT DE LA COTE MOUTOT

La côte Moutot (Nord de Soultz-Cernay) est constituée de la route D 134 (cote 650) au ruisseau de Combe du Rond. (cote 430) par un ensemble cahotique où se mélangent blocs anguleux métriques à décamétriques, brèches et marnes liasiques. Essentiellement constituée de Bajocien inférieur (calcaire à entroques et à polypiers), cette masse a pour origine le flanc Nord de l'anticlinal chevauchant de Tremeux.

PAQUETS GLISSES OU EBOULES

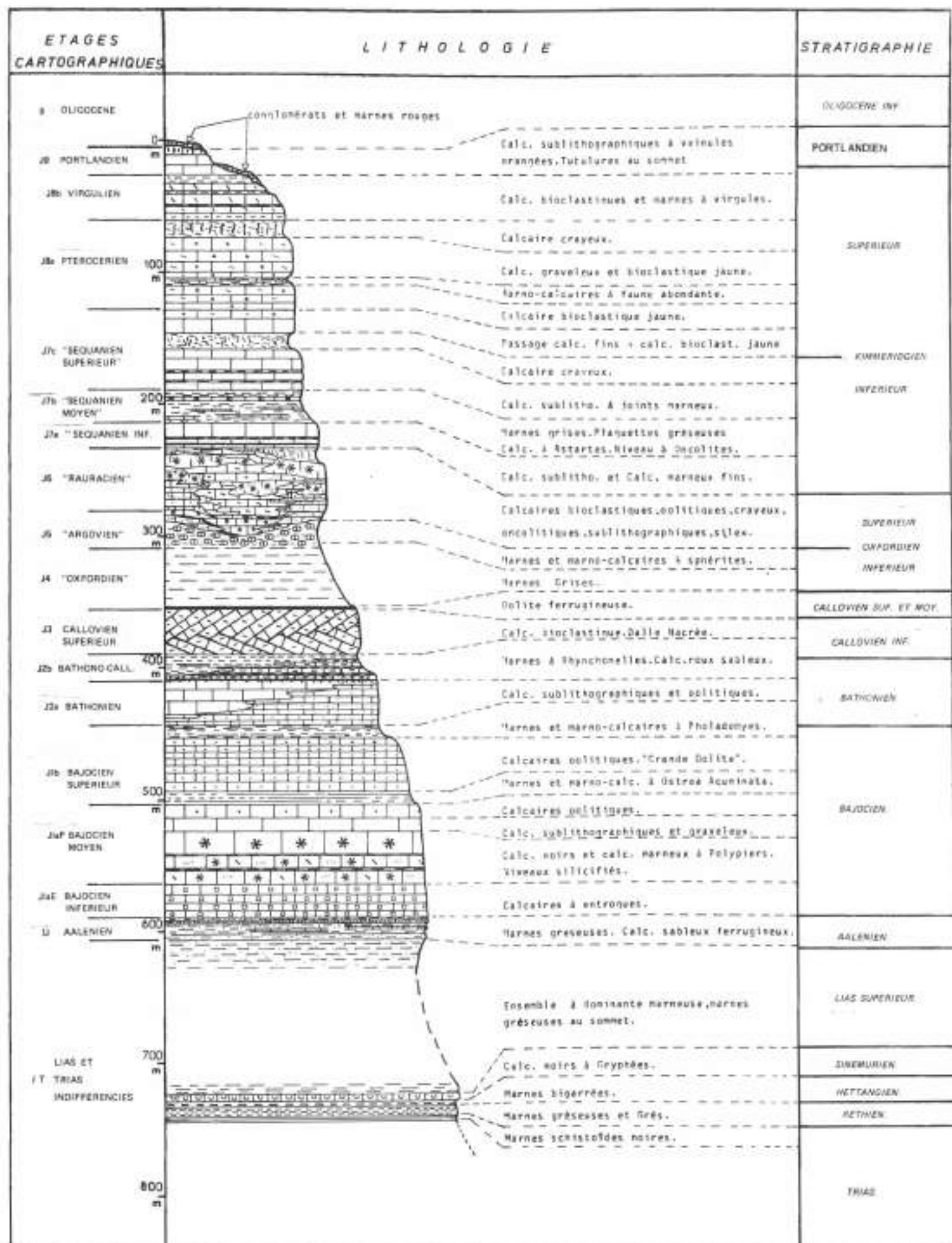
Essentiellement constitués de calcaires du Jurassique supérieur (Rauracien en particulier) ils se présentent sous forme de croissants longs de 100 à 300 m, noyés dans les éboulis ou enchassés dans les marnes sous-jacentes. Très nombreux dans le secteur de la ferme de Montaumont (Sud de Soultz-Cernay) ils se caractérisent par une désorganisation complète de leur base.

GLISSEMENTS ET COULEES MARNEUSES

Les niveaux marneux importants (Trias-Lias et Oxfordien) des flancs de la vallées présentent des phénomènes de glissement, entraînant le plus souvent les éboulis qu'ils supportent.

Une coulée marneuse importante a pour origine le Lias de Moron situé à 700 m d'altitude et vient s'arrêter dans le lit du Doubs à la côte 400 environ. Une autre coulée, moins importante, emprunte le ruisseau de la Race. Elle a pour origine l'Oxfordien situé à 100-200 m au-dessus du lit du Doubs.

FIG 15 : SERIE STRATIGRAPHIQUE-COUBE SYNTHETIQUE



CONCLUSION A LA STRATIGRAPHIE

La série stratigraphique du secteur étudié à une puissance avoisinant les 750 m (voir fig. 15). Elle est essentiellement d'âge Secondaire.

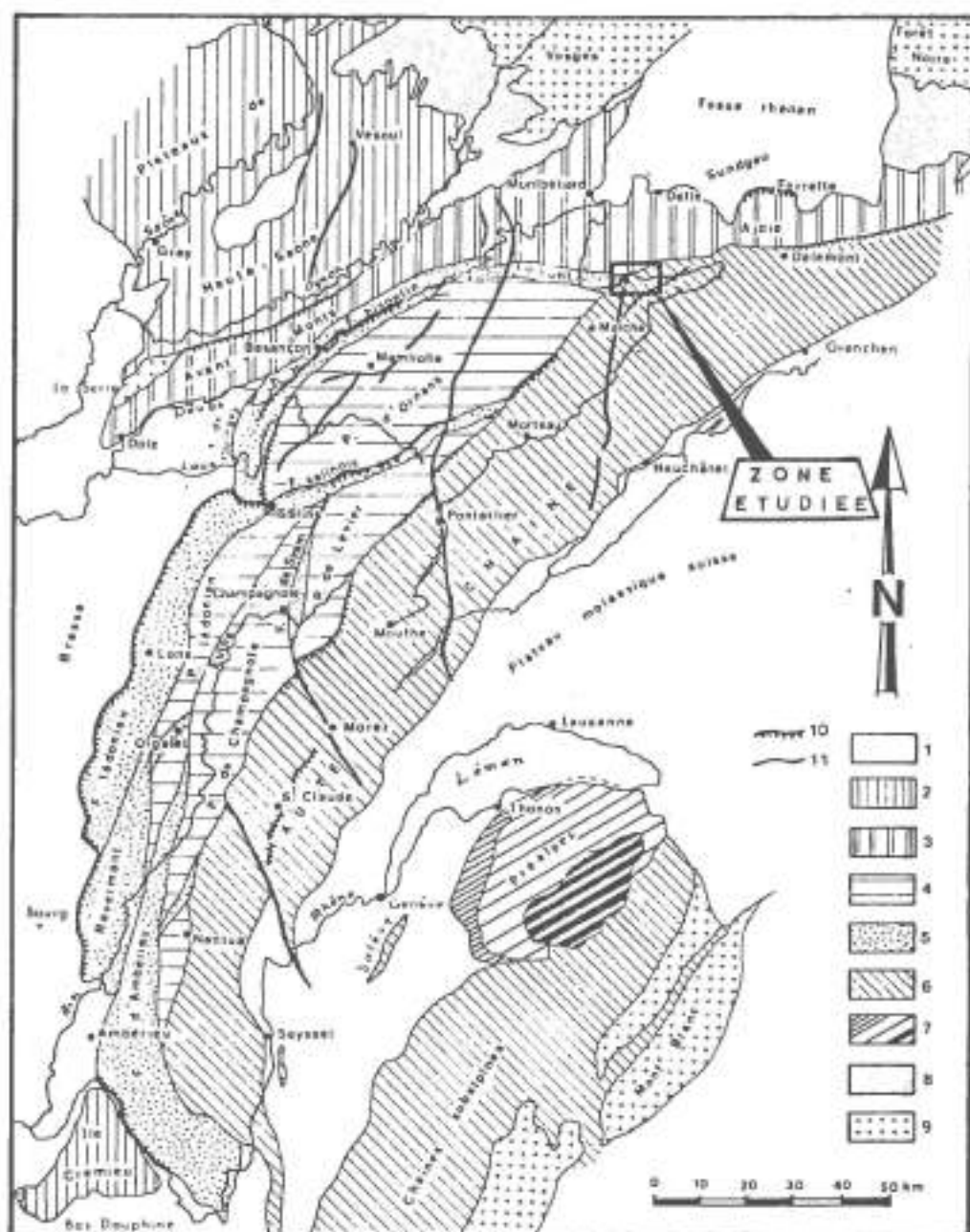
L'ensemble à dominante carbonnatée est constitué d'une alternance de couches calcaires (Bajocien-Bathonien, Callovien, Oxfordien supérieur, la presque totalité du Kimméridgien et le Portlandien) et de couches marneuses (Trias, Lias, Bathono-callovien, Oxfordien inférieur, "marnes séquaniennes" du Kimméridgien). Le Crétacé est absent, le Tertiaire peu important (conglomérats et marnes de Moron et Chevenez) a été attribué à l'Oligocène inférieur, Sannoisien. Les alluvions du Doubs sont peu importants et les flancs de la vallée sont encombrés d'éboulis, de glissements qui masquent une grande partie des affleurements.

Le choix des divisions cartographiques est fondé essentiellement sur des critères lithologiques et morphologiques. L'emploi de niveaux repères n'a pas toujours été possible.

Une zonéographie à partir des Céphalopodes n'a pu être réalisée, seuls quelques niveaux dans le Callovien et l'Oxfordien ont fourni une faune permettant de les dater avec précision.

TECTONIQUE

Fig. 16 : PLACE DE LA ZONE ETUDIEE DANS LE CADRE DE LA CHAÎNE JURASSIENNE



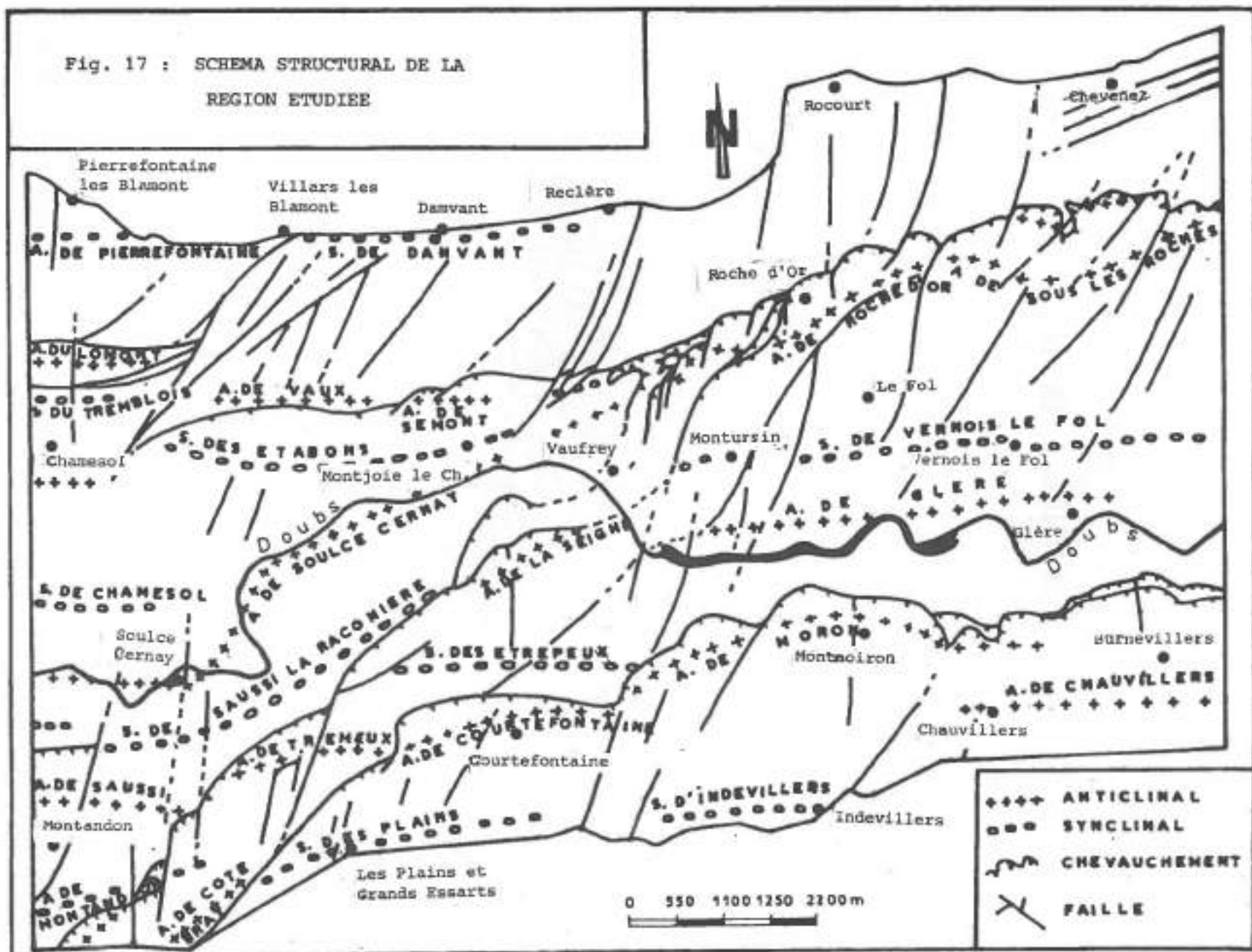
1. Dépressions tertiaires et quaternaires. - 2. Plateaux de Haute-Saône et Ile Crémieu. - 3. Avant-Monts et collines préjurassiennes. - 4. Plateaux du Jura externe. - 5. Faisceaux pliés du Jura externe. - 6. Haute-Chaine et chaînes subalpines. - 7. Préalpes. - 8. Couverture triasique des Vosges et de la Forêt-Noire. - 9. Massifs cristallins. - 10. Ligne de chevauchement. - 11. Failles.

(d'après P. CHAUVÉ, 1975)

INTRODUCTION A LA TECTONIQUE

L'étude tectonique ci-après comporte essentiellement une description structurale détaillée de la zone étudiée. Les structures sont ensuite replacées dans le cadre structural du Jura septentrional. Enfin, un essai d'interprétation de leur mise en place a été tenté.

Fig. 17 : SCHEMA STRUCTURAL DE LA
REGION ETUDIEE



DESCRIPTION STRUCTURALE

INTRODUCTION

La région étudiée est considérée, classiquement, à la rencontre de trois grands ensembles structuraux du Jura (Fig. 16) :

- le faisceau plissé du Lomont, équivalent du faisceau bisontin
- la Haute-Chafne
- les Avants-Monts et collines préjurassiennes.

Elle se caractérise par une série de plis plus ou moins serrés, dont les directions d'axes varient de Nord 45° à Nord 85°. La bordure septentrionale de plusieurs des plis anticlinaux chevauche le flanc sud des synclinaux voisins.

La description structurale est fondée sur des levés géologiques établis à l'échelle du 1/25 000°. La réalisation de coupes géologiques et d'une esquisse structurale à la base des niveaux calcaires du Callovien (Dalle Nacrée), procure de nombreux renseignements.

La vision globale de la carte géologique, des coupes et de l'esquisse structurale suggère que le secteur cartographié s'organise en zones tectoniques bien individualisées autour de lignes de dislocation marquées par des failles, des décrochements, et des variations dans les directions des axes de plis.

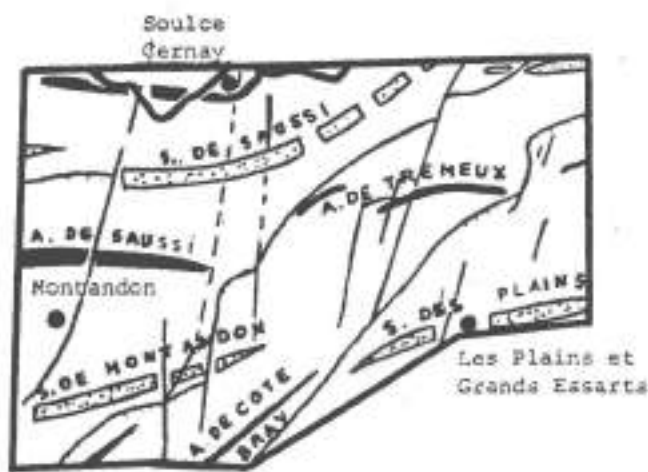
La plus importante de ces lignes de dislocations (ligne de Pont de Tremeux - La Seigne) et son prolongement vers le Nord-Est servira de limite à la description d'un secteur nord-ouest et d'un secteur sud-est. Le schéma structural (Fig. 17) donne le nom et la position des plis mentionnés au cours de cette description structurale.

LE SECTEUR NORD-OUEST

LIMITES

Il s'organise autour d'une ligne de dislocation qui, de l'Est de Montandon rejoint Villars-les-Blamont en passant par Soultz-Cernay. Sa limite orientale est matérialisée par l'accident important qui de Pont-de-Tremeux rejoint le Doubs au Sud de Vaufrey et se poursuit au-delà par les accidents de Vaufrey - Roche d'Or - Sous-les-Roches.

Fig. 18 : CARTE SIMPLIFIEE DE LA REGION DE MONTANDON - PONT DE TREMEUX



LEGENDE

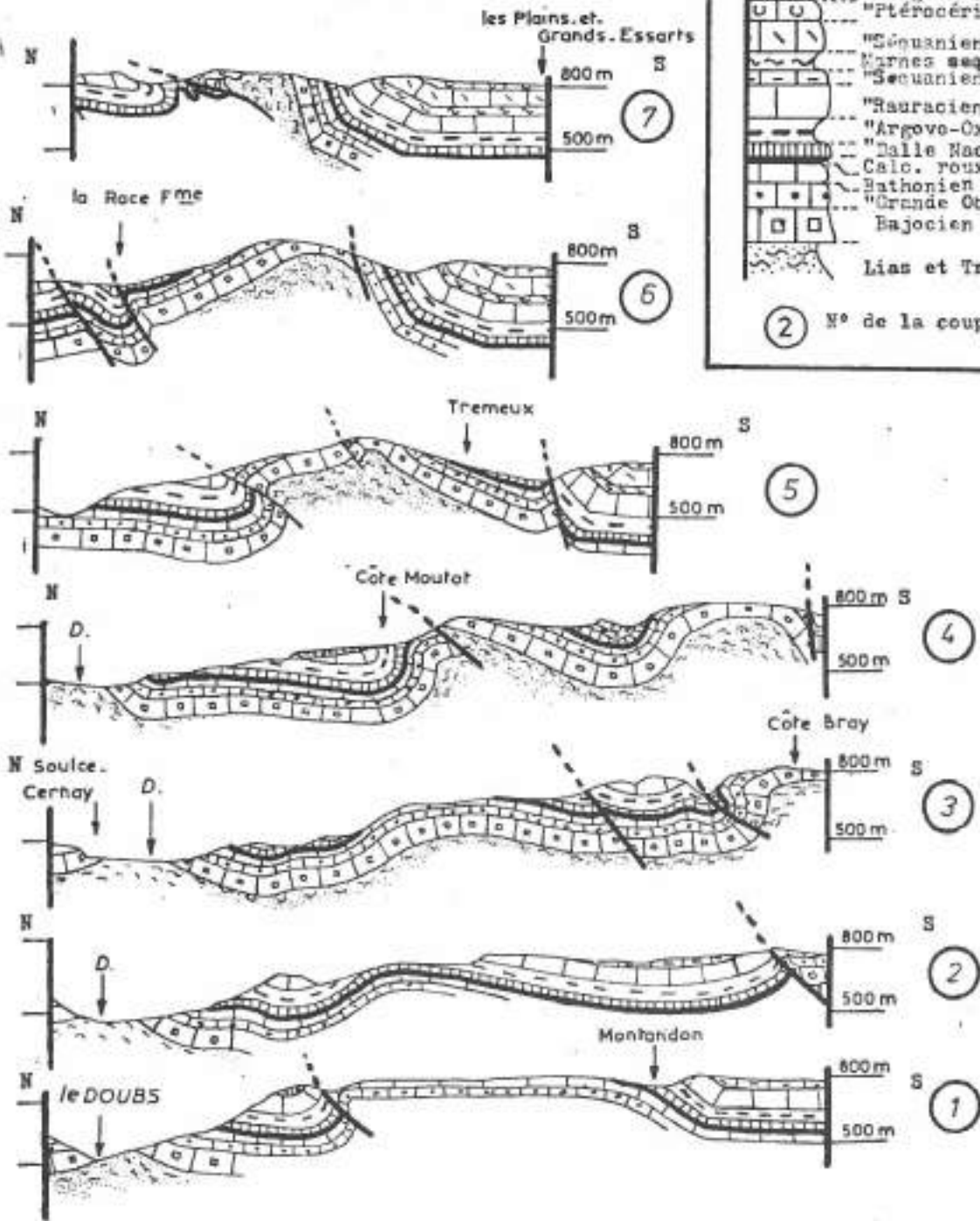
- ③ N° de Coupe.
- [Symbol: rectangle with diagonal lines] Eboulis et Recouvrement.
- [Symbol: rectangle with horizontal wavy lines] Alluvions.
- [Symbol: rectangle with horizontal lines] Tertiaire.
- [Symbol: rectangle with vertical lines] Jurassique Supérieur.
- [Symbol: rectangle with horizontal dashed lines] Marnes oxfordiennes.
- [Symbol: rectangle with vertical dashed lines] Jurassique moyen.
- [Symbol: rectangle with horizontal dashed lines] Lias et Trias.
- [Symbol: wavy line] Accidents.
- [Symbol: Y-shaped line] Pendage.

Fig. 19 : COUPES DANS LA REGION DE MONTANDON

LEGENDE

Oligocène	
(diagonal lines /)	Fortlandien
(diagonal lines \)	"Virgalien"
(horizontal lines)	"Pterocérien"
(vertical lines)	"Séquanien Sup."
(stippled)	Marnes seq.
(horizontal lines -)	"Séquanien Inf."
(dotted)	"Rauracien"
(horizontal lines +)	"Argovo-Oxford."
(vertical lines +)	"Belle Nacrée"
(horizontal lines ·)	Calc. roux.
(stippled ·)	Bathonien
(stippled ·)	"Grande Oolite"
(stippled ·)	Bajocien inf.
(stippled ·)	Lias et Trias

(2) N° de la coupe.



0 250 500 750 1000 m 2000 m

LA PARTIE SUD (Fig. 18 et 19)

LES PLIS

- *Synclinal de Montandon* : Synclinal très large à coeur de Séquanien, il se resserre fortement en direction de Tremeux où il constitue un synclinal perché à coeur Rauracien. Il est traversé par les failles méridiennes de la zone du Pont de Tremeux et disparaît à l'approche des feuilles de Tremeux.

- *Anticlinal de la Cote Bray* : de direction N 45, il est limité au SE par l'accident de la Combe Bia ; il s'agit d'une structure peu coffrée dont le flanc Sud est très redressé (pendages à 60° et verticaux). Il s'ennoie rapidement près de Tremeux au niveau de la Dalle Nacrée.

- *Anticlinal de Saussi* : de direction N 90, il est divisé en deux parties par la faille de Montandon de direction N 15. Son flanc Nord, à l'inverse de tous les autres anticlinaux est redressé à la verticale. Son flanc Sud penté à 10° constitue la bordure Nord du synclinal de Montandon. Il disparaît à l'Est sous l'anticlinal chevauchant de Tremeux. A l'Ouest, au-delà de la faille de Montandon, il vient chevaucher le synclinal de Saussi.

- *Synclinal de Saussi* : il s'agit d'un étroit synclinal à coeur Rauracien perché de direction N 90. Il est le raccord logique entre l'anticlinal de Soultz Cernay et celui de Saussi ; il se poursuit plus à l'Est suivant un axe de direction N 40, après le passage des failles supposées qui s'inscrivent dans la direction de celles du Pont de Tremeux.

- *Anticlinal de Tremeux* : limité à l'Ouest par la zone faillée du Pont de Tremeux, il se développe vers l'Est suivant une direction N 60 puis N 80. Le Dogger qui en forme l'ossature est régulièrement voûté. Il est affecté lui aussi de failles méridiennes et sa bordure septentrionale est chevauchante sur le synclinal de Saussi.

LES FAILLES

La zone de Montandon-Tremeux est parcourue de failles verticales dont les directions varient de Nord 0 à N 20. C'est aussi dans ce secteur que débute la zone tectonique de Tremeux-la-Seigne étudiée ultérieurement.

- *La faille de Montandon* : de direction N 15, elle sépare deux compartiments au nombre de plis identiques mais de géométrie différente aussi elle peut être considérée comme un décrochement. L'évolution différente des compartiments qu'elle délimite suggère une présence antérieure à la mise en place des plis. Les variations du rejet (0 à 300 m) sont directement liées à la différenciation géométrique des plis des compartiments Ouest et Est. Cependant, globalement, le panneau Ouest est relevé par rapport au panneau Est.

- *La zone faillée du Pont-de-Tremeux* : Une série de failles de direction subméridienne (N 10 à N 20) délimite des compartiments de Bajocien qui est ainsi relevé de 150 m environ d'Ouest en Est. La présence de stries subverticales (plongement moyen de 70° vers le Sud) et de stries horizontales sur les surfaces gauffrées des miroirs de failles prouve que cette zone à jeu vertical apparent a aussi joué en décrochement.

- *Les failles de Tremeux* : la faille orientale qui est la plus importante semble prolonger la faille de la Combe Bia et décroche l'accident de Pont-de-Tremeux-la-Seigne. Son rejet, peu important, n'excède pas 50 m.

- *La faille de la Combe Bia* est une faille subverticale de direction N 40 ; elle met en contact les termes du Jurassique supérieur du synclinal des Plains et Grands Essarts et le Bajocien de l'anticlinal de Cote Bray. Cette position particulière suggère qu'elle est l'expression d'un déplacement horizontal vers le Nord-Est des couches de la bordure occidentale du synclinal des Plains, combiné à un mouvement en compression responsable du plissement et de l'allure inverse de cette faille. La présence au Sud-Ouest du secteur cartographié, le long de cet accident, d'une pincée de Bathonien renforce cette hypothèse. Le mouvement décrochant semble se poursuivre plus au Nord par l'intermédiaire de la faille orientale de Tremeux tandis que le mouvement chevauchant et plicatif (allure inverse de la faille et plis) se poursuivrait en direction de l'anticlinal chevauchant de Courtefontaine (cf p. 72).

L'ANTICLINAL DE SOULCE-CERNAY

Situé au niveau de la vallée du Doubs, il s'agit d'une structure relativement simple.

Entaillé jusqu'au Lias voir jusqu'au Trias dans la région de Soultz-Cernay (FOURNIER, 1919), il se présente comme un pli simple légèrement dissymétrique (flanc Sud penté à 20°, flanc Nord à 10°). Son axe présente des variations de direction : orienté suivant une direction N 85 à l'Ouest de Soultz-Cernay il se redresse à N 40 entre Soultz et le barrage de Gros-Bois pour prendre ensuite une orientation N 65 qui se suit jusqu'aux failles de Vaufrey. Ses changements d'orientation lui procure une allure sygmoïde. Le premier changement de direction axiale est souligné par la présence de petites failles subméridiennes. Ces phénomènes tectoniques se situent au Nord des failles du Pont-de-Tremeux et sur le même méridien.

LA PARTIE NORD

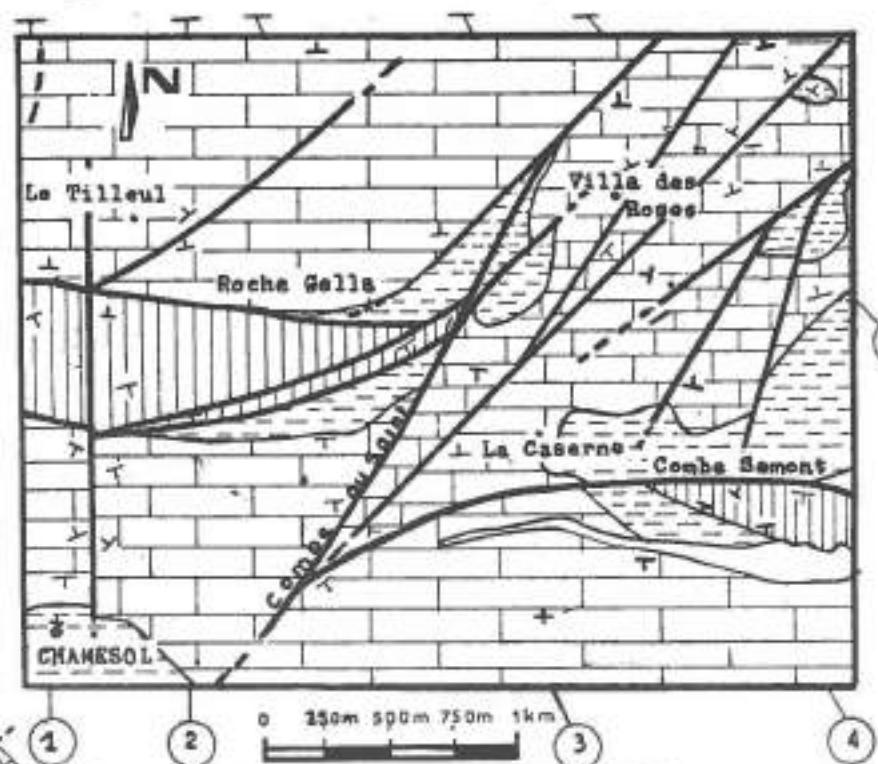
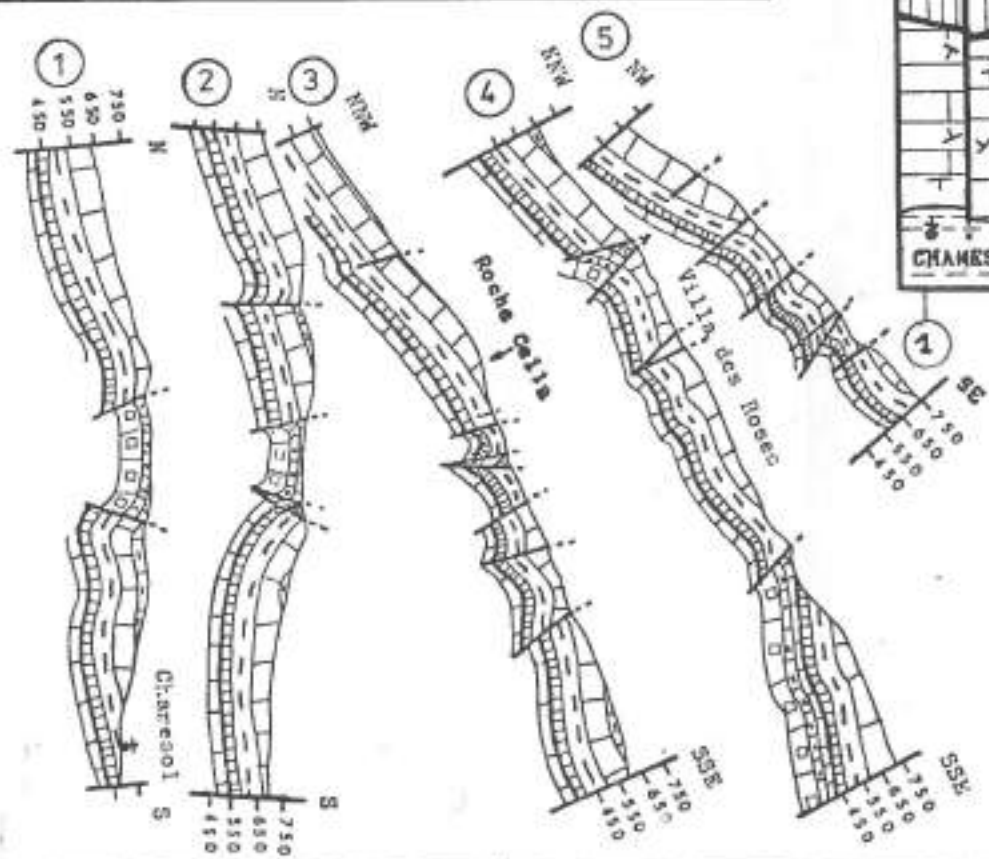
AIRE SYNCLINALE DE CHAMESOL-LES-ETABONS

Suite logique à l'anticlinal de la vallée du Doubs ou anticlinal de Soultz-Cernay, il s'agit principalement d'un vaste synclinal à coeur Rauracien dont la bordure Nord se redresse au contact de l'anticlinal du Lomont, après avoir réalisé une petite voûte anticlinale (anticlinal de Chamesol) qui fait apparaître l'Oxfordien.

Plus à l'Est, cette structure est réduite au seul synclinal perché des Etavons à coeur Rauracien, qui disparaît au contact de la zone

Fig 20 : CARTE ET COUPES DE LA REGION DU LOMONT ET DE LA ZONE FAILLEE DE LA VILLA DES ROSES.

(Légende : voir Fig. 18 et 19)



de Vaufrey. Ce changement d'allure placé au Nord de la zone faillée de Montandon - Pont-de-Tremeux s'accompagne de petites failles subméridiennes (Nord du Sapoi) et s'inscrit dans la direction correspondant au premier changement d'orientation de l'anticlinal de Soultz-Cernay.

LE LOMONT ET LA ZONE FAILLÉE DE LA VILLA DES ROSES (Fig. 20)

- *Anticlinale du Lomont* : il s'agit d'un anticlinal symétrique, légèrement coffré de direction Ouest-Est. Il est bordé au Nord comme au Sud de failles inverses et s'ennoie vers l'Est où il disparaît au contact d'une faille appartenant à la zone de la Villa des Roses. Cette disparition s'accompagne d'une légère torsion de l'axe du plis et des failles bordières. Un petit accident parfaitement méridien et qui recoupe l'ensemble des structures, rehausse le compartiment Ouest d'une cinquantaine de mètres.

Au Sud, une lame de Callovien (Dalle Nacrée) subverticale, coïncée entre deux failles représente le flanc Sud laminé de l'anticlinal ; elle rappelle les complications du Lomont décrites par LAFFLY (1973) dans la région du Trou de la Fiautre et au niveau du forage de Vellerot-les-Belvoir.

L'accident Nord met en contact, à l'Ouest, le Rauracien calcaire du synclinal de Pierrefontaine et le Bajocien de l'anticlinal (rejet de 200 m environ) ; à l'Est, il rejoint l'accident Sud avant de s'interrompre (rejet de 50 m environ) et met en contact les marnes à Rhynchonelles et l'Oxfordien marneux. Les accidents qui limitent l'anticlinal au Sud, présentent des caractéristiques identiques.

- *la zone faillée de la Villa des Roses* : un grand nombre de failles occupe cette région mais la plus importante est une grande faille qui naît à la Combe au Saint et se dirige vers le Nord. Orientée N 30, elle limite à l'Est l'anticlinal du Lomont et ses bordures faillées. A son contact naît aussi la faille inverse de Combe Semont qui, de la Combe au Saint rejoint la zone tectonique de Vaufrey. Elle limite donc deux aires structurales différentes. Son rejet vertical est peu important (50 m maximum) et la différenciation des aires structurales qu'elle délimite amène à supposer son antériorité à la mise en place structurale des zones qu'elle permet de définir (Lomont et Combe Semont) et son fonctionnement tardif en décrochement.

Les autres failles sont nombreuses mais leur rejet est peu important, et leur direction variable : N 30 à l'Ouest, N 60 à l'Est ; le passage d'une direction à l'autre étant progressif. Elles délimitent des panneaux ondulés de Rauracien orientés SW-NE et parfois l'Oxfordien affleure. Les petits anticlinaux ainsi réalisés se caractérisent aussi par un changement de direction de leur axe d'Ouest en Est (N 60 puis N 85).

L'ACCIDENT DE COMBE SEMONT ET LES ANTICLINAUX DE VAUX ET DE SEMONT

Un accident de direction sensiblement Ouest-Est, identique à celle des failles bordières du Lomont, débute au contact de la faille de la Combe au Saint et rejoint vers l'Est la zone tectonique complexe de Vaufrey. Il affecte une zone anticlinale particulière composée de deux demi-anticlinaux (anticlinal de Vaux et anticlinal de Semont).

- *La Faille* : au contact de la faille de la Combe au Saint, la bordure septentrionale du synclinal des Etavons se déchire et se redresse à la verticale pour mettre en contact le Callovien, au Sud, et la "Grande Oolite" au Nord. Cette faille est une faille inverse mais, son plan est voilé et, légèrement penté vers le Sud, à l'Ouest, il se redresse à l'Est avant d'être légèrement déplacé vers le Nord par deux petits accidents décrochants N 40 ; ainsi, son rejet varie de 0 à 100 m.

- *Anticlinal de Combe de Vaux* : situé au Nord de la faille cette structure à coeur Oxfordien puis Callovien est peu marquée. Très nette au droit de la Ferme de la Caserne, au contact de la faille de Combe au Saint, elle bute et s'ennoie à l'Est contre l'accident de Combe Semont tandis que son flanc sud disparaît. A l'Ouest le relèvement de la voûte anticlinale accompagne le jeu des failles de la Villa des Roses.

- *Anticlinal de Semont* : à l'inverse de l'anticlinal précédent, il est très nettement visible à l'Est (Ravin de Montjoie le Château) et représente une portion du compartiment Sud. Les coupes montrent qu'il s'agit d'un anticlinal dont le flanc Nord est peu penté tandis que le flanc Sud présente de nombreuses ondulations.

- *La carte structurale* fait apparaître une correspondance des axes des deux anticlinaux de part et d'autre de la faille. Cette concordance coïncide avec la présence des petites failles décrochantes N 40.

Ces mouvements décrochants sont confirmés par la présence de microplis affectants le Callovien (Est du ravin de Montjoie) dont les axes ont une direction perpendiculaire à la grande faille (N 135 plongement Sud de 15°).

LES SYNCLINAUX SEPTENTRIONAUX

Au Nord de l'anticlinal du Lomont et de l'aire anticlinale de Semont se dessinent deux synclinaux séparés par les failles de la Villa des Roses.

- *Synclinal de Pierrefontaine Les Blamont* : vaste structure de Jurassique supérieur, son axe s'abaisse légèrement vers l'Est. Son flanc sud penté à 20° bute contre l'anticlinal du Lomont ; son flanc Nord se rattache au plateau de Blamont.

Synclinal de Damvant : il poursuit plus à l'Est le synclinal précédent, au delà de la zone faillée de la Villa des Roses. Il présente comme lui un abaissement axial vers l'Est. Il est dissymétrique : son flanc Sud peu penté (15° en moyenne) se raccorde à l'anticlinal de Vaux, les couches de son flanc Nord remontent à 30° environ pour réaliser la voûte anticlinale au pli Damvant - Rocourt.

LES FAILLES SUBMÉRIDIENNES DES DOUANES DE RECLÈRE :

Ce sont des failles subméridiennes verticales qui traversent l'ensemble des structures pour disparaître sous le recouvrement du Val de Reclère. Elles délimitent deux secteurs de forme structurale différente (le synclinal de Damvant et la zone de Reclère-Chevèze) et, à l'image des failles de Montandon et Combe au Saint semblent avoir préexistées à la mise en place définitive des structures.

LA ZONE STRUCTURALE DE RECLÈRE-CHEVÈZE

A l'Est de la série de failles subméridiennes des Douanes de Reclère, le secteur est occupé par le Jurassique supérieur dont les couches pendent (15°) vers le Sud et acquièrent une direction N 45 entre le méridien de Reclère et celui de Rocourt. Plus à l'Est, à l'image de l'ensemble des structures elles prennent une direction N 85.

Des failles orientées NS découpent ce secteur. Les stries horizontales que portent un miroir de faille visible à l'Ouest de Rocourt indique qu'elles ont joué en décrochement.

A l'exemple de l'aire synclinale de Vernois le Fol, les couches qui affleurent sont de plus en plus récentes de l'Ouest vers l'Est (Rauracien près des douanes de Reclère ; Portlandien et même Oligocène au Nord de Chevèze) marquant ainsi un abaissement de la structure d'Ouest en Est.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DU SECTEUR NORD-OUEST

Ce secteur limité au Sud-Est par la zone tectonique de Pont-de-Tremeux - La Seigne et son prolongement (accident de Vaufrey-Roche d'Or - Sous les Roches) contre laquelle l'ensemble des structures vient buter, se caractérise par le changement de formes ou de direction de ces mêmes structures au droit d'une ligne subméridienne qui s'étend de l'Est de Montandon à Villars les Blamont, soulignée par de nombreuses failles.

Les structures situées à l'Ouest de cette ligne sont pour la plupart des plis plus ou moins serrés orientés suivant une direction Ouest-Est. Au delà de la ligne, certaines structures (anticlinal du Lomont, anticlinal du Saussi) disparaissent et sont remplacées par des structures équivalentes mais plus complexe (replis de la Villa des Roses et zone de Combe Semont ; anticlinal de Tremeux). D'autres présentent une torsion très importante de leur axe (anticlinal de Soultz-Cernay ; synclinal de Saussi). Enfin, plusieurs plis se ressèrent (synclinal de Montandon, aire synclinale de Chamesol les Etavons).

Les failles qui accompagnent ces phénomènes ont une direction variant de N 10 à N 60 et, bien regroupées au Sud ou leur orientation est N 10-20, elles se dispersent au Nord et s'orientent suivant une direction N 30-60. Certaines d'entre elles se sont comportées comme des décrochements (faille de Montandon - faille principale de la Villa des Roses), et seul leur antériorité à la mise en place définitive des structures peut expliquer l'évolution différente des panneaux Ouest et Est qu'elles délimitent.

Les failles du Pont-de-Tremeux dont le rejet vertical est important ont aussi joué en décrochement.

Les autres failles sont en général des failles peu importantes et correspondent à de simples réajustements.

Enfin, l'ensemble des structures situées à l'Ouest de ce couloir tectonique est rehaussé par rapport au secteur Est.

Les accidents inverses qui limitent l'anticlinal du Lomont correspondent à une rupture des charnières anticlinales du plis ; leur déformation (torsion) au contact de l'accident principal du système de la Villa des Roses impliquent leur antériorité au jeu décrochant de cet accident.

L'accident de la Combe Semont est une faille inverse ayant subi une déformation tardive (voilage et jeu décrochant), elle semble contemporaine des failles bordières du Lomont.

Enfin, l'aire synclinale, située au Nord du Lomont, traversée par la faille principale de la Villa des Roses se prolonge vers l'Est jusqu'au abords des failles méridiennes de Reclère. Au-delà, la région est occupée par une série monoclinale pentée vers le Sud et découpée par des failles essentiellement décrochantes.

LE SECTEUR SUD-EST

LIMITES

Situé à l'Est du précédent, il débute avec la ligne de contact anormal qui s'étend du Sud-Est de Montandon et se dirige vers Vaufrey puis Roche d'Or. Le secteur ainsi délimité comporte plusieurs unités qui se juxtaposent et se relaient.

ZONE SUD

LA ZONE TECTONIQUE DE PONT DE TREMEUX-LA SEIGNE

Des failles méridiennes du Pont de Tremeux au Sud de Vaufrey (Roche à Canon), se situe une zone de dislocation particulière.

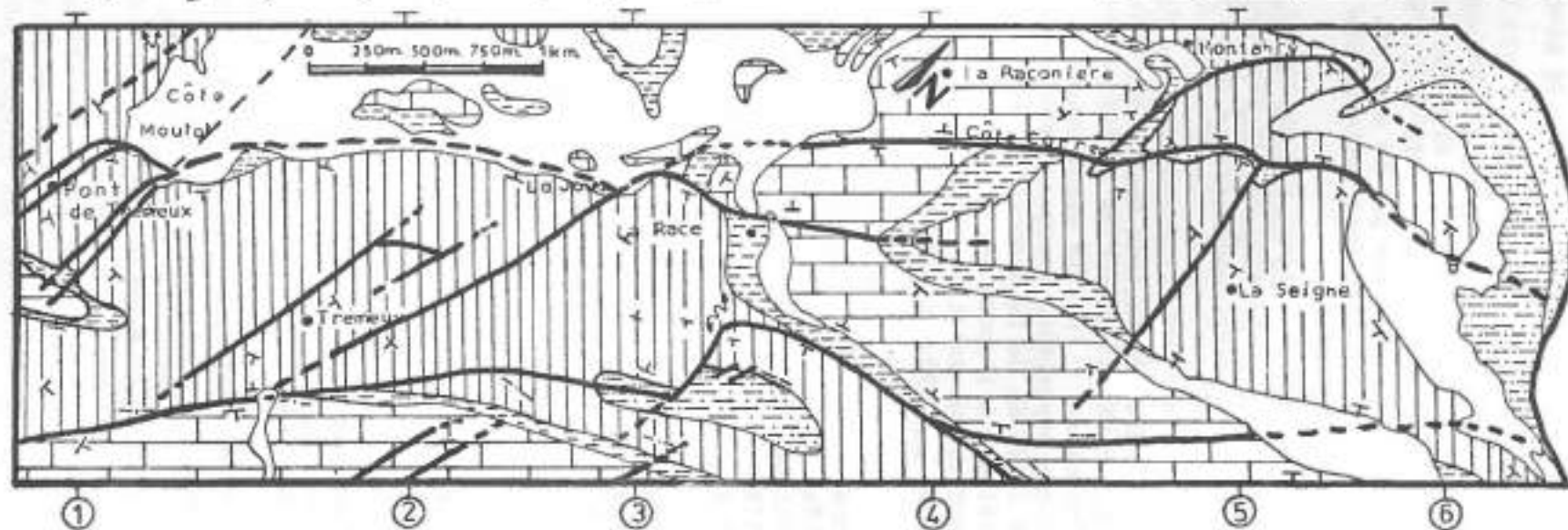
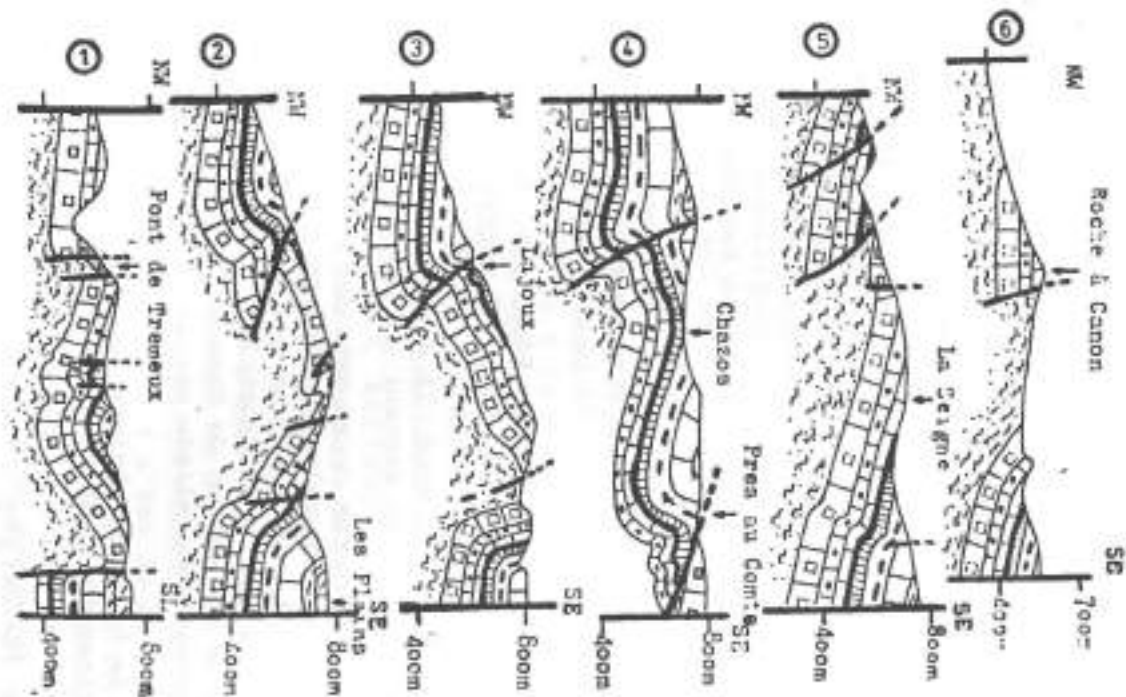
Allongée du Sud-Ouest au Nord-Est, elle est caractérisée par une grande faille inverse parfois chevauchante mettant en contact des structures de formes et de directions différentes.

Elle permet de distinguer un compartiment inférieur et un compartiment supérieur.

La faille ou accident de Côte Moutot - Côte Carrée : c'est une grande faille inverse, bien exprimée mais masquée entre la Côte Moutot et la ferme de Lajoux où elle semble relativement proche de l'horizontale ; elle se redresse (70° vers le SE) après le passage de la faille principale de Tremeux qui la décale vers le NW ; elle s'abaisse à nouveau vers l'horizontale aux abords du ravin de Côte Carrée ; à la Roche à Canon, le calcaire à gryphées du compartiment supérieur vient butter contre le Bajocien du compartiment inférieur montrant ainsi que l'accident est à nouveau subvertical.

Fig. 21 : LA ZONE TECTONIQUE DE
PONT DE TREMEUX
LA SEIGNE

(Légende : voir Fig. 18 et 19)



Son rejet est variable : de 250 m au SW il diminue (50 m) à la ferme de la Race pour devenir de plus en plus important au NE (150 m à la Côte Carrée).

- *L'accident de Montabry* : Cette faille très nette à la ferme de Montabry est inverse ; elle met en contact à cet endroit le calcaire sublitographique du Bathonien et la "Dalle Nacrée" du Callovien. Son rejet nul à la Côte Carrée n'excède pas 50 m au NE. Elle naît à la Côte Carrée, en avant de l'accident principal. Elle semble donc correspondre à un dédoublement de cette structure.

La continuité de ces accidents en direction de la vallée du Doubs et leur prolongement sur la rive droite du Doubs (région de Vaufrey) seront démontrés ultérieurement. (cf. p. 79).

- *Le compartiment inférieur* : il correspond à l'ensemble des structures du secteur Nord-Ouest dont les plis présentent un changement de direction au contact de la faille. En particulier, le synclinal de Saussi-la Raconnière est le mieux conservé de ces plis. Ce grand synclinal de Jurassique supérieur, recouvert d'éboulis vers la ferme de Montaumont, est visible à la ferme de la Raconnière. Son axe orienté SW-NE est rigoureusement parallèle à l'accident. L'axe de ce pli, considéré depuis son origine (Le Saussi) montre lui aussi un changement net de direction au droit du méridien de Soultz-Cernay (N 90 puis N 45).

- *Le compartiment supérieur* : il est plus complexe et présente une succession de plis et d'accidents orientés N 60 en bordure de l'accident de Côte Moutot - Côte Carrée et qui acquièrent une direction N 80 lorsqu'on s'en éloigne vers l'Est. Ces plis et ces accidents se poursuivent encore plus à l'Est par d'autres plis et chevauchements qui montrent des complications dues à l'influence d'une ligne tectonique subméridienne (ligne de la Ferrière).

. *Anticlinal de Tremeux* : appartenant aussi au secteur Ouest, il est le premier plis de la zone Tremeux-La Seigne ; rehaussé par rapport à l'anticlinal de Saussi, son axe présente une torsion très nette (N 45 près des failles du Pont de Tremeux, il est à N 80 plus à l'Est). Il disparaît sous l'anticlinal de Courtefontaine.

Son rattachement direct à une structure identique, déjà décrite et appartenant au secteur Ouest est tentante ; en effet, il pourrait être considéré comme l'équivalent de l'anticlinal de Saussi (cf p. 63) dont il serait la continuité, rehaussé et gauchi vers le Nord. Il s'inscrirait alors dans la série des plis sigmoïdes de l'ensemble du secteur nord-ouest.

. *Le synclinal des Etrepeux* : ce synclinal s'allonge suivant une direction N 85 et s'abaisse structuralement d'Ouest en Est. Il apparaît à l'Est de la ferme de la Race. Il est chevauché au Sud par l'anticlinal de Courtefontaine et disparaît à l'Est sous l'anticlinal chevauchant de Moron. La torsion d'axe au contact de l'accident de Tremeux - La Seigne est remplacée par une rupture des couches matérialisée par la faille de la Race.

La faille NW-SE qui le traverse abaisse le compartiment Est d'environ 50 m. Elle se poursuit en direction du Nord où elle limite "l'anticlinal" de la Seigne.

. *"L'anticlinal" de la Seigne* : le terme d'anticlinal s'applique ici à un vaste panneau de Jurassique moyen appartenant au flanc septentrional de synclinal des Etrepeux penté vers le SSE et qui se ploie fortement en liaison avec les failles du Bois de la Seigne et de Côte Breseux.

Cependant, une charnière anticlinale est visible à la ferme Chazos dans les niveaux Callovien qui pendent de part et d'autre d'environ 15°

. L'anticlinal de la Côte Bray (cf. p. 63) et l'accident de Combe Bia : de part leur allure particulière et leur direction appartiennent aussi à cette zone tectonique de Pont de Tremeux - La Seigne. Il en est de même des structures chevauchantes visibles au Sud-Est de Montandon.

LE SYNCLINAL DES PLAINS :

Cette structure, qui ne se trouve pas au contact de la faille de Côte Moutot - Côte Carrée, possède toutefois une allure identique aux plis qui la borde. En effet, c'est un synclinal à coeur kimméridgien, en forme d'auge. Son axe, de direction N 50 au contact de la faille de la Combe Bia de même direction que l'accident de Côte Moutot - Côte Carrée, prend une direction N 85 au Sud de Courtefontaine. Il bute contre la zone faillée de la Mine - Moron où sa terminaison périclinale orientale est très redressée.

LE PROLONGEMENT EST DES STRUCTURES DU COMPARTIMENT SUPERIEUR DE LA ZONE TECTONIQUE DE PONT DE TREMEUX - LA SEIGNE

- La zone anticlinale de Courtefontaine - Moron. (Fig. 22)

. L'anticlinal de Courtefontaine : son axe de direction N 75 s'abaisse depuis les Prés de Villars, où affleure le Lias, vers l'Est (Près de Crotot) où affleure le Bajocien. Coffrée à l'Ouest, sa voussure s'arrondit à l'Est tandis que son flanc Nord disparaît.

. L'anticlinal de Moron : équivalent du pli précédent, il est orienté suivant une direction N 60 au droit du couloir tectonique délimité par les failles de la Mine-Moron. Au delà de la dernière faille de ce secteur, il retrouve une direction N 85. Sa structure, non coffrée, ouverte jusqu'au Lias se referme à l'Ouest en terminaison périclinale et se raccorde à l'anticlinal de Courtefontaine par simple torsion des couches. Plus à l'Est, il s'ennoie à la Côte des Nonnes.

Il apparaît ainsi réhaussé structurellement par rapport à l'anticlinal de Courtefontaine et son orientation particulière confère à l'ensemble une allure sigmoïde.

Cet anticlinal est chevauchant sur le synclinal des Etrepeux.

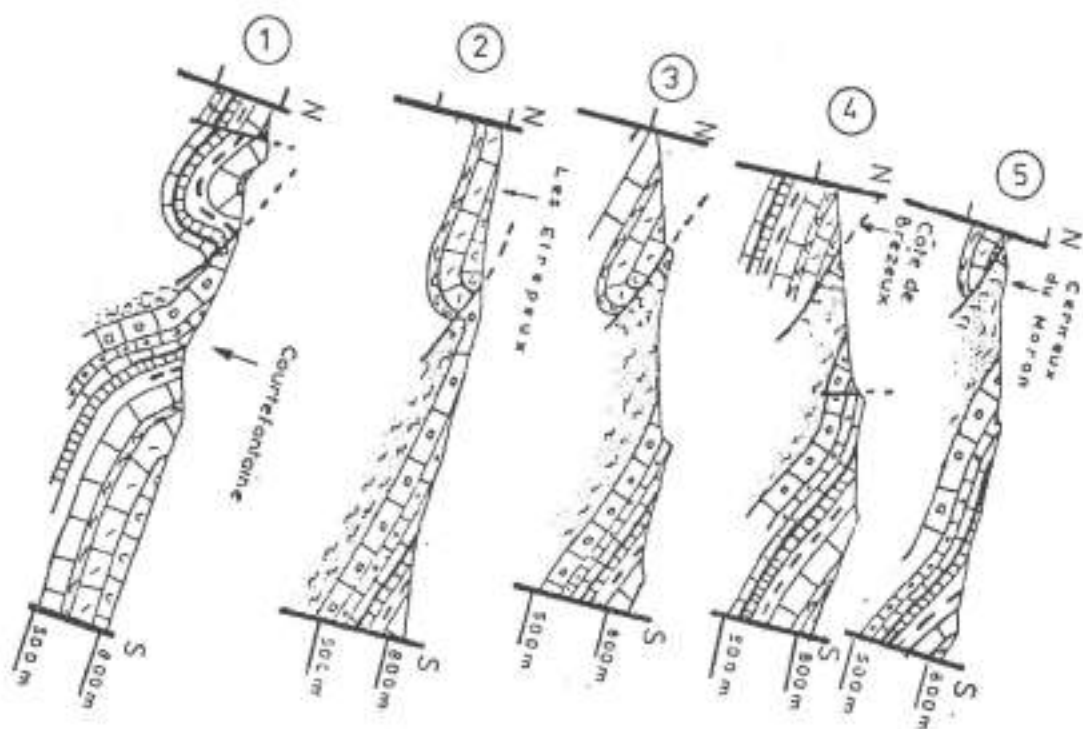
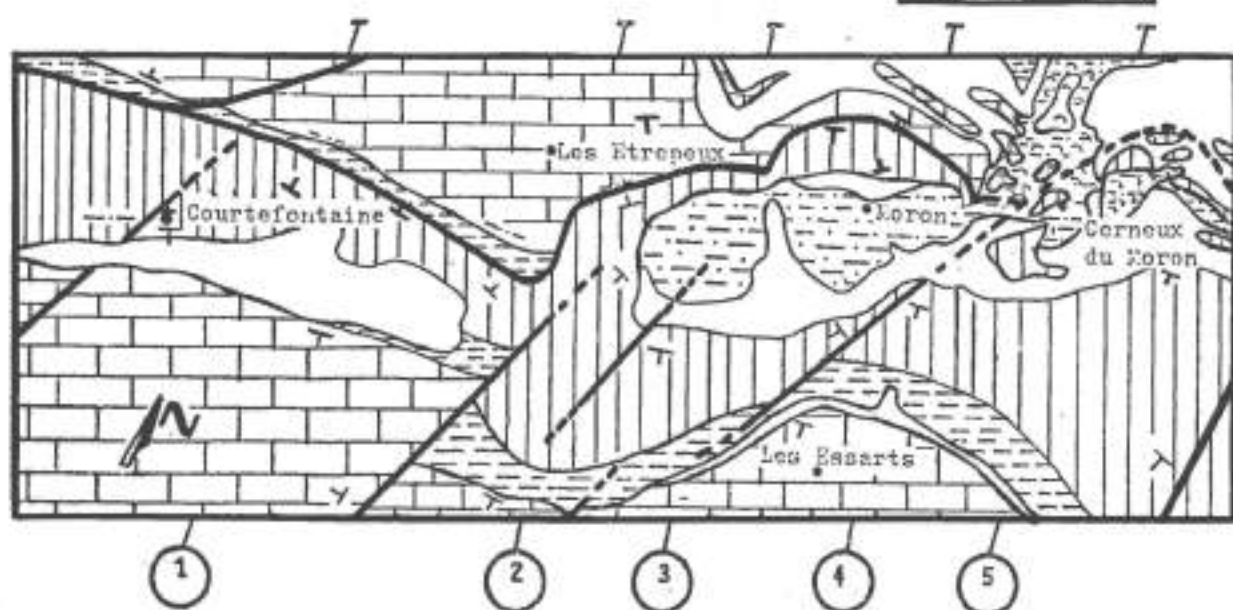
. L'accident chevauchant du Prés au Comte - Moron : Accident frontal des structures anticlinales de Courtefontaine et de Moron, il naît au près de Villars (Ouest de Courtefontaine) le long d'un accident méridien vertical. Le Callovien chevauché et microplissé du Sud de la ferme de la Race disparaît bientôt sous l'anticlinal de Courtefontaine tandis que se redresse à la verticale les couches du Jurassique Supérieur du synclinal des Etrepeux. Il apparaît alors comme l'équivalent oriental de l'accident de Combe Bia.

Au Sud et à l'Est de la ferme des Etrepeux, entre la trace actuelle du chevauchement et la ferme se trouve une surface plane, couverte par endroits d'une brèche d'origine tectonique épaisse de 0,50 à 1 m. L'allure plane de cette surface et la présence de brèche tectonique prouvent que le chevauchement recouvrait cette zone avant que l'érosion dégage le flanc Nord de l'anticlinal de Courtefontaine. Cet accident se poursuit au delà de la zone tectonique de la Mine Moron par la zone chevauchante de Montnoiron-Côte du Droit.



Fig. 22 : LA ZONE ANTICLINALE
DE COURTEFONTAINE - MORON

(Légende : voir Fig. 18 et 19)



Les failles de la Mine-Moron : de direction N 20 à N 30 elles délimitent un couloir tectonique où se place la structure remarquable de l'anticlinal de Moron mais aussi contre lequel viennent buter d'autres structures (anticlinal de Courtefontaine, synclinaux des Plains et d'Indevillers). Elles sont le prolongement d'un élément structural bien développé plus au Sud et connu sous le nom de "Ligne de la Ferrière".

. La faille occidentale : elle sépare deux structures distinctes : à l'Ouest la terminaison périclinale redressée du synclinal des Plains, à l'Est la retombée méridionale de l'anticlinal de Moron. Le rejet ainsi créé n'excède pas 50 m.

. La faille orientale : est un décrochement sénestre qui naît par étirement des couches oxfordiennes du versant Sud de l'anticlinal de Moron. Son développement atteint 250 m. Il relaie vers le Nord une faille subméridienne au comportement identique à celui de la faille occidentale.

LE SYNCLINAL D'INDEVILLERS ET LA ZONE TECTONIQUE DE MONTNOIRON CÔTE DU DROIT

Ces structures prolongent vers l'Est les éléments décrits précédemment.

- *Le synclinal d'Indevillers* : la limite cartographique coupe cette structure mais, il est visible que son axe de direction N 85 se situe vers Indevillers. Sa terminaison périclinale, occidentale, à l'image de celle orientale du synclinal des Plains bute contre la zone faillée de la Mine-Moron.

- *La zone tectonique Montnoiron - Côte du Droit* (fig. 23) Au delà de Montnoiron, à l'Est, l'accident chevauchant, équivalent est de celui du près au Conte-Moron (cf. p. 72) est bien visible. La bordure septentrionale de l'anticlinal de Chauvillers se complique, tandis que l'anticlinal de Moron disparaît.

. L'anticlinal de Chauvillers : structure bien individualisée à coeur de "Grande Oolite", il est le type même du pli coffré dissymétrique. Son flanc Sud, subvertical, se ploie pour former une surface plane légèrement ondulée, inclinée vers le Nord. Le flanc Nord, compliqué de nombreux replis se déverse et s'écaille. Cet anticlinal n'est pas le prolongement de celui de Moron qui, comme il est visible sur la fig. s'ennoie à la Côte des Nonnes après s'être déversé et écaillé, au niveau du ravin des Gavoiches.

. Les replis frontaux de la Côte des Nonnes et de la Côte du Droit s'expliquent par la relative incompetence des niveaux oxfordiens et Calloviens. La nature marneuse du premier et la stratification en petites plaquettes calcaires du second, ont facilité le ploieement de ses couches sans qu'il y ait rupture. Par contre, les niveaux compacts et épais du Malm (calcaires massifs du Bajocien et du Bathonien) et du Dogger (calcaires raumaciens et séquaniers) sont à l'origine de leur écaillage au niveau du Ravin des Gavoiches et de la Côte du Droit.

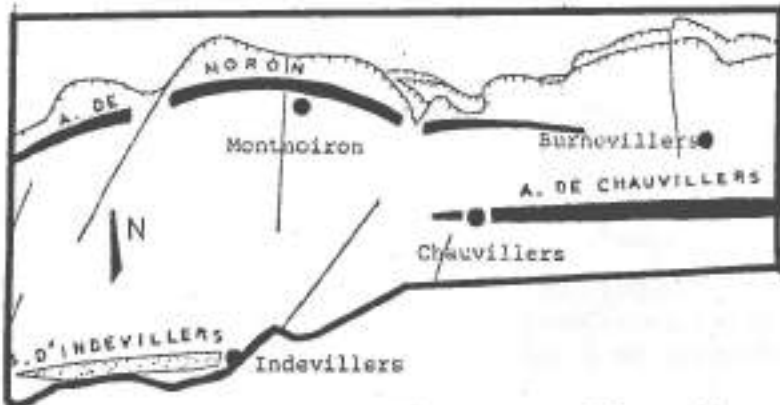
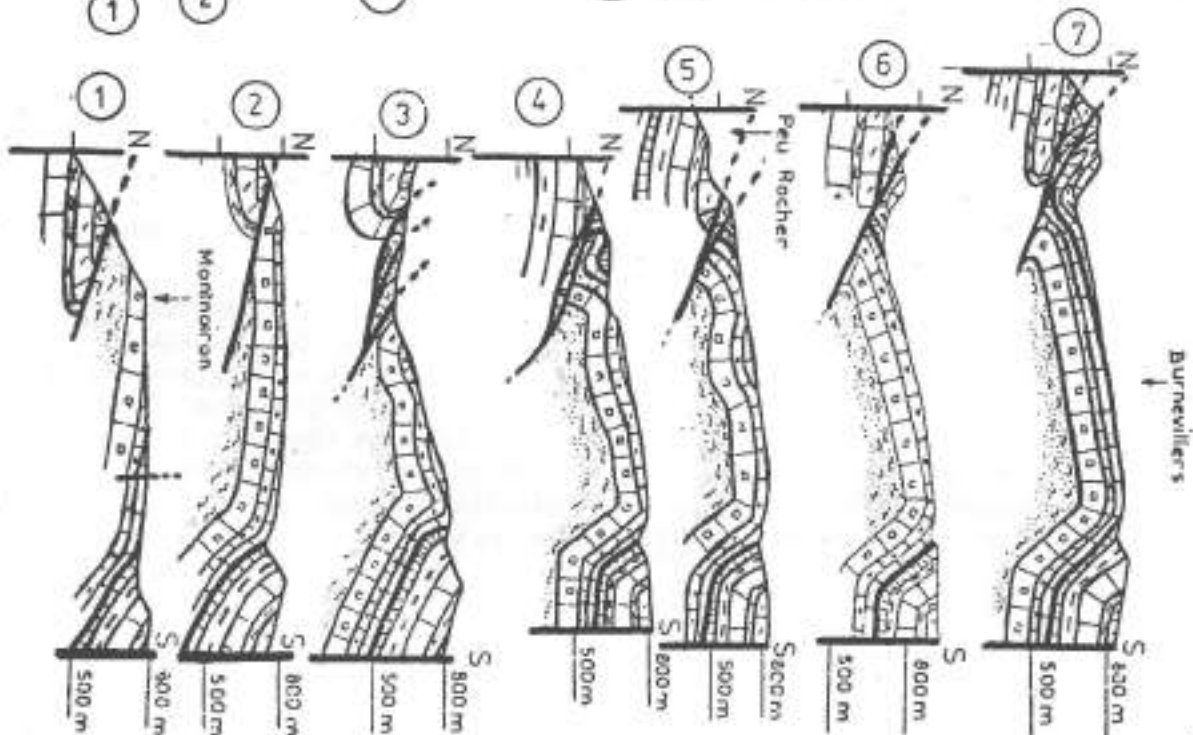
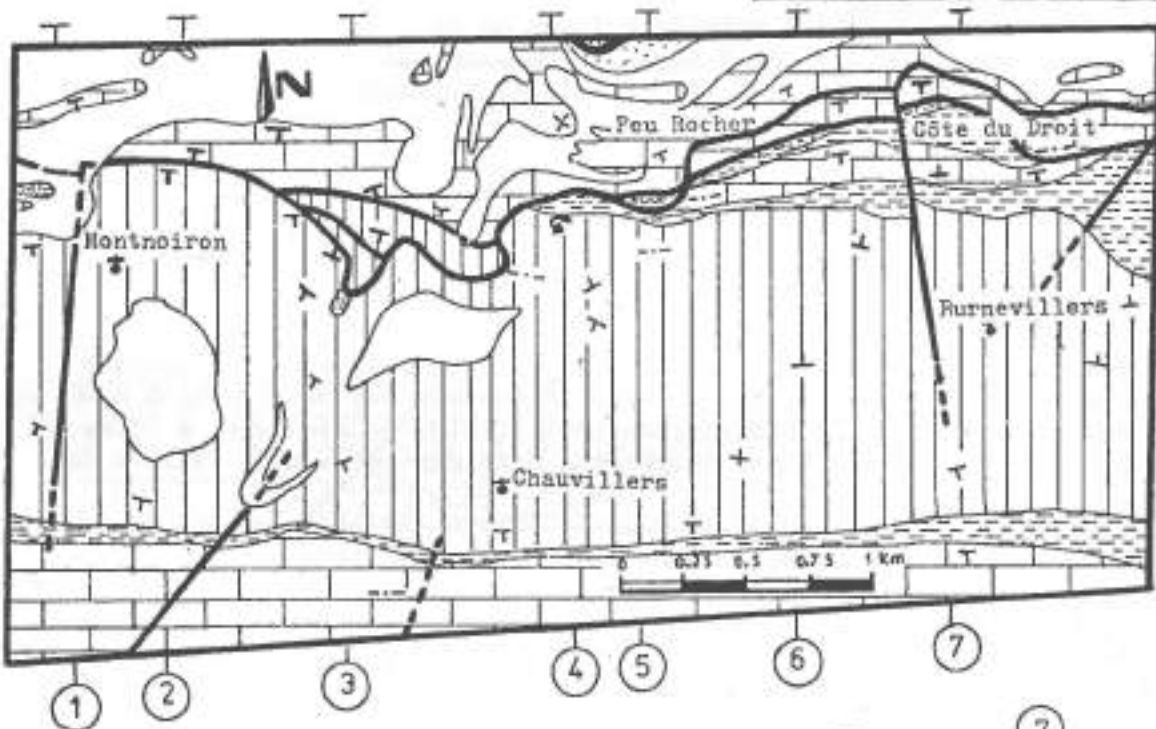


Fig. 23 : LA ZONE TECTONIQUE
DE MONTNOIRON
CÔTE DU DROIT

(Légende : voir Fig. 18-19)



. L'accident chevauchant recouvre une zone difficile à observer parmi les éboulis mais la construction de coupes sériées indique qu'il s'agit d'un panneau monoclinale correspondant, sans aucun doute, au flanc Nord d'un synclinal. Les terrains recouverts sont de plus en plus anciens lorsque l'on se déplace de l'Ouest vers l'Est (Virgulien à Rauracien).

LA ZONE NORD

LA ZONE TECTONIQUE DE VAUFREY (Fig. 24 et 25)

Elément le plus complexe du secteur cartographié, elle se compose de termes structuraux variables en formes et en directions.

Elle se subdivise en trois sous-zones qui sont :

- l'aire synclinale des Douanes de Reclère-Montavon
- le compartiment disposé entre l'accident de Vaufrey-Montavon et les failles de la rive droite de la vallée des Bois (Vaufrey-Montavon).
- le compartiment situé entre ces derniers accidents et celui de la Côtote Roche d'Or (vallée des Bois -Cototte).

- *Aire synclinale des Douanes-Montavon* : il s'agit d'une structure à coeur séquanien, limité à l'Est par la faille des douanes de Reclère (direction N 20).

Les directions de couches montrent en dépit d'une certaine incohérence (petites failles et replis divers) que l'ensemble s'oriente suivant un axe Ouest-Est.

Elle disparaît à l'Est sous l'accident Vaufrey-Montavon.

- *Le compartiment de Vaufrey-Montavon*

L'accident frontal de Vaufrey-Montavon marque la limite occidentale de ce compartiment. Il est subvertical au SW de Montavon où les calcaires du Jurassique Moyen (Bajocien et Bathonien) du compartiment sont peu déplacées vers le Nord et pentés vers le Sud-Est. Plus au Nord, la faille s'incline vers l'Ouest et le Callovien qui chevauche légèrement le Rauracien du synclinal des Douanes - Montavon présente de nombreux microplis. Encore plus au Nord, la faille devient subhorizontale et les calcaires pisolithiques de l'Argovien et les calcaires du Rauracien, reposent par la tranche sur les calcaires à Térébratules du synclinal des Douanes-Montavon. L'accident se poursuit vers l'Est, en direction de Roche d'Or en gardant son allure subhorizontale. L'érosion a dégagé une partie du compartiment supérieur créant ainsi la demi-fenêtre de Montavon.

Ainsi cet accident qui débute par un jeu décrochant subméri-dien aquière, à son extrémité septentrionale, une allure chevauchante. On peut suivre pas à pas, du Sud vers le Nord les variations de pendages de cet accident. De verticale au Sud, cette faille s'incline progressivement vers

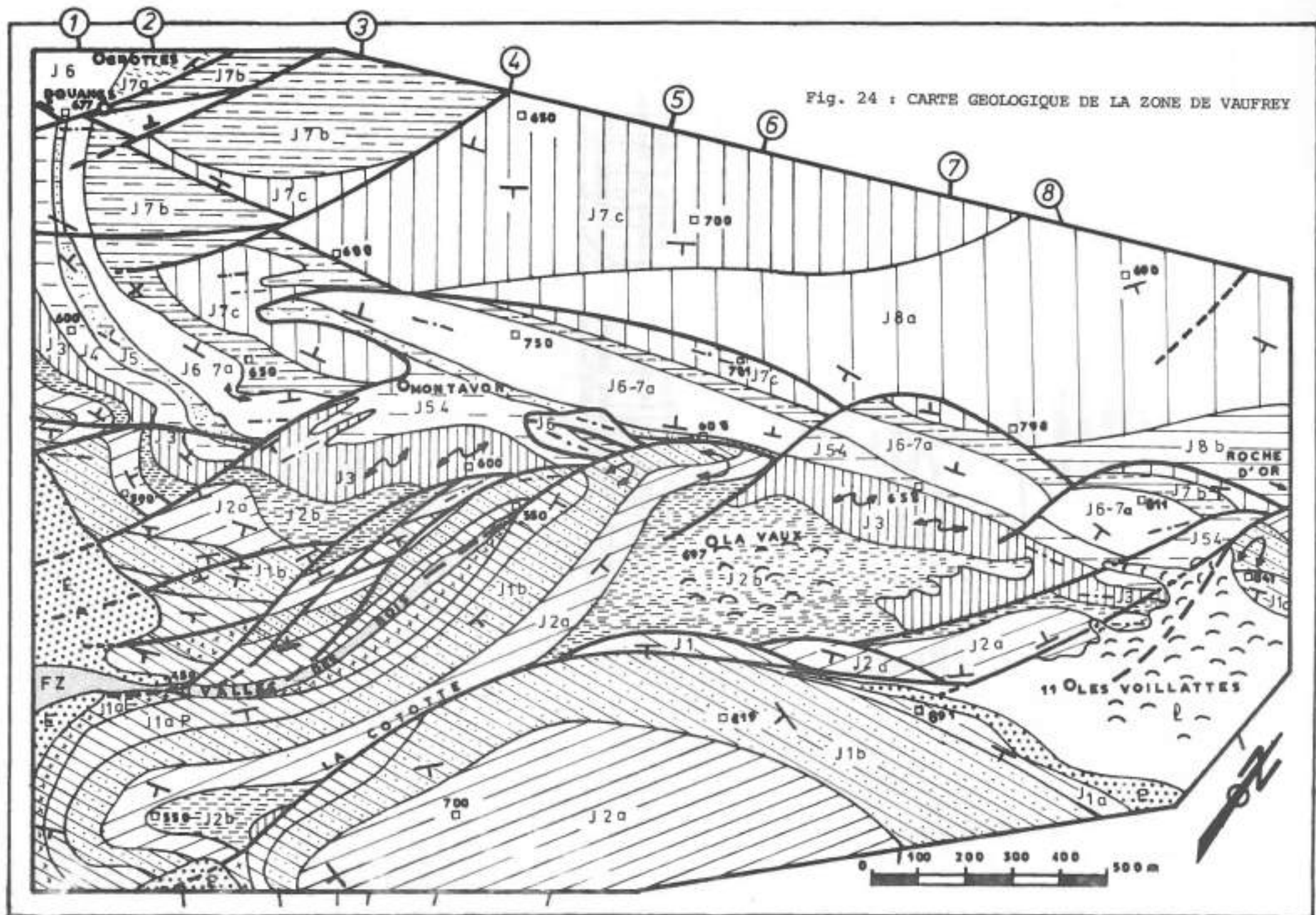
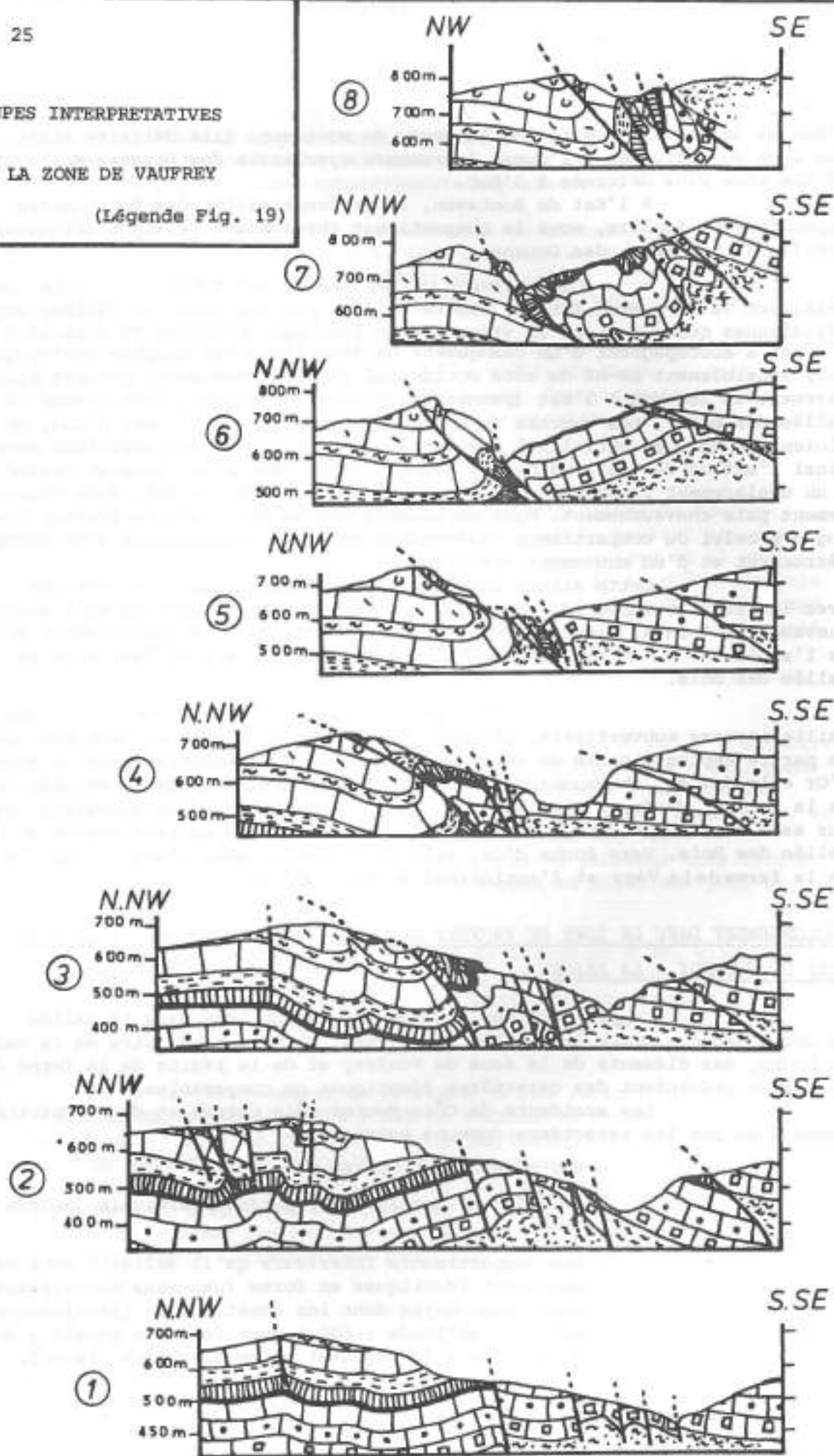


Fig. 25

COUPES INTERPRETATIVES

DE LA ZONE DE VAUPREY

(Légende Fig. 19)



l'Est et se couche à partir de la ferme de Montavon. Elle délimite ainsi une zone peu déformée à l'Ouest (structure synclinale des Douanes-Montavon) et une zone plus déformée à l'Est.

A l'Est de Montavon, la profonde vallée des Bois laisse apparaître en fenêtre, sous le compartiment chevauchant le flanc méridional écaillé du synclinal des Douanes.

- *Compartiment vallée des Bois-Cototte* : Le compartiment Vaufrey-Montavon est limité à l'Est par une série de failles sub-méridiennes qui découpent la structure en lanières étroites et surtout à l'Ouest s'accompagnent d'un changement de directions des couches géologiques qui, sensiblement SW-NE du côté occidental (Vaufrey-Montavon) passent progressivement au SSW-NNE à l'Est (panneau monoclinale de Dogger, rive gauche de la Vallée des Bois). Les couches de ce panneau, pentés de 15° vers l'Est, se ploient au Nord en anticlinal chevauchant et retrouvent une direction SW-NE. Ainsi l'action des failles de la rive droite de Vallée des Bois se résume à un déplacement progressif des couches du Dogger vers le Nord avec rehaussement puis chevauchement. Nous retrouvons ici un phénomène tectonique analogue à celui du compartiment Vaufrey-Montavon avec combinaison d'un mouvement décrochant et d'un mouvement chevauchant.

Cette allure décrochante puis chevauchante se retrouve avec les failles subméridiennes du Nord de La Vaux et la portion de l'accident chevauchant frontal situé au Nord et qui est à la fois le prolongement décroché de l'accident de Vaufrey-Montavon et des failles de la rive droite de la Vallée des Bois.

L'accident de la Cototte - Roche d'Or est une faille inverse subverticale, orientée NS puis NE-SW ; elle se dédouble dans sa partie septentrionale en retrouvant une direction subméridienne. A Roche d'Or elle devient chevauchante et relaye le grand chevauchement frontal issu de la zone de Vaufrey. Elle met en contact le "synclinal" de Montursin, relevé sur sa bordure occidentale et le panneau monoclinale de la rive gauche de la Vallée des Bois. Vers Roche d'Or, elle fait correspondre l'anticlinal déversé de la ferme de La Vaux et l'anticlinal de Roche d'Or.

PROLONGEMENT DANS LA ZONE DE VAUFREY DES ELEMENTS STRUCTURAUX DE LA ZONE

PONT DE TREMEUX - LA SEIGNE

La présence des niveaux marneux du Lias dans la vallée du Doubs empêche toute observation. Toutefois, de part et d'autre de la vallée du Doubs, des éléments de la zone de Vaufrey et de la région de la ferme de la Seigne présentent des caractères identiques ou comparables.

Les accidents de Côte-Moutôt-Côte Carrée et de la Cototte - Roche d'Or ont les caractères communs suivants :

- une même direction (SW-NE)
- une même allure inverse, parfois verticale (abords du Doubs)
- les compartiments inférieurs qu'il délimite sont rigoureusement identiques en forme (panneaux monoclinaux de Jurassique moyen dont les constituants lithologiques ont même altitude : 600 m pour la Dalle Nacrée à Roche à Canon et à la Cototte) et en direction (SW-NE).

De même, il y a identité en nature (calcaire du Jurassique moyen et Lias) et en comportement (élément déformé et réhaussé appartenant à une structure synclinale) des compartiments supérieurs de chaque zone tectonique.

La correspondance des accidents de Montabry et de Vaufrey-Montavon n'est pas évidente. Cependant, leur position en front de zone chevauchante et leur rattachement à l'accident principal (à la Côte Carrée pour l'accident de Montabry, à Roche d'Or pour l'accident de Vaufrey-Montavon) leur confèrent une similitude.

La poursuite des caractères structuraux propres à la zone tectonique de Tremoux- La Seigne au delà de la vallée du Doubs se fait donc par l'intermédiaire de la zone complexe de Vaufrey. Cette dernière ayant subi l'influence de mouvements en décrochements senestres de direction S.N.

LES STRUCTURES A L'EST DE LA ZONE TECTONIQUE DE VAUFREY

- *L'anticlinal de Glère* : comme l'anticlinal de Soultz-Cernay il occupe le fond de la vallée du Doubs. Il est le trait d'union avec la zone Sud. Sa direction est invariable du barrage de Vaufrey où il est évidé jusqu'au Lias, à l'Est de Glère où le Callovien de sa voûte s'ennoie dans l'Oxfordien. Son flanc sud, très redressé dans sa partie Ouest (barrage de Vaufrey au Chezeaux) devient plus doux à l'Est. Son flanc Nord, peu penté (15°) se raccorde à l'aire synclinale de Vernois-le-Fol.

La carte structurale montre un abaissement axial important de cette structure d'Ouest en Est.

- *Aire synclinale de Montursin - Vernois le Fol* : L'anticlinal de Glère est bordé au Nord par une grande aire synclinale perchée qui, comme lui, débute au contact de la zone de Vaufrey et dont l'axe s'abaisse de Montursin où son coeur est occupé par le Callovien (altitude 700 environ), aux Montagnes de Glère où affleurent le Séquanien (altitude 650-700).

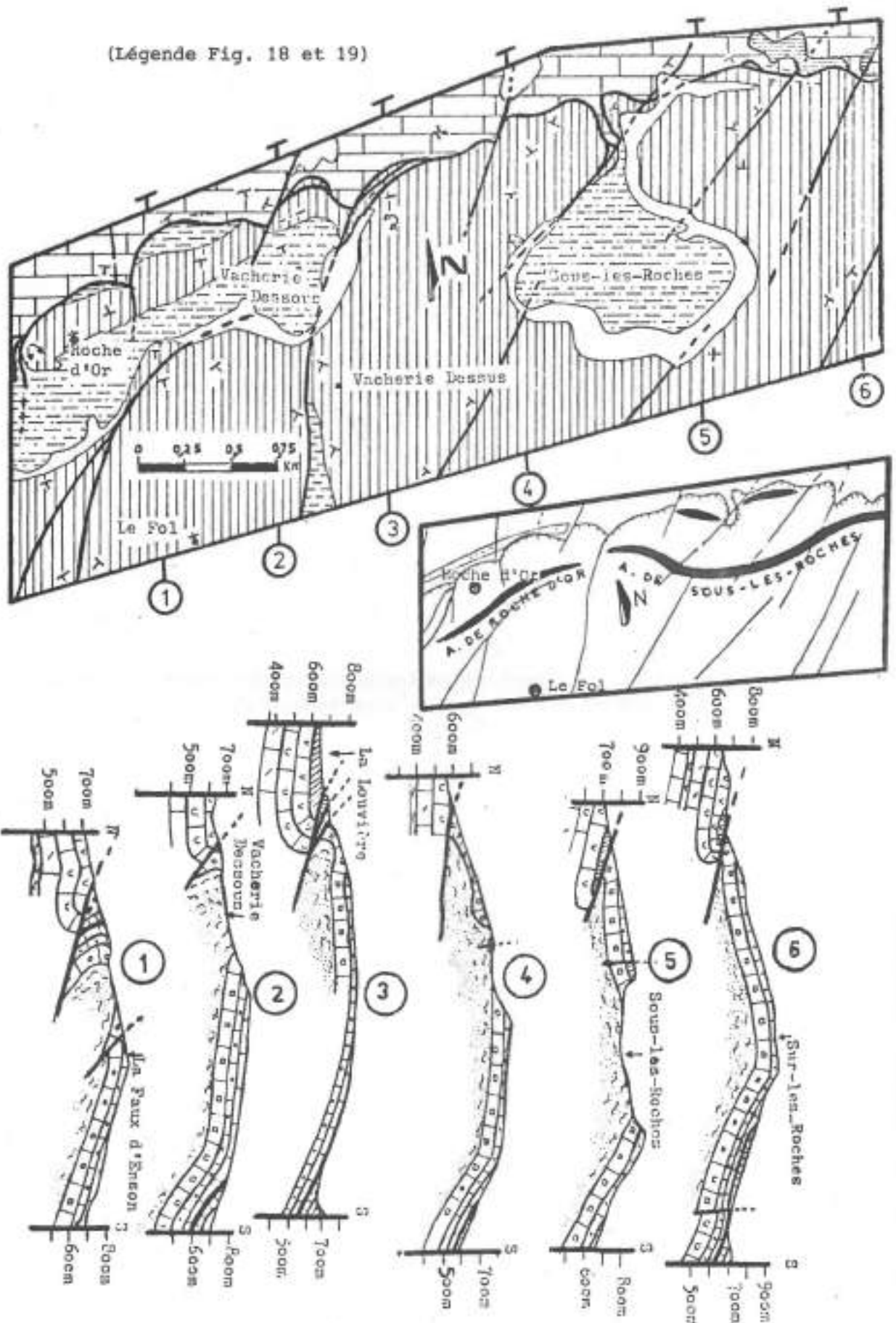
Cette aire synclinale est découpée en panneaux très larges par des failles de direction N 20 qui, bien visibles au Nord, ont joué en décrochements.

- *Les failles de Montursin* : de direction N 30, elles limitent un panneau de "Grande Oolite" relevé et basculé vers l'Est. Elles se rejoignent et tournent au N 45 lorsqu'elles atteignent l'anticlinal de Roche d'Or. Elles possèdent alors une allure inverse et élèvent le Bajocien de la Faux d'Enson au-dessus du Lias de Roche d'Or.

- *Le décrochement de la Combe du Fol* (voir fig. 26) : un accident orienté NS, se développe à l'Est de Vernois-le-Fol. Son rejet vertical est peu important (100 m) en regard de son rejet horizontal (environ 1 km pour les marnes oxfordiennes). Il s'agit d'un décrochement senestre qui, à l'image de celui qui limite au Sud la zone tectonique de la Mine-Moron détermine de part et d'autre de sa trace des structures ayant évoluées de manière différente. Comme les failles précédentes, il tourne et acquiert une allure chevauchante entraînant la formation d'écailles de Callovien et de Bathonien.

Fig. 26 : LA ZONE TECTONIQUE DE ROCHE D'OR - SOUS-LES-ROCHES

(Légende Fig. 18 et 19)



LA ZONE TECTONIQUE DE ROCHE D'OR - SOUS LES ROCHES (fig. 26)

. L'anticlinal de Roche d'Or : au delà de la zone complexe de Vaufrey et au Nord de l'aire synclinale "Montursin Vernois le Fol", la région est occupée par une structure anticlinale chevauchante vers le Nord. Elle est limitée à l'Ouest par la faille de la Cototte - Roche d'Or et à l'Est par le décrochement de Combe du Fol. Dissymétrique et à coeur de Lias, elle possède un axe de direction N 60 et se trouve rehaussée d'environ 250 m par rapport à l'anticlinal de la ferme de La Vaux. Le Jurassique moyen de son flanc Nord se déverse et recouvre le Malm septentrional. Ces caractéristiques rappellent la disposition et l'allure de l'anticlinal de Moron (cf p. 72).

Les failles qui tronçonnent et décalent le flanc Nord de cet anticlinal sont de petits décrochements de direction méridienne qui, failles verticales puis subverticales, deviennent chevauchantes et s'intègrent au chevauchement frontal.

. L'anticlinal de Sous les Roches : au-delà du décrochement de la Combe du Fol, le Jurassique moyen forme une grande voûte anticlinale de 2 km de large orientée E-W que l'érosion a en partie évidée jusqu'au Lias. Cet anticlinal qui se raccorde lui aussi vers le Sud à l'aire synclinale de "Montursin-Vernois le Fol" se complique au Nord de petits replis anticlinaux et synclinaux à coeur de Bajocien inférieur et moyen qui ne sont pas sans rappeler ceux de la bordure chevauchante des anticlinaux de Moron et Chauvillers (cf. p. 72 et 74).

. L'accident chevauchant de Roche d'Or - sous les Roches : Les anticlinaux de Roche d'Or et de Sous les Roches sont limités au Nord par un grand contact anormal qui est à la fois la suite de l'accident de la Cototte - Roche d'Or et le relais oriental du chevauchement qui limite la zone de Vaufrey.

Ce contact anormal qui épouse les contours de la topographie est horizontal et souligné de nombreuses écailles. Il limite la masse des anticlinaux de Roche d'Or et de Sous-les-Roches qui viennent chevaucher la zone structurale de Reclère-Chevèze.

CARACTERES GENERAUX DU SECTEUR SUD-EST

La description structurale de ce secteur complexe permet de montrer qu'il se compose de plis et de failles structurés en zones caractérisées par des directions tectoniques particulières. La combinaison de ces directions ont entraîné la formation de la zone complexe de Vaufrey.

LA ZONE TECTONIQUE DE PONT DE TREMEUX-LA SEIGNE-ROCHE D'OR-SOUS LES ROCHES :

Elle se caractérise par une grande faille inverse parfois chevauchante de direction SW-NE. Au contact de ce grand accident les plis du compartiment inférieur qui tous appartiennent au secteur ouest (voir paragraphe précédent) présentent une torsion qui leur confèrent une direction SW-NE. Il en est de même pour les plis du compartiment supérieur qui débutent à son contact avant d'acquérir une direction E-W. Cette torsion des plis vers le Nord pour le compartiment inférieur, vers le Sud pour le compartiment supérieur témoigne d'un jeu décrochant sénestre. Cette zone, bien individualisée au Sud, se poursuit au-delà de la vallée du Doubs, au travers de la zone tectonique de Vaufrey, par l'accident chevauchant de Vaufrey - Sous-les-Roches. Elle se trouve donc être un élément tectonique important de la région.

LE COULOIR TECTONIQUE DE MORON (LIGNE DE LA FERRIERE) ET SON PROLONGEMENT VERS LE NORD

Au Sud, ce couloir tectonique se caractérise par une série de failles subméridiennes (N20, N30) délimitant un compartiment où se place un anticlinal rehaussé (anticlinal de Moron) dont l'axe est orienté suivant une direction N60.

Au Nord, ces caractéristiques se retrouvent avec les failles de Montursin et le décrochement de la Combe du Fol mais aussi avec l'anticlinal de Roche d'Or.

Le décrochement de Cerneux du Moron, au Sud et de Combe du Fol au Nord matérialisent avec précision la limite orientale de ce couloir.

Par contre, la limite occidentale, très nettement visible au Sud (faille occidentale de la Mine-Moron) n'apparaît plus au Nord ; seules les directions subméridiennes et méridiennes de certaines failles ainsi que leurs composantes décrochantes rappellent l'allure particulière des accidents de la Mine-Moron.

LA ZONE TECTONIQUE DE VAUFRAY

La complexité de cette zone est due à la rencontre d'éléments structuraux caractérisés par des orientations différentes. Les structures occidentales de direction EW, identiques à celles des éléments structuraux occidentaux (synclinal des Etavons, anticlinaux du Lomont, de Combe Semont et de Vaux) disparaissent et des structures d'orientations SW-NE, prolongements de celles de la zone Pont de Tremeux - La Seigne viennent les recouvrir. Enfin, l'influence du couloir tectonique de la Ferrière a engendré de nombreuses complications au sein de cette zone (composante en décrochement).

CONCLUSION A LA DESCRIPTION STRUCTURALE

La structure de la vallée du Doubs et de ses abords à l'Est de St-Hippolyte est caractérisée par des plis et des failles de directions EW et SW-NE, limités, tronçonnés ou déformés par une grande zone tectonique SW-NE (Pont-de-Tremeux - La Seigne - Vaufrey - Sous les Roches) et deux séries de failles subméridiennes (ligne de Montandon - Villars et ligne de la Ferrière (Fig. 27)).

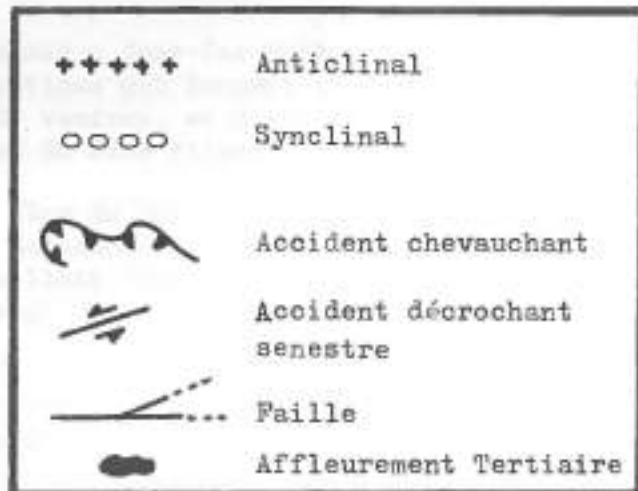
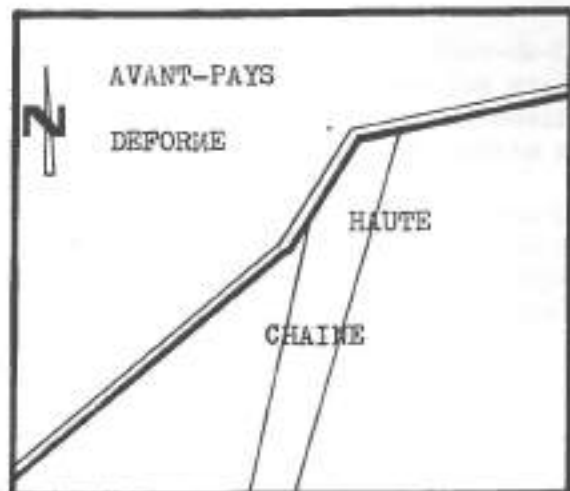
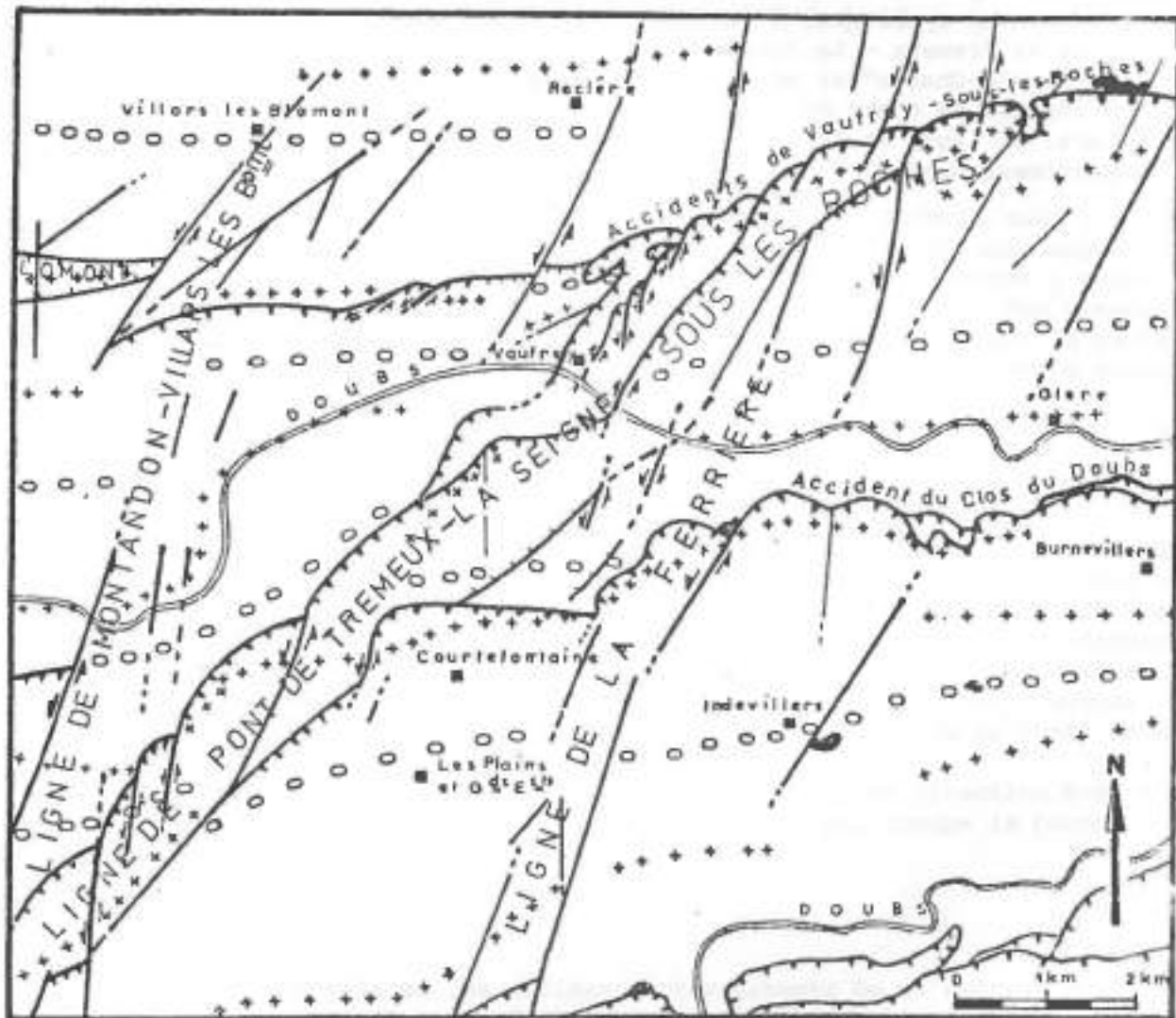
La ligne tectonique de Pont-de-Tremeux - Sous les Roches) sépare deux domaines structuraux. Elle se caractérise par un feston de petits chevauchements ancrés à l'Ouest sur des accidents décrochants subméridiens. C'est une zone complexe qui sépare deux domaines structuraux ou plis et failles possédant des formes et des positions différentes.

A l'Ouest, au Nord-Ouest et au Nord, les plis sont serrés peu coffrés ou absents, et les failles chevauchantes sont rares. La zone caractérisée par ses structures correspond à ce que l'on pourrait appeler l'avant pays déformé.

La ligne de Montandon - Villars-les-Blamont perturbe fortement l'arrangement de ce secteur ; elle se matérialise par des failles qui compartimentent et limitent les plis ; elle provoque parfois des torsions des axes de plis et relève le secteur ouest.

Au Sud et au Sud-Est de cette ligne, les plis sont plus vastes, dissymétriques et en général coffrés et les accidents chevauchants sont nombreux et bien développés. Cette zone présente des caractéristiques structurales proches de celle de la Haute-Chaine jurassienne.

Fig. 27 : SCHEMA TECTONIQUE DE LA ZONE ETUDIEE



La ligne de la Ferrière qui découpe l'ensemble de ce secteur se caractérise par une série de failles quelquefois décrochantes, de direction méridienne à subméridienne, qui se relaient et délimitent un couloir à l'intérieur duquel les structures présentent à l'Ouest sont déformées et rehaussées avant de se poursuivre à l'Est. Au Sud de la vallée du Doubs elles dérangent des faisceaux synclinaux et anticlinaux qui naissent au contact de la ligne de Pont de Tremeux - La Seigne. Au Nord, elles décalent le front chevauchant de la "Haute-Chaine" et se dispersent de la zone complexe de Vaufrey au grand décrochement de Combe du Pol. Enfin, à l'inverse de la ligne de Montandon - Villars, la ligne de la Ferrière rehausse le compartiment est par rapport au compartiment ouest.

EXTENSION DES STRUCTURES CADRE STRUCTURAL REGIONAL

INTRODUCTION

Les caractères structuraux de la zone étudiée ne sont pas propres à cette seule région (Fig. 28). Certaines formes géologiques appartiennent à des éléments structuraux connus dans les régions voisines ; elles sont le prolongement direct de structures bien individualisées ou des éléments constitutifs d'un ensemble caractéristique. De plus on retrouve dans la partie orientale du Jura septentrional des domaines particuliers dont le style structural est analogue à celui de la région étudiée.

AU NORD ET AU NORD-OUEST

Les éléments subtabulaires septentrionaux : ils appartiennent à l'ensemble des plateaux qui occupent la région comprise entre Montbéliard - Delle, au Nord, Pont-de-Roide - Porrentruy au Sud. Cette vaste région très peu déformée est hâchée de failles subméridiennes dont certaines sont considérées comme des failles de décrochements (H. LAUBSCHER et al. 1967, p. 61). Cette particularité se retrouve avec les failles de la région de Rocourt-Chevèze (cf. p. 68). Ces grands plateaux forment la bordure méridionale du Fossé Rhénan.

L'anticlinal du Lomont : Cet anticlinal de direction E-W, né aux abords de Baume-les-Dames, allongé sur plus de 35 km, occupe la bordure sud-ouest de la zone précédente.

AU SUD

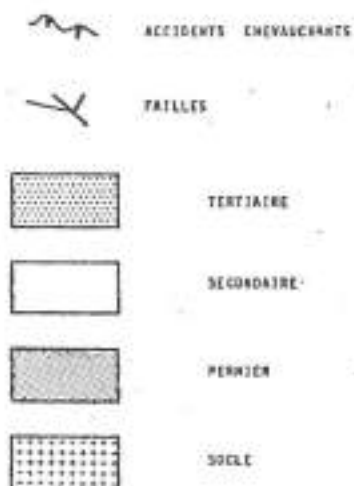
Les plis et les accidents chevauchants de ce secteur appartiennent à une zone plissée plus régulièrement où se distinguent des sous-ensembles caractéristiques.

La ligne Pont-de-Tremèux - Sous-les-Roches : elle prolonge dans sa partie occidentale les dislocations qui longent la rive droite du Dessoubre. Elle se poursuit au-delà de Vaufrey, en direction du chevauchement du Mont-Terri qui forme la limite nord du Jura Plissé.

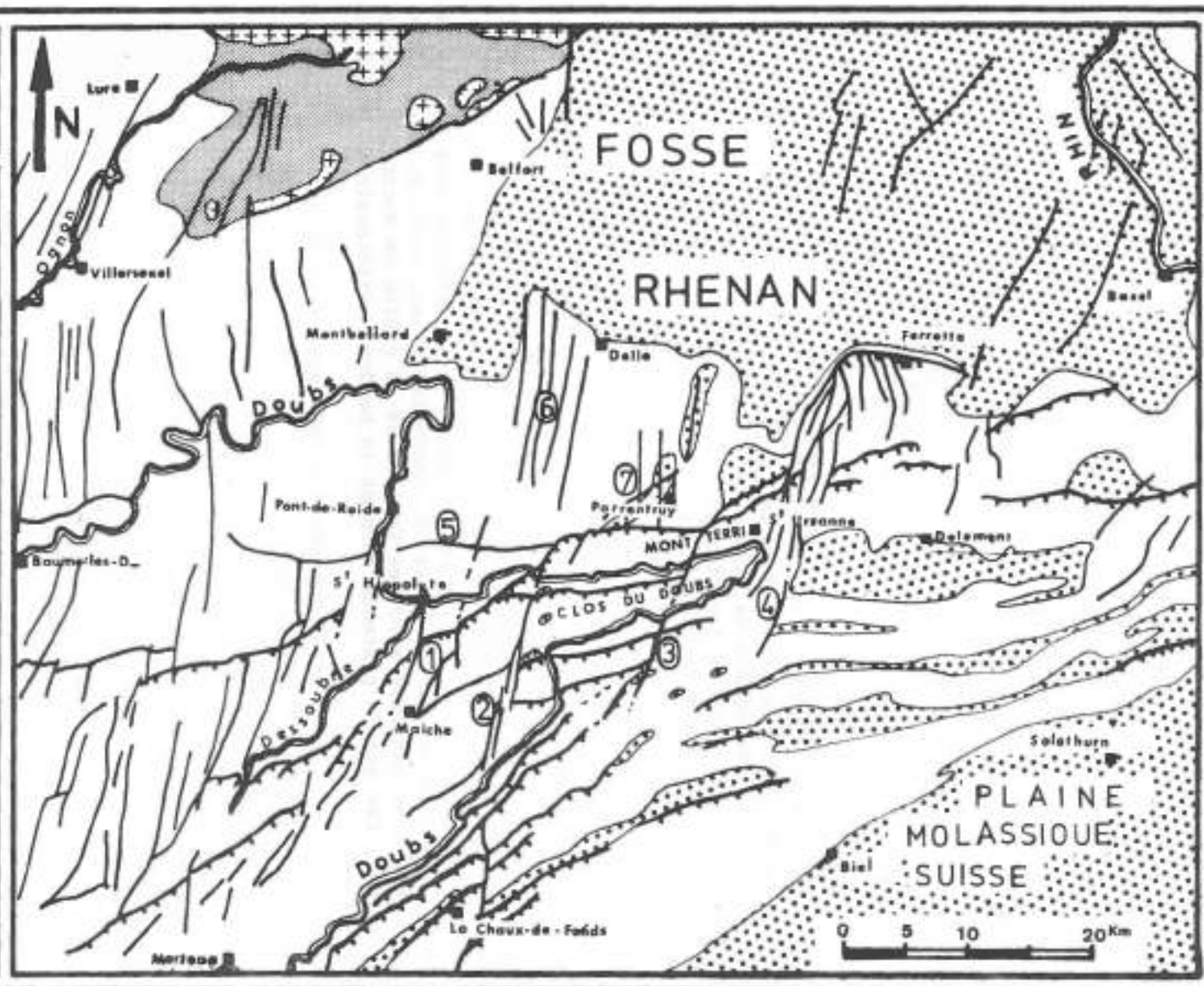
Le chevauchement du Clos du Doubs : Il naît dans la région de Montandon, au contact de la ligne de Montandon-Villars et se suit au Sud de la vallée du Doubs jusqu'au Nord d'Epauvillers (Suisse) où il s'interrompt sur un accident transverse (ligne du Spielberg) d'un type identique aux lignes de la Ferrière et de Montandon-Villars.

La ligne de dislocations de Montandon-Villars : elle poursuit vers le Nord les accidents subméridiens visibles dans la région de Maiche.

Fig. 28 : CADRE STRUCTURAL REGIONAL



- 1 LIGNE DE MONTANDON-VILLARS
- 2 LIGNE DE LA FERRIERE
- 3 LIGNE DU SPIELBERG
- 4 LIGNE DE LA CASSEILLE
- 5 LOMONT
- 6 DOME DE MONTSOUTON
- 7 ACCIDENTS DE PORRENTROY



La ligne de la Ferrière : les faisceaux de failles et les déformations de cette ligne appartiennent à un réseau très important, sub-méridien, de fractures et de complications tectoniques, connu plus au Sud jusque dans la région de La Chaux-de-Fonds.

L'allure décrochante senestre de ces faisceaux de cassures subméridiens ou de direction rhénane (ligne de Montandon-Villars et ligne de la Ferrière) qui hâchent les structures se retrouvent plus à l'Est avec la zone décrochante complexe de La Caquerelle qui limite à l'Ouest l'avancée du Jura de Ferrette et le bassin tertiaire de Délémont et avec la ligne du Spielberg.

Ces grandes structures perturbent fortement les faisceaux de plis et décalent systématiquement les accidents chevauchants vers le Nord et en particulier le front nord du Jura Plissé. C'est d'autre part à leur contact que naissent et s'interrompent de nombreux chevauchements internes au Jura Plissé (chevauchement du Clos du Doubs par exemple). La direction subméridienne de ces accidents les lie directement à la présence du Fossé Rhénan dont la mise en place dès l'Eocène n'est sans doute pas étrangère à l'allure générale de la région. Cependant ces éléments de types rhénans à l'intérieur du Jura Plissé ne prolongent pas le Fossé Rhénan (H. LAUBSCHER et al., 1967).

CONCLUSION

Les éléments structuraux reconnus dans le secteur étudié s'intègrent dans un cadre structural plus vaste, dans lequel on peut distinguer une partie septentrionale moins déformée, découpée par des accidents méridiens (failles de directions rhénanes) qui constitue une zone de transition entre le Fossé Rhénan et la zone complexe du Sud, plissée et faillée (Faisceau Helvétique ou Jura Plissé) qui chevauche la précédente.

MISE EN PLACE DES STRUCTURES

ESSAI D'INTERPRETATION

INTERPRETATION CINEMATIQUE DE LA COUVERTURE

INTRODUCTION

La présence de deux secteurs tectoniques limités par la ligne de Pont-de-Tremeux - Sous-les-Roches, perturbés par les lignes méridiennes de Montandon-Villars et de la Ferrière peut s'expliquer par trois étapes successives :

- 1ère étape : amorce des accidents méridiens, de certains accidents W-E et ébauche des plis.
- 2ème étape : Accentuation des principaux plis et mise en place des grands chevauchements, guidés par les éléments structuraux acquis lors de la 1ère étape.
- 3ème étape : Mouvements tardifs.

PREMIERE ETAPE

Lors de cette première étape s'amorcent les failles subméridiennes de la ligne Montandon-Villars et de la ligne de la Ferrière, l'aire anticlinale du Lomont, les failles bordières qui la limitent, la faille de la Combe Semont et les plis qui, en s'exagérant, donneront les structures actuelles.

Les failles de la ligne Montandon-Villars

Nous avons vu pages 63 et 66 que les failles principales limitaient des compartiments ayant évolué différemment et apparaissaient comme des failles décrochantes. Ce phénomène implique leur antériorité au plissement ; elles ont été réactivées au cours du plissement général de la région et ont alors fonctionné comme des décrochements. Le réhaussement général du compartiment ouest qu'elles délimitent, suggère que ce premier mouvement avait une composante principale verticale.

Amorce de l'aire anticlinale du Lomont et des failles W-E (failles bordières et faille de Combe Semont)

La déformation de l'anticlinal du Lomont, de ces failles bordières et de la faille de la Combe Semont par le jeu décrochant de la faille de Combe au Saint implique leur antériorité au mouvement décrochant. L'amorce de la mise en place ne peut donc être au mieux que contemporaine à celle des failles de la ligne Montandon-Villars.

La ligne de la Ferrière et l'amorce des plis du secteur est

Seule une structuration antérieure à la phase paroxismale responsable de la structure actuelle de la ligne de la Ferrière et des plis qui la bordent permet d'expliquer le recouvrement des terrains de plus en plus récents par le chevauchement de Vaufrey - Sous-les-Roches et l'évolution différente des plis synclinaux des Plains et d'Indevillers. Elle correspondrait à un mouvement vertical au droit de la zone de la Ferrière et se matérialiserait par l'acquisition d'une pente dirigée vers l'Est pour l'ensemble du secteur est. Cette pente se retrouverait actuellement dans les nombreux abaissements axiaux d'Ouest en Est de certains plis de ce secteur.

Les conglomérats tertiaires de Moron et de Chevenez, situés au coeur de zones structurées en synclinaux ont pour origine le démantèlement des formations du Jurassique supérieur. Nous avons démontré au paragraphe stratigraphie leur origine fluviatile. Ils traduisent donc la présence de ruisseaux et par conséquent la présence de points topographiques bas. Or seuls les fonds de synclinaux pouvaient, au moment de leur accumulation, constituer des points bas topographiques. Ceci implique donc l'existence de plis plus ou moins accentués mis en place au cours d'une phase précoce antérieure au plissement paroxismal, responsable de l'allure générale de la région.

La ligne Pont-de-Trémeux - la Seigne

L'amorce précoce du jeu de cette zone ne peut être mise en évidence à partir de la description structurale. Cependant, le fait qu'elle délimite des panneaux structuraux ayant évolué de façon différente au cours de la phase paroxismale permet de supposer qu'elle correspond à une zone de faiblesse. Néanmoins cette remarque n'implique pas la présence de structures précocement individualisées.

DEUXIEME ETAPE

Elle se caractérise par un raccourcissement important de la couverture sédimentaire, responsable de la formation ou de l'accentuation des plis, de l'apparition de failles décrochantes et chevauchantes. La mise en place de ces formes structurales est guidée par les éléments structuraux acquis au cours de la première phase. Cette dépendance se manifeste en plusieurs points :

- présence de failles et d'anticlinaux à coeurs oxfordiens dans la région de la villa des Roses correspondant à un serrage général de cette zone avec appui sur la faille de la Combe au Saint.
- évolution différente des plis de part et d'autre de la faille de Montandon.
- torsion des plis de Moron et Sous-les-Roches et leur réhaussement.
- failles méridiennes à jeux décrochants de la zone de Vaufrey.

TROISIEME ETAPE

L'action de cette troisième étape se marque par l'apparition de failles recoupant l'ensemble des structures chevauchées et chevauchantes. Elle s'est surtout manifestée dans la région au Nord de Chevenez. Le rajeunissement des formes anticlinales de Moron, de Roche d'Or, des accidents de Combe du Fol et de Montandon lui est certainement lié.

CONCLUSION

On aboutit ainsi dans ce secteur tectonique complexe à une mise en place polyphasée. Les deux premières phases peuvent être mises en parallèle avec les phases oligocènes et pontiennes reconnues dans le Jura suisse septentrional.

Les mouvements précoces (Eocène) signalés dans cette même région n'ont pu être mis en évidence sur le terrain d'étude. Mais, une dernière phase de réajustements tardifs est bien marquée.

LE SOCLE ET LA COUVERTURE

INTRODUCTION

L'influence du socle dans le Jura constitue un de ses caractères fondamentaux. L'allure du socle a fait l'objet de nombreuses hypothèses que nous ne rappellerons pas ici. Cependant il est admis que le socle est morcelé par des failles et que le jeu de ces dernières a engendré dans la couverture des dislocations et des plissements divers.

CONFIGURATION DU SOCLE DANS LA REGION ETUDIEE (Fig. 29)

Les seuls renseignements sur la configuration du socle, dans la région étudiée, sont fournis par la carte des anomalies de la gravité de la France (carte 114 de Montbéliard au 1/80 000^e) publiée par le B.R.G.M. Un extrait de cette carte (Fig. 29) permet de constater que sur le secteur étudié, les courbes d'is anomalies déterminent des formes particulières. Ainsi, il existe un allongement des courbes suivant une orientation SW-NE, au droit de la vallée du Dessoubre, puis W-E au niveau de la vallée du Doubs.

Cette direction correspond d'ailleurs à l'approfondissement progressif du socle sous le Jura vers le Sud-Est (L. GLANGEAUD, 1943). Un autre allongement des lignes, moins important, orienté Nord-Sud, se matérialise sur le méridien de Ferrière-le-Lac - Vaufrey. Enfin, au droit du Lomont, les lignes d'is anomalies présentent un étirement suivant une orientation W-E.

RELATION SOCLE - COUVERTURE

La présence de ces anomalies est à rapprocher des structures reconnues dans la couverture afin de les comparer en place et en direction.

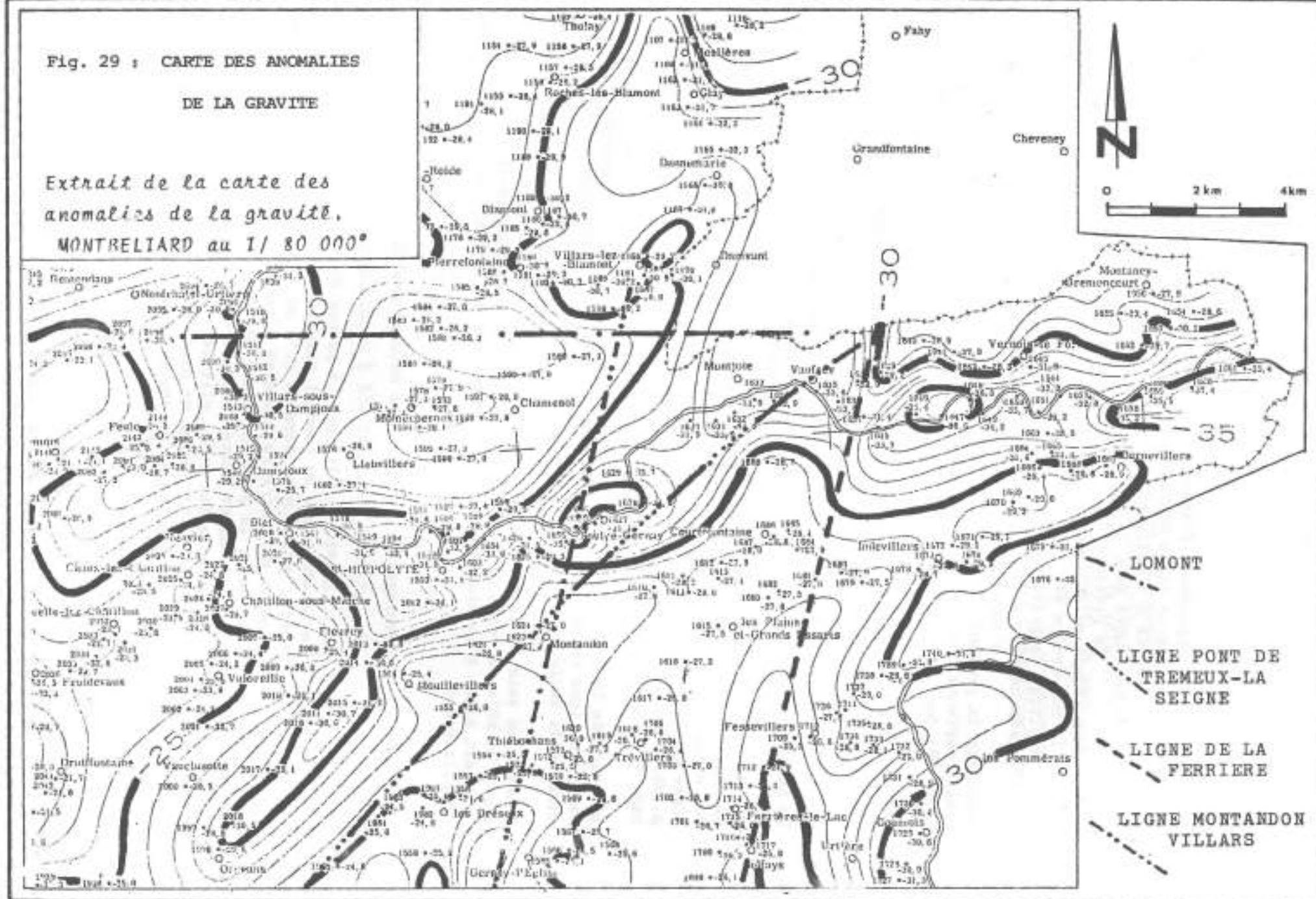
Accidents subméridiens dans le socle et la couverture (direction rhénane)

La correspondance de l'anomalie au droit du méridien de Ferrière-le-Lac - Vaufrey et de la ligne de la Ferrière est évidente. Le regroupement des failles de cette ligne en couloir s'accorde bien de la présence au sein du socle d'une discontinuité de même direction. La ligne de Montandon-Villars exprimée au sein de la couverture n'apparaît pas ou peu au niveau du socle si ce n'est dans la région de Cernay-l'Eglise où les is anomalies présentent un allongement subméridien identique aux accidents de couvertures.

Fig. 29 : CARTE DES ANOMALIES

DE LA GRAVITE

Extrait de la carte des anomalies de la gravité.
MONTRELIARD au 1/ 80 000°



Cependant, l'absence d'une anomalie subméridienne bien marquée au droit de la ligne Montandon-Villars, dans la région de Montandon, est certainement due à l'influence prépondérante de la ligne SW-NE qui borde la vallée du Dessoubre puis la vallée du Doubs.

La présence dans le Jura plissé septentrional d'accidents de socle subméridiens au droit d'éléments tectoniques subméridiens exprimés au sein de la couverture est signalée par plusieurs auteurs. Ainsi, J.L. LAFFLY (1973) explique la présence de l'anticlinal de Tournedoze, de direction SW-NE par l'existence d'un accident de socle subméridien.

D'autre part, H. LAUBSCHER et al., (1967, Fig. 2, p. 66) font ressortir la présence d'accidents de socle de même direction dans le Jura plissé septentrional et en particulier au droit de la ligne de la Caquerelle (Fig. 28) dont la similitude avec la ligne de la Ferrière a été signalée.

Accidents de direction SW-NE (direction varisque) dans le socle et la couverture

La direction SW-NE de la zone tectonique de Pont de Tremeux - La Seigne se superpose à l'anomalie signalée plus haut ; son action singulière sur le comportement général de la région permet de supposer qu'elle est l'expression, au niveau de la couverture, d'une discontinuité du socle, résultat du jeu d'un accident primaire. D. CONTINI et N. THEOBALD (1974) soulignent eux aussi cette coïncidence de direction dans la région de passage entre le Fossé Rhénan et le Fossé de la Saône, et H. LAUBSCHER et al., (1967, Fig. 2, p. 66) représentent suivant une même direction et une même position structurale (limite du Jura plissé) des accidents de socle.

De plus nous avons montré des changements fréquents de faciès au cours de la sédimentation secondaire selon une direction ouest-est ou suivant une ligne sensiblement SW-NE. Ils peuvent être l'expression d'une discontinuité du socle à cette même place.

La ligne de Pont-de-Tremeux - La Seigne pourrait donc correspondre, au sein de la couverture, à une discontinuité au sein du socle. Cependant, le rôle de cette discontinuité ne pourrait être que passif. Il correspondrait alors à un blocage de la couverture sur un "relief" du socle au cours du plissement.

Ancrage de la couverture suivant une direction E-W situé à la latitude du Lomont lié à un accident de socle

J.L. LAFFLY (1973) écrit à propos du Lomont : "Les schémas interprétatifs (de la structure du Lomont) suggèrent même un ancrage de la couverture en profondeur, qui ne peut être dû qu'à un accident de socle". La réalité d'un tel phénomène ne peut être démontré à partir des observations que nous avons pu faire. Mais, la présence d'une déformation des lignes d'isobates de gravité semble effectivement correspondre à une discontinuité du socle. De plus, le fait que l'ensemble des zones plissées, chevauchantes ou non, s'interrompt à cette latitude et qu'il domine un plateau plus ou moins stable, permet de supposer qu'il y a eu blocage de la couverture sur un accident de socle de direction E-W.

CONCLUSION

La correspondance des courbes d'isonomales de la gravité, expression probable de discontinuités au sein du socle, et des zones tectoniques majeures de la couverture est évidente. Si le rôle et l'allure respectifs de ces discontinuités de socle ne sont pas connus, on peut supposer cependant que les accidents SW-NE (direction varisque) et l'accident supposé E-W ont eu un rôle essentiellement passif (blocage de la couverture) tandis que les accidents subméridiens ont joué un rôle actif prépondérant dans la mise en place de la couverture.

CONCLUSION A LA TECTONIQUE

L'étude tectonique de la vallée du Doubs et de ses abords à l'Est de Saint-Hippolyte (Doubs) montrent que la région s'organise suivant deux domaines principaux :

- Au Nord et au Nord-Ouest apparaît un domaine plus ou moins déformé et hâché de failles subméridiennes dont les éléments se retrouvent avec le pli du Lomont et les plateaux subtabulaires de l'Avant-Pays (région sud de Montbéliard et plateaux de l'Ajoie).

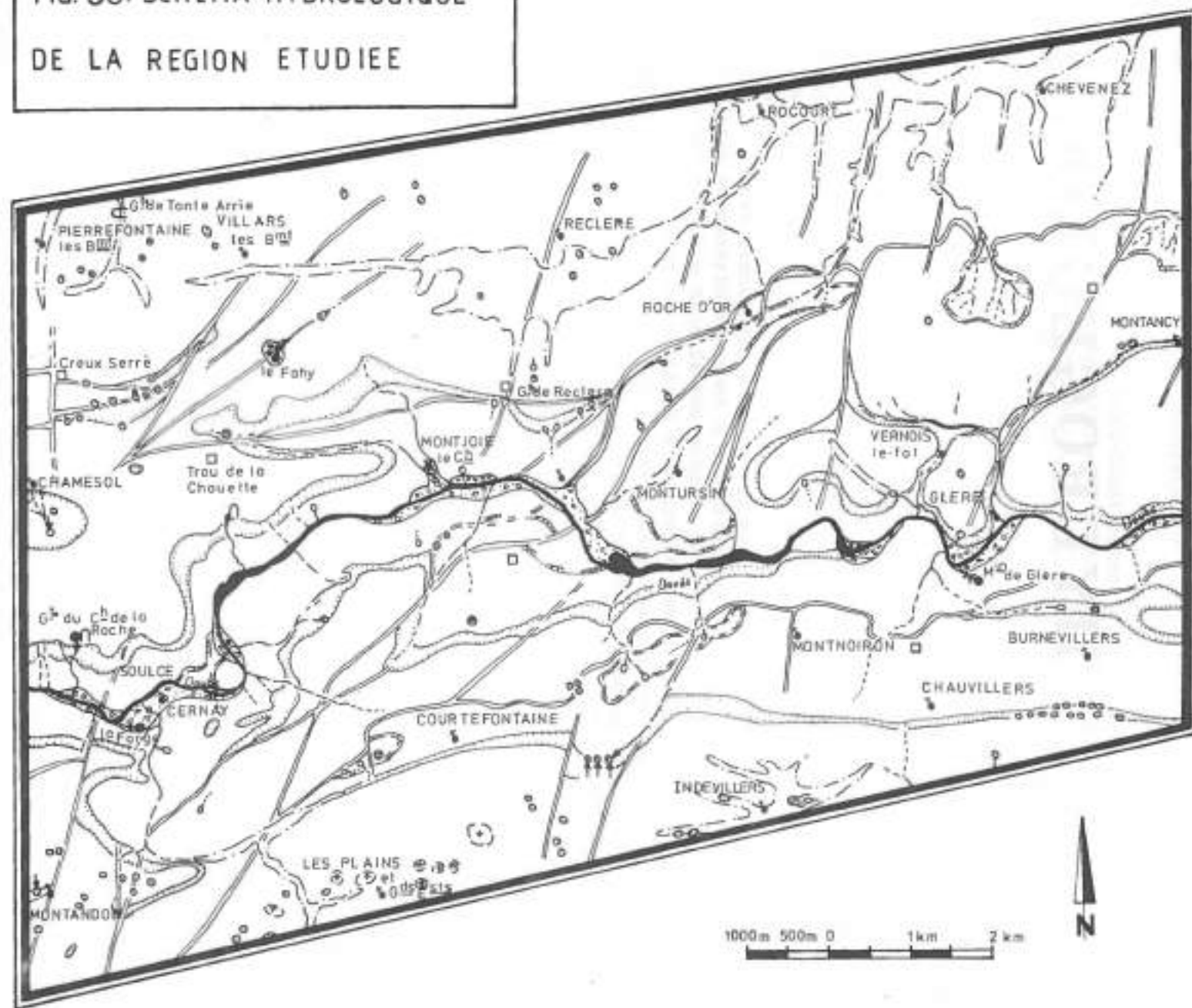
- Au Sud une zone plus régulièrement plissée où les plis anticlinaux, souvent dissymétriques, chevauchent vers le Nord. Deux lignes de dislocations subméridiennes (ligne de Montandon-Villars - ligne de la Ferrière) perturbent l'arrangement de cette zone.

Ces deux domaines sont limités par une ligne de contacts anormaux de directions WSW-ESE puis W-E (ligne de Pont-de-Tremeux - Sous-les-Roches dans le secteur cartographié) qui s'exprime des abords du Dessoubre au S-W, à la région de Ferrette au N-E. Cette ligne tectonique marque la limite entre les plis de la Haute-Chafne ou Jura Plissé et les zones déformées du Jura Externe.

Ces structures dont on retrouve des équivalents sur l'ensemble du Jura plissé septentrional, sont l'aboutissement d'une tectonique polyphasée et le résultat probable dans la couverture, du jeu ou de la présence de dislocations de socle situés au droit ou à proximité des grandes lignes tectoniques (limite Jura plissé - plateaux septentrionaux ; couloirs tectoniques subméridiens). Les failles subméridiennes qui dans un premier temps se sont exprimées verticalement sont responsables à la fois du réhaussement du compartiment à l'Ouest de la ligne de Montandon-Villars et du réhaussement du compartiment à l'Est de la ligne de la Ferrière, et des nombreux abaissements qui affectent les axes des plis et les surfaces des plans sur lesquels les chevauchements se sont mis en place ultérieurement. Dans un deuxième temps elles rejouent en décrochements à partir desquelles les portions de plis qu'elles délimitent évoluent d'une manière plus ou moins indépendante. D'autre part, l'accentuation des plis a entraîné l'apparition d'accidents chevauchants sensiblement E-W qui s'interrompent et se relaient au contact des failles subméridiennes.

HYDROGEOLOGIE

FIG. 30: SCHEMA HYDROLOGIQUE
DE LA REGION ETUDIEE



LEGENDE

-  Accidents tectoniques
-  Limite des marnes liasiques.
-  Limite des marnes oxfordiennes.
-  Alluvions du Doubs
-  Limite de vallée sèche.
-  Cours d'eau permanents et temporaires.
-  Mares
-  Sources
-  Sources importantes.
-  Pertes localisées
-  Pertes diffuses
-  Dolines
-  Groupe de Dolines
-  Grottes.
-  Gouffres

INTRODUCTION

Le Doubs est le seul cours d'eau ayant un débit important. Les quelques ruisseaux qui descendent des flancs de la vallée sont pour la plupart temporaires. Leur rareté sur les "plateaux" indique que les eaux pénètrent rapidement dans le sol par l'intermédiaire de dolines, pertes et lapiez et ressortent parfois au contact des niveaux marneux. La nature géologique des terrains qui affleurent et leurs formes structurales ont guidé la mise en place des éléments de l'hydrologie. (Fig. 30).

LA SERIE STRATIGRAPHIQUE ET L'HYDROLOGIE

La nature des terrains qui affleurent (marnes et calcaires) et leur alternance constituent les premiers éléments de mise en place du système hydrologique.

LES SERIES MARNEUSES

Les marnes sont considérées comme imperméables et favorisent l'apparition de nombreuses sources et l'installation de ruisseaux.

- *Le Liás* : il se trouve au coeur des anticlinaux et au niveau de la vallée du Doubs.

Au coeur des anticlinaux il est parcouru par un réseau souterrané important. Ce réseau se concentre et donne naissance à de petits ruisseaux temporaires peu importants (ruisseau de Moron ; ruisseau de la vallée des Bois).

Au niveau de la vallée du Doubs, il sert de support imperméable sur lequel s'écoule la rivière.

- *Les marnes à Rhynchonelles (Bathonno-callovien)* : de nombreuses sources prennent naissance à leur contact, à la base de la Dalle Nacrée mais les écoulements ainsi créés disparaissent bientôt à l'approche des calcaires bathoniens. Si la structure le permet, certaines de ces sources présentent un débit non négligeable et sont captées (ferme de Montabry, Burnevillers). Ailleurs, elles serviront à l'alimentation d'abreuvoirs.

- *L'Argovo-oxfordien* : épais d'environ 60 m il constitue le niveau le plus imperméable ; situé sous la grande masse calcaire du Malm il favorise l'apparition de sources plus ou moins importantes et l'établissement de ruisseaux permanents ou temporaires qui souvent disparaissent au contact de la Dalle Nacrée (Callovien). Il constitue en partie, le support imperméable sur lequel s'écoule le Doubs (région de Glère).

- *Les marnes séquanéennes* : elles sont composées en fait, d'une alternance de calcaires et de marno-calcaires. Leur rôle hydrologique est en partie négligeable. Cependant, en certains points, leur position structurale est à l'origine de sources importantes et captées (captage de Glère, sur la route de Chauvillers ; captage des Etrepeux).

- *Les marnes à ptérocoères et à virgules* : peu épaisses, leur intérêt hydrologique est restreint. Au Sud de Rocourt et de Chevenez où elles affleurent principalement, elles ont cependant favorisé l'installation de quelques zones humides et ont permis la mise en place d'abreuvoirs.

LES SERIES CALCAIRES

Les niveaux marneux alternent avec des niveaux calcaires plus ou moins épais. Le Jurassique moyen et le Jurassique supérieur, séparés par le niveau imperméable de l'Argovo-oxfordien, sont constitués de calcaires imperméables au niveau de l'échantillon mais présentent une perméabilité liée à leur fracturation. Aussi c'est avant tout leurs positions et formes structurales qui caractériseront leur comportement en favorisant l'établissement d'un régime karstique.

LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE SURFACE

Il est essentiellement constitué par le Doubs et ses affluents.

LE DOUBS

Il est le seul véritable cours d'eau. Il s'écoule en réalisant des méandres de la cote 420 à l'Est (Glère) à la cote 380 à l'Ouest (Soulce-Cernay) pour un tracé long d'environ 17 km. Son cours sinueux se calque approximativement sur les structures existantes.

- de l'amont de Glère au barrage de Vaufrey, il tronçonne l'anticlinal de Glère et réalise des méandres en suivant les divers niveaux marneux (Lias, marnes à Rhynchonnelles, Oxfordien).

- du barrage de Vaufrey à Montjoie-le-Château ; il recoupe les accidents de la zone tectonique de Trémeux-La Seigne-Vaufrey et coule sur les formations marneuses du Lias et du Trias.

- de Montjoie à Souce-Cernay il suit parfaitement l'axe de l'anticlinal à coeur de Lias de Souce-Cernay.

LES RUISSEAUX SECONDAIRES

Ce sont les ruisseaux de Glère, vallée des Bois, Bouverance, Moron, Montjoie, Combe du Rond, de la Roche.

Les ruisseaux ayant pour origine les eaux de ruissellement ou qui proviennent de zones à substratum marneux (Oxfordien en particulier) sont peu importants et possèdent un caractère essentiellement temporaire. Ils proviennent en général des niveaux marneux de l'Oxfordien et du Lias situé à mi-pente de la vallée du Doubs et rejoignent ce dernier en entaillant profondément les calcaires formant ainsi des ravins étroits aux flancs raides, (ruisseaux de Montjoie, Combe du Rond, vallée des Bois, Bouverance et Moron). Leur régime est de type torrentiel ; les orages et les pluies prolongées augmentent rapidement leur débit et la masse des éléments qu'ils transportent alors, constitués pour l'essentiel d'éboulis, forme à leur confluence avec le Doubs de petits cônes de déjection (NORDON, 1927).

HYDROGEOLOGIE KARSTIQUE

Hormis le Doubs, les cours d'eau sont peu importants et sont pour la plupart temporaires. Aussi, l'écoulement superficiel est très réduit. Les calcaires constituent la masse la plus importante de la lithologie de la région et leurs zones d'affleurements dépourvues de ruissellements superficiels sont souvent parsemés de Dolines (région du Lomont, val de Reclère, synclinal des Plains) ou occupés par des vallées sèches (les Plains, Indevillers, Val de Reclère). Ses particularités sont liées à l'allure structurale de ses zones.

LES DOLINES

Ce sont des dépressions circulaires ou ovales dont les flancs sont plus ou moins raides. Leur présence est liée à la lithologie et à la structure. Elles sont rares dans le Jurassique moyen, fréquentes dans le Jurassique supérieur, rarement absentes aux limites des niveaux marneux de l'Oxfordien.

- Dolines des limites de l'Oxfordien :

. Au Sud de Burnevillers, sur la retombée méridionale de l'anticlinal il existe, au niveau de la Combe oxfordienne, un grand nombre de dolines.

. Sur le flanc sud de l'anticlinal de Moron, à la limite Callovo-oxfordienne, il existe un certain nombre de dolines absorbantes qui reçoivent les eaux de ruissellement des niveaux marneux oxfordiens.

. Dans la Combe du Tremblois-Roche Jella, sur les flancs de l'anticlinal du Lomont, des dolines soulignent la trace des failles bordières qui mettent en contact les calcaires du Dogger et les marnes oxfordiennes, les calcaires rauraciens et les marnes oxfordiennes.

- Dolines du Jurassique supérieur :

Elles sont fréquentes lorsque les calcaires sont structurés en synclinaux, elles occupent alors le fond plus ou moins plat des structures. Elles sont nombreuses dans les synclinaux des Plains et de Montandon ; plus rares dans le synclinal d'Indevillers où l'abaissement de la structure vers l'Est a facilité l'écoulement superficiel.

LES VALLEES SECHES

Elles témoignent d'une ancienne circulation aérienne aux périodes glaciaires et périglaciaires.

- La vallée sèche du synclinal d'Indevillers :

Sur le flanc septentrional du synclinal d'Indevillers on peut voir de petits ensellements de directions WNW-ESE, tapissés d'argiles de décalcification se réunir vers l'Est et se prolonger en direction de la Boutonnière de Fuisse.

- La vallée sèche des Plains :

Le synclinal des Plains est entaillé perpendiculairement par une cluse aux flancs abrupts. Le fond de cette cluse est tapissé d'argiles de décalcification. Elle représente une vallée morte que l'on peut remonter jusqu'au Moulin de Trevillers et qui se poursuit en aval par la fraction ouest de la Combe Malaux. Elle débouche sur un petit ruisseau alimenté par le ruissellement et qui rejoint le Doubs par l'intermédiaire du ravin de la Combe du Rond.

- Le val de Reclère et les vallées adjacentes :

Le val qui, de Damvant à Rocourt, marque la limite nord du secteur étudié est encombré de matériau d'origines diverses (cf. p. 52). La présence de galets calcaires d'origine alluvionnaire au sein de ce matériau suppose la présence d'un cours d'eau, à une certaine époque (glaciaire

et périglaciaire), au coeur de cette structure, qui se serait écoulée d'Ouest en Est. Cette vallée sèche se poursuit entre Rocourt et Chevenez et au-delà (carte géologique de Ste-Ursanne au 1/25000). A ce niveau et sur sa rive droite débouchent, perpendiculairement, cinq petites vallées sèches axées sur le tracé de failles méridiennes ; très étroites, à fond plat, elles sont tapissées d'argiles de décalcification. Les anciens ruisseaux responsables de leur présence devaient drainer les hauteurs de Roche d'Or, Faux d'Enson et Sous-les-Roches.

LES GROTTES ET LES GOUFFRES

Les grottes et les gouffres sont en général de taille modeste et, dans l'ensemble, relativement peu nombreux en dehors des niveaux calcaires du Jurassique supérieur.

- La grotte du château de la Roche :

Située au Nord de Soulce-Cernay (carte 1/25000, Delle 5-6 ; x = 940,58 , y = 268,86), elle est connue pour son porche imposant taillé dans les calcaires du Rauracien et son développement important (2100 m de galeries explorées - Bulletin A.S.E., 2ème série, 13, 1976). Elle a longtemps servi d'abri (Paléolithique moyen au XVII^e siècle).

- Les grottes de Reclère :

Situées sur le territoire Suisse (carte 1/25000, Delle 5-6 ; x = 945,775 , y = 272,35), dans les niveaux rauraciens, elles ont été aménagées et sont visitables.

- Les autres cavités :

Moins importantes ou moins connues, elles se développent au sein des calcaires du Jurassique supérieur et en particulier dans la région du Lomont et du synclinal des Plains. La plupart d'entre elles témoignent d'un réseau karstique fossile important.

LES CIRCULATIONS KARSTIQUES ACTUELLES

L'étude des circulations karstiques actuelles n'a pas été entreprise car elle constitue à elle seule un travail important.

Les remarques qui peuvent être faites sont fondées sur quelques expériences de traçage réalisées par le Service Régional de l'Aménagement des Eaux de Franche-Comté et le Laboratoire de Géologie et Minéralogie de la Faculté des Sciences de Besançon et sur l'étude hydrologique de la Haute Ajoie entreprise par Lièvre et publiée en 1940.

LES SOURCES KARSTIQUES

Elles contrastent sur l'ensemble des sources par l'importance de leur débit et leur régularité.

- La résurgence du Moulin de Glère :

(carte 1/25000, Damprichard 1-2 ; x = 951,400 , y = 270,25)
Elle apparaît parmi les éboulis au-dessus du replat des marnes oxfordiennes.

- *La résurgence de La Forge :*

(carte 1/25000, Damprichard 1-2 ; x = 941,27 , y = 267,25)

Située à Soultz-Cernay elle émerge des calcaires du Jurassique moyen au contact du Lias.

- *La résurgence du Château de la Roche :*

(carte 1/25000, Delle 5-6 ; x 940,55 , y = 268,85)

Elle est située une dizaine de mètres en contrebas de la grotte et représente l'émergence actuelle du circuit karstique. Les explorations successives de la grotte et du conduit karstique ont montré qu'elle recevait les eaux des pertes de la Tannerie (Chamesol).

- *Sources de Fays :*

(carte 1/25000, Delle 5-6 ; x = 942,85 , y = 272,55)

Au Sud de Villars-les-Blamont un groupe de sources apparaît à proximité des calcaires du Rauracien, au sein même des marnes oxfordiennes, au droit d'une faille de la zone de la Villa des Roses. Le ruisseau, dont une partie est captée, se perd bientôt dans les calcaires du synclinal de Damvant.

LES EXPERIENCES DE TRACAGE

- *Sur le secteur étudié :*

Une seule expérience a été faite. Elle a eu lieu sur la commune de Montandon le 26 Janvier 1974. Le colorant 1,250 kg de fluorescéine injecté dans les pertes de l'église de Montandon (x = 940, y = 265,75 ; carte au 1/25000 de Damprichard 1-2) est ressorti le 2 Février 1974 à la résurgence du Bief de Bran (carte au 1/25000 de Maiche 3-4 ; x = 937,72 , y = 204,22) située en amont de Saint-Hippolyte, sur la rive droite du Dessoubre.

- *En dehors du secteur étudié :*

. Coloration des pertes des Seignes de Belfays (E. FOURNIER, 1929) : les eaux de ces pertes situées à l'Est de la ligne de la Ferrière, au coeur d'une structure synclinale dont l'axe s'abaisse d'Ouest en Est (carte géologique au 1/50000 de Damprichard) ressortent à la source de la Forge, sur la commune de Goumois (rive gauche du Doubs).

. Coloration de Damprichard : (S.R.A.E. de Franche-Comté). Le point d'injection est situé à l'Ouest de la ligne de la Ferrière (carte au 1/25000 de Damprichard 1-2 ; x = 943,3 , y = 259,5). Le colorant injecté (fluorescéine) est ressorti au Bief de Bran (rive droite du Dessoubre).

LES TRAVAUX DE LIEVRE (1940)

Grâce à la désobstruction de dolines et l'agrandissement de cavités étroites, LIEVRE a mis en évidence la présence d'un important collecteur karstique (rivière souterraine) au droit de la vallée qui, de Reclère se dirige vers Rocourt puis Chevenez et rejoint Porrentruy où l'eau ainsi drainée alimenterait les fontaines de cette ville, les eaux proviendraient du val de Reclère et des plateaux jurassiques situés plus au Nord (région de Grandfontaine-Suisse). Cependant, les limites du bassin versant ne sont pas connues avec précision.

REMARQUES SUR LES CIRCULATIONS KARSTIQUES

Les données recueillies permettent de faire quelques remarques.

- Rôle de la ligne de la Ferrière :

Les expériences de traçage des Seignes de Belfays et de Dampri-chard montrent que cette ligne se comporte comme une ligne de partage des eaux. Ce comportement est dû à sa position haute et au fait qu'elle limite des structures dont les axes s'abaissent de la ligne de la Ferrière vers l'Est et l'Ouest.

- Rôle de la faille de Montandon :

Il semble qu'elle joue un rôle d'écran. Le relèvement du secteur qu'elle limite à l'Est a entraîné l'abaissement vers l'Ouest des structures (carte géologique de Maiche au 1/50000), facilitant l'écoulement des eaux vers le Bief de Bran.

- Rôle du Lomont et de la zone faillée de la Villa des Roses :

Le Lomont semble être une limite hydrogéologique : les eaux de pluies tombées sur l'aire synclinale de Chamesol-les-Etabons dont une partie se perd près de la ferme de la Tannerie réapparaissent à la source du Château de la Roche. Les eaux des sources du Fahys proviennent sans doute de la région du Lomont (dolines du Lomont), se perdent et pourraient rejoindre le grand collecteur du Val de Reclère. Enfin, celles tombées sur le bois Courbot (flanc sud du synclinal de Villars-les-Blamont) doivent s'écouler vers Pierrefontaine-les-Blamont et rejoindre le système karstique de la Creuse.

CONCLUSION

En dehors des écoulements de surface dont le Doubs est le principal élément, la région est drainée par voie souterraine.

Le manque d'information (expériences de traçage) ne permet pas de définir les bassins d'alimentation des différentes sources karstiques. Il semble cependant que les écoulements karstiques soient facilités par la présence de couches peu perméables (marnes) et l'abaissement axial de certains plis. L'installation des composantes du système karstique (dolines, gouffres et grottes) est liée à la différence lithologique (marnes et calcaires) des niveaux affleurants, à leur alternance, et à leur position structurale. Enfin, la présence d'un écoulement de surface important aux périodes glaciaires et périglaciaires est matérialisée par de nombreuses vallées sèches.

MORPHOLOGIE

1. The first part of the document
describes the general situation
and the objectives of the project.
It also mentions the main results
of the study.

The second part of the document
contains the detailed description
of the methodology used in the study.
This includes the data collection
methods and the statistical analysis.

MORPHOLOGIE

INTRODUCTION

L'aspect morphologique actuel de la région étudiée découle d'une combinaison de phénomènes lithologiques, tectoniques et climatologiques au cours d'une longue période qui s'étend du Tertiaire à l'actuel.

Aujourd'hui, l'aspect général de la région montre une opposition très nette entre les formes morphologiques des plateaux du Nord et de la zone plissée du Sud (voir Fig. 31). La recherche d'éléments morphologiques anciens est rendue malaisée par l'intense érosion actuelle qui affecte cette région et en particulier les zones plissées.

LES FACTEURS DE L'EVOLUTION MORPHOLOGIQUE

LA LITHOLOGIE

Le contraste entre les roches dures (calcaires) et les roches tendres (marnes et marnocalcaires) et leur alternance ont favorisé une érosion différentielle. Cette résistance faible ou forte à l'érosion est directement liée à la compétence des roches. En outre, la solubilité des calcaires est responsable de l'apparition d'un modèle karstique dont les formes ont été décrites au chapitre Hydrogéologie.

LA STRUCTURE

Malgré l'extrême découpage des plis par des accidents transverses ou longitudinaux on retrouve les formes classiques du relief jurassien bien exprimées par les différences lithologiques. Quelquefois même s'observent des reliefs inverses dus à l'action plus énergique de l'érosion.

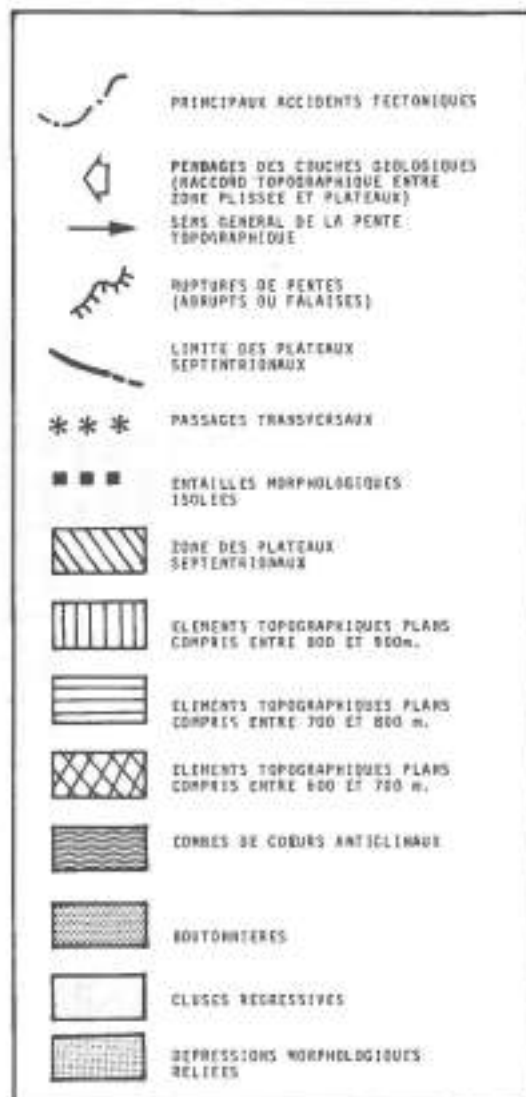
LA CLIMATOLOGIE

L'ensemble de la chaîne jurassienne a subi des variations climatiques importantes tout au long de son histoire tertiaire et quaternaire. La région qui nous intéresse n'a pu échapper à ce phénomène.

Le climat actuel est de type tempéré. Les températures moyennes sont relativement basses (8,5° à Vaufrey) et les précipitations moyennes oscillent entre 1100 mm et 1200 mm d'eau par an. Ces conditions favorisent la dissolution des calcaires entraînant la formation d'un modelé karstique. La gélifraction due aux alternances de cycle Gel-Dégel et les différences de températures diurne-nocturne au cours des mois d'hiver sont les facteurs principaux du recul des falaises et de la formation de cônes d'éboulis au pied de ces escarpements.

Les témoins des époques glaciaires et périglaciaires sont restreints. Cependant, les cycles Gel-Dégel sont à l'origine de dépôts cryoclastiques tels que les groises (cf. p. 52) ; l'existence d'un sol gelé durant ces périodes et en particulier aux périodes périglaciaires a empêché l'enfouissement des eaux de surfaces dans le sol entraînant la formation de vallées sèches.

FIG. 31: SCHEMA MORPHOLOGIQUE



La présence d'un climat chaud de type tropical au cours du Tertiaire est admis pour l'ensemble de la chaîne jurassienne. L'existence d'argiles rouges au sein des conglomérats tertiaires que l'on trouve sur le secteur étudié s'accorde d'un climat de ce type. Sous ce climat chaud et sans doute humide, de grandes surfaces d'érosion, type pédiplaines, ont pu s'installer.

MORPHOLOGIE ACTUELLE (Fig. 31)

Aux structures plissées du Sud, caractérisées par un découpage morphologique important, s'opposent les plateaux de l'Avant-Pays, vaste surface plus ou moins plane entaillée par les cours du Gland, à l'Ouest, et de l'Allaine à l'Est.

MORPHOLOGIE DES STRUCTURES PLISSEES

La vallée du Doubs est une entaille profonde qui donne au paysage son caractère essentiel. Les flancs de la vallée subissent une érosion intense qui entraîne le recul des falaises aux pieds desquelles s'installent des talus d'éboulis importants. L'alternance de niveaux tendres (marnes) et résistants (calcaires) plus ou moins subhorizontaux a favorisé l'établissement d'une morphologie en gradins.

L'encaissement profond du Doubs et le découpage important de la région suggère un enfoncement rapide de la rivière lié à un rehaussement général de l'ensemble du secteur plissé. Le fait que le Doubs possède des méandres recoupant les plis est une conséquence de cet enfoncement. La rivière semble avoir conservé un profil acquis au cours de son installation sur une surface plus ou moins plane.

En dehors de cette dépression remarquable, l'alternance calcaires-marnes et l'allongement des plis suivant une direction EW ou SE-NW, combinés à l'érosion normale des niveaux marneux sont à l'origine de la formation de combes marneuses parallèles à la vallée. Ces dégagements s'accompagnent de la formation de crêts, de monts dérivés plus ou moins marqués et participent à l'élaboration de structures morphologiques inversées (synclinaux perchés). La présence de zones de faiblesses tectoniques perpendiculaires aux plis (failles en particulier) semble être à l'origine de dépressions plus ou moins marquées (cluses régressives, passages transversaux et boutonnières).

LES MONTS ET LES VAUX

Ces ondulations topographiques (Vaux et Monts) qui se calquent exactement sur les structures synclinales et anticlinales sont rares. Seuls le val de Reclère et le mont de Damvant répondent à ces définitions.

LES COMBES

Les seules véritables combes (dépression occupant le cœur d'une structure anticlinale) sont celles de Moron et de Roche d'Or (Fig. 31) qui affouillent les niveaux liasiques.

LES COMBES ADJACENTES

Elles se sont formées aux dépens des marnes oxfordiennes sur les flancs des plis (Combe Malaux, près au Comte, Combe du Fol, les Envers au Sud de Chauvillers). Leur approfondissement entraîne l'apparition de crêts de Jurassique supérieur liés parfois à une inversion de relief (synclinaux perchés des Etavons et de Saussi ; aire synclinale de Montursin Vernois le Fol).

LES BOUTONNIERS DE SOUS LES ROCHES (BRESSAUCOURT ET CHEVENEZ)

Ce sont des dépressions comparables aux combes, dégagées dans une ondulation anticlinale, ouvertes sur un flanc par l'intermédiaire d'un Ruz. Leur présence est liée à des accidents orthogonaux aux plis.

LES MONTS DERIVES

Les masses de Jurassique moyen topographiquement hautes, la plupart du temps structurées en anticlinaux, ne forment pas de véritables monts dérivés. En effet, si les anticlinaux forment des croupes plus ou moins arrondies, le dégagement des combes adjacentes n'est pas assez important pour les individualiser parfaitement. De plus, la présence d'accidents longitudinaux sur les flancs nord des plis (chevauchements) entraîne la disparition des niveaux du Jurassique supérieur et en particulier de l'Argovo-oxfordien et l'érosion différentielle ne joue plus alors que sur le flanc sud. (anticlinal de Chauvillers, anticlinal de Sous-les-Roches).

LES CLUSES

Il n'existe pas dans la région étudiée de cluses véritables ; par contre, il existe des cluses régressives et des passages transversaux (MONTBARON, 1975). Les cluses régressives sont des dégagements entaillés au travers des plis anticlinaux où les cours d'eaux sont peu importants ou absents (Cluse de Soultz-Cernay, cluse de Chauvillers, cluse de Soubey, cluse de Montjoie). Les passages transversaux sont des dépressions peu marquées qui traversent perpendiculairement les plis (Les Plains et Grands-Essarts, Glère, Bremoncourt Nord et Sud). Cluses régressives et passages transversaux se situent généralement aux points de jonction de combes adjacentes ou bien encore sur le passage d'un ancien cours d'eau. Leur mise en place semble liée à la présence de failles orthogonales aux plis. Le creusement des cluses régressives qui présentent pour la plupart une pente importante ne semble pas avoir suivi l'enfoncement rapide du Doubs.

LES DEPRESSIONS ET RAVINS ISOLES

Ces éléments, orthogonaux aux structures (vallée des Bois, Bouverance, La Seigne) sont en liaison directe avec des accidents structuraux de même direction qui mettent en contact des niveaux marneux tendres et des niveaux résistants calcaires.

LES PLATEAUX DE L'AVANT-PAYS

Ils se présentent comme une vaste surface plus ou moins ondulée, dont l'altitude moyenne est de 550 m. Ils sont dominés par la masse de la zone plissée. Les vallées du Gland à l'Ouest et de l'Allaine à l'Est entaillent profondément ces plateaux. Une troisième dépression orientée W.SW-E.NE correspond à la vallée sèche qui de Rocourt se suit jusqu'à Porrentruy.

Ces plateaux correspondent à une structure géologique tabulaire hachée de failles essentiellement méridiennes. Si le tracé des failles est souligné au Sud-Est par des petites vallées très étroites remontant vers les zones chevauchantes (vallées sèches au Sud de Rocourt, Chevenez), il n'en est pas de même ailleurs où l'érosion semble avoir effacé les reliefs.

A une échelle plus importante on peut voir que cette zone tabulaire s'abaisse du SW vers le NE en direction du Fossé Rhéman. L'enfoncement plus important de la vallée du Gland et de ses affluents (-150 m par rapport à la surface du plateau) en regard de l'enfoncement moindre de la vallée de l'Allaine, (-100 m par rapport à la surface du plateau) semble lié à ce phénomène, résultat probable d'un relèvement de la bordure ouest des plateaux.

Hormis l'érosion régressive, combinée à ce relèvement, responsable de l'installation de vallées encaissées, l'érosion karstique est actuellement la principale responsable du modelé de la région (dolines, gouffres, grottes).

LES SURFACES D'EROSION

De nombreux auteurs et en particulier L. GLANGEAUD (1949), M. DREYFUSS (1960) et A. CAIRE (1963) considèrent que des surfaces d'érosion évoluant sous l'action des eaux de surface en climat chaud se sont installées dans le Jura au cours du Tertiaire. Deux surfaces se seraient individualisées. La première, polygénique, serait d'âge anté-pontien ; la seconde qui s'emboîterait dans la précédente, dégagée à partir de la plaine suisse serait postérieure au soulèvement paroxysmal du Jura, c'est-à-dire pontienne.

Pour A. CAIRE (1963) la région des chevauchements du Clos-du-Doubs est recoupée par la surface d'érosion pontienne qui se rattache à la surface du plateau de Maiche qui est elle-même le prolongement de la surface d'Ornans sens strict. Elle serait localement déformée par les érosions récentes mettant en valeur la structure et la lithologie.

Par opposition à cette région plissée, tranchée par la "surface de Maiche" dont l'altitude moyenne est de 800 m, le secteur des plateaux septentrionaux s'inscrit nettement en contrebas à une altitude moyenne de 550 m. Pour VONDERSCMITT (1951) et A. CAIRE (1963) il s'agit d'une surface due à une phase érosive qui a débuté à l'Oligocène donc anté-pontienne.

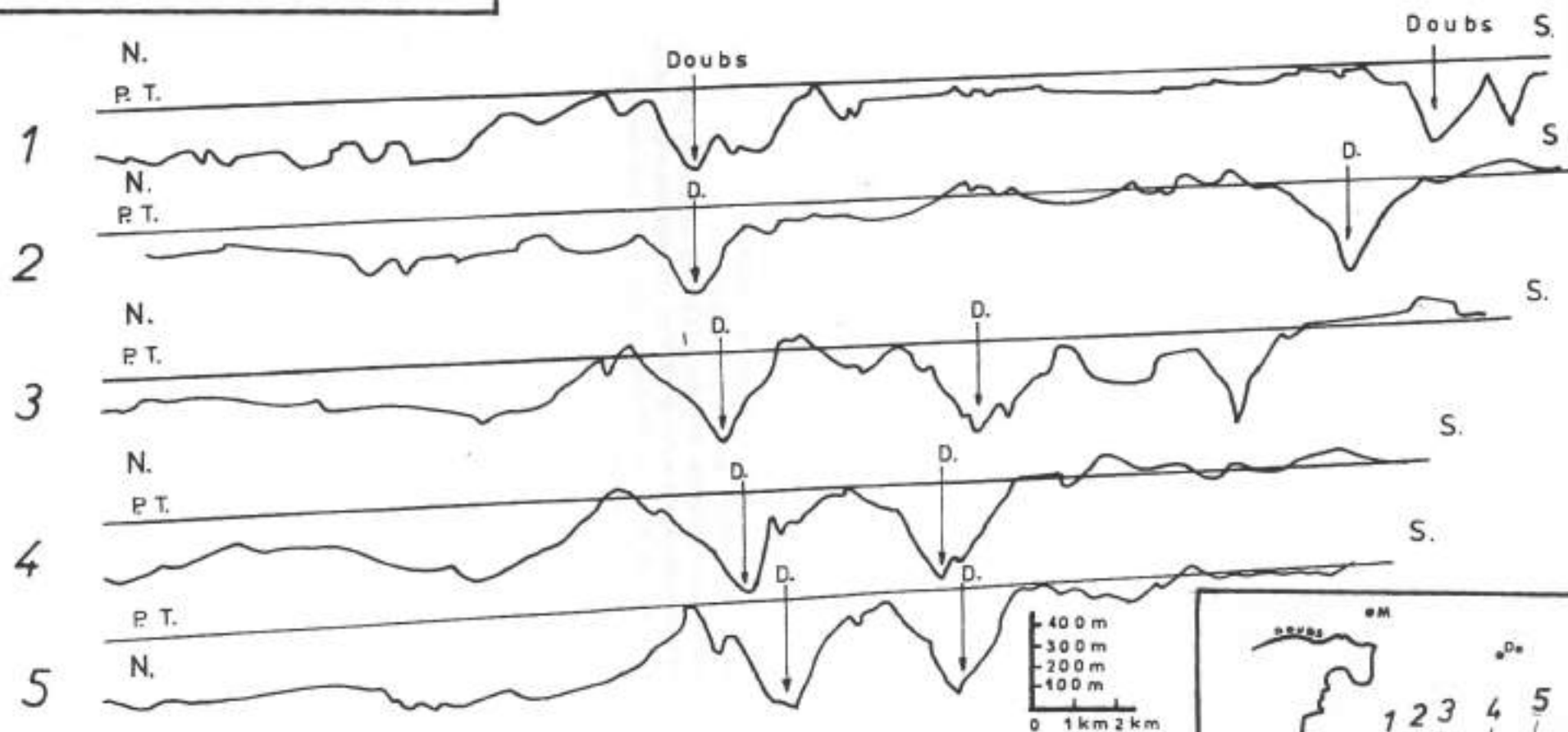
Pour J.E. MARTIN (1975) il n'existe qu'un seul cycle d'érosion conduisant à l'élaboration incomplète d'une "surface" postérieure à la mise en place du Jura basculée ultérieurement, dans son ensemble, autour d'une charnière confondable avec la vallée de l'Ognon. Un relèvement ultérieur de l'ensemble du Jura aurait facilité une reprise de l'érosion entraînant l'apparition de dégagements structuraux assimilables à des petites surfaces d'érosion. Un secteur entier, la région au Nord du Lomont, situé en contrebas du plan théorique de la surface échappe à ce phénomène et la dénivellation observée entre les deux secteurs serait d'origine tectonique.

La carte géomorphologique (Fig. 31) et les profils topographiques (Fig. 32) réalisés à intervalle régulier sur l'ensemble de la région, à l'échelle du 1/50 000^e et dont les hauteurs ont été multipliées par cinq (méthode de J.E. MARTIN, 1975) montrent qu'il existe effectivement un gradin morphologique inférieur et un gradin supérieur reliés entre eux par une pente de raccordement plus ou moins marquée.

Le gradin morphologique supérieur est extrêmement disséqué par l'érosion actuelle (cf. morphologie des zones plissées au paragraphe précédent). Cependant, des éléments morphologiques plans, subhorizontaux apparaissent à diverses altitudes ; ils correspondent pour la plupart, à des zones d'élévations structurales (Malm des anticlinaux coffrés et chevauchants de Chauvillers et de Sous-les-Roches, anticlinaux de Côte Bray et de Courtefontaine, zone du Lomont, anticlinal de Damvant, synclinaux perchés de Montandon, Saussi et Chamesol-les-Etabons). A une échelle plus importante (régionale) on constate

Fig. 32 : PROFILS TOPOGRAPHIQUES

A L'ECHELLE REGIONALE



1 Profil topographique N°1

P.T. Profil théorique

de J.E. MARTIN (1975)

H.T. <-> Limite de la Haute Chaîne

L. - - - Lomont

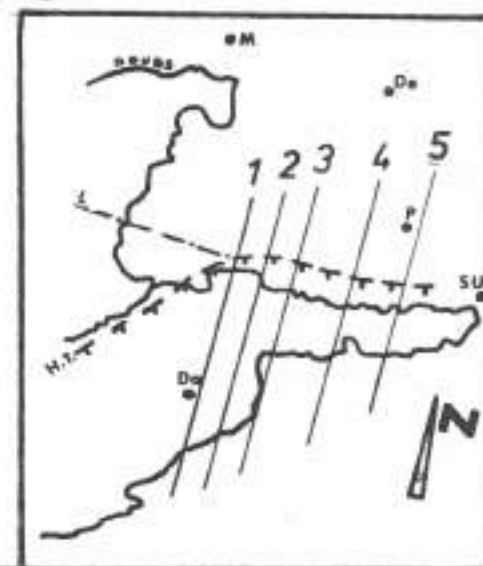
Da. Damprichard

De. Delle

M. Montbeliard

P. Porrentruy

S.U. Saint-Ursanne



que l'altitude des sommets topographiques décroît régulièrement du Sud au Nord et que bon nombre d'entre eux ne s'intègrent pas à la surface supposée. Il semble donc que la morphologie apparaît conforme à la structure et n'apporte pas de façon certaine, tout du moins dans la région étudiée, de preuves irréfutables de la présence d'une surface d'érosion.

. Le gradin inférieur est constitué de plateaux calcaires plus ou moins plats dont la pente générale est dirigée vers le Nord-Est en direction du Fossé Rhénan. Cet abaissement général du secteur en direction du Fossé Rhénan est confirmé par l'observation des profils topographiques réalisés (Fig. 32). En effet, on remarque, en surimposant à ces profils le profil théorique de J.E. MARTIN (1975) que le volume compris entre ce profil et la surface topographique actuelle augmente de l'Ouest vers l'Est. Nous avons vu que L. VONDERSCHMITT (1951) et A. CAIRE (1963) considèrent que cette surface s'est établie à partir d'une phase érosive qui a débuté à l'Oligocène, réactivée ultérieurement en fonction des niveaux de base périphérique. Ainsi, on pourrait considérer la bordure sud-ouest du Fossé Rhénan comme un de ces niveaux de base. Cependant, là encore, l'érosion actuelle et subactuelle essentiellement karstique, et la réactivation des processus érosifs après mouvement tectonique semblent avoir effacé toute trace de surface d'érosion.

. L'observation du raccord entre les plateaux et la zone plissée amène à constater une différence essentielle entre l'Ouest (région du Lomont et de Damvant-Rocourt) et l'Est (région de Rocourt-Chevèze). A l'Ouest, le raccord est structural ; la surface topographique suit parfaitement la remontée en anticlinal (anticlinal du Lomont, anticlinal de Damvant) des couches subhorizontales des plateaux. Par contre, à l'Est, le raccord se fait par un escarpement topographique qui tranche les couches subhorizontales du plateau et qui se poursuit par l'escarpement de front de chevauchement correspondant à la retombée des anticlinaux chevauchants de Roche d'Or et Sous-les-Roches. Ce raccord apparaît donc comme un raccord dû à la tectonique malgré la différence de comportement entre l'Ouest et l'Est.

CONCLUSION

La morphologie de la région étudiée est caractérisée par l'opposition entre les formes très découpées du secteur plissé et la surface plus ou moins plane des plateaux septentrionaux. La morphologie actuelle de la zone plissée apparaît conforme à la structure et ne présente pas de preuves certaines de l'existence d'une ancienne surface d'érosion. Cependant, cette surface a pu être démantelée par une reprise d'érosion due à des mouvements ultérieurs à son installation (basculement du Jura vers le Nord) et par l'érosion karstique. Il en est de même pour les plateaux du Nord où une surface se serait installée dès l'Oligocène. Le raccord topographique entre les deux zones que l'on peut voir aujourd'hui est lié à la tectonique et à un soulèvement récent de cette portion du Jura.

W
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

HISTOIRE GEOLOGIQUE

HISTY
GEOLOGI

HISTOIRE GÉOLOGIQUE

La stratigraphie, la structure, la morphologie et l'hydrologie de la zone étudiée se sont élaborées au cours de son histoire géologique dont le déroulement est à rapprocher de l'histoire géologique de l'ensemble de la région. A travers les observations faites sur le secteur et en tenant compte des nombreux travaux ayant pour cadre les régions voisines (région de Montbéliard, Fossé Rhénan, Jura suisse) nous allons essayer de retracer l'histoire de la région.

SECONDAIRE

Il correspond à une période de sédimentation. La série stratigraphique visible s'étage du Trias supérieur au Portlandien. Elle est incomplète puisque les dépôts d'âge crétacé n'existe pas.

Au Trias : les rares témoins de la sédimentation triasique (dolomies et marnes bariolées) montrent qu'elle était comparable à celle de l'ensemble du Jura, c'est-à-dire de type germanique.

Au Lias : Les dépôts sont épais et essentiellement marneux.

A l'Aalénien : la région est occupée par un haut fond (Haut-Fond Nord jurassien) aux niveaux condensés et variés typiques.

Au Jurassique moyen et supérieur : s'installe une sédimentation à dominante carbonatée, constituée d'une alternance de couches calcaires (Bajocien, Bathonien, Callovien, Oxfordien supérieur, la presque totalité du Kimméridgien et le Portlandien) et de couches marneuses (Bathono-callovien, Oxfordien inférieur et marnes du "Séquanien"). Ces dépôts sont les témoins de la présence d'une plate-forme carbonatée connue sur l'ensemble du Jura. Les variations de faciès observées sur le secteur et qui s'opèrent d'Ouest en Est ou du Nord-Ouest vers le Sud-Est sont probablement liées à des déformations qui affectent l'ensemble de la plate-forme.

Au Crétacé : L'histoire de la région ne peut être reconstituée faute de dépôts de cet âge sur l'ensemble du secteur et des régions proches.

TERTIAIRE

L'histoire tertiaire de la région est difficile à reconstituer si on ne fait pas appel aux travaux réalisés sur les régions voisines et en particulier la région de Montbéliard, le Jura Suisse septentrional et le Fossé Rhénan.

A l'Eocène : le Fossé Rhénan s'ébauche, le Jura exondé subit une altération superficielle qui fournit les dépôts sidérolithiques de la région de Montbéliard. Les plateaux de l'Avant-Pays acquièrent une

pente dirigée vers le Fossé Rhéna. Des failles de directions méridiennes et subméridiennes ont pu se dessiner ainsi que des plis à grands rayons de courbure.

A l'Oligocène : la dépression du Fossé Rhéna s'accroît, la chaîne du Mont Terri prend naissance et la région de Montbéliard constitue le fond d'un golfe occupant la Dépression Alsacienne. La région considérée subit des mouvements importants qui ont pour conséquences l'apparition de plis bien individualisés et de failles subméridiennes qui guideront ultérieurement la mise en place définitive de la région. Les reliefs ainsi créés sont attaqués par l'érosion ; les calcaires du Jurassique supérieur qui seuls affleurent, fournissent les éléments à l'élaboration de conglomérats par des ruisseaux installés dans les dépressions synclinales et qui rejoignent vers le Nord la mer oligocène du Fossé Rhéna.

Au Miocène : l'érosion se poursuit pendant une longue période de calme tectonique ; les reliefs dus à la phase oligocène sont attaqués en fonction des niveaux de base périphériques que constituent la bordure méridionale du Fossé Rhéna au Nord et la plaine molassique suisse au Sud.

Au Pontien : l'exhaussement général du Jura s'accompagne de mouvements tectoniques importants. Les plis déjà bien marqués à l'Oligocène s'accroissent et se coiffent. Les accidents subméridiens jouent en décrochements et servent de guides à la mise en place définitive des structures actuellement visibles. La compression importante entraîne le cisaillement des flancs nord de la plupart des anticlinaux qui viennent chevaucher les synclinaux voisins et la région plus ou moins stable de l'Avant-Pays.

Au Pliocène : les preuves de transformation n'existent pas dans la région mais on peut supposer que, à l'image de ce qui est connu dans d'autres secteurs de la Chaîne, la zone considérée se relève dans son ensemble. La partie méridionale plissée se relevant plus rapidement et d'avantage, les cours d'eau, et en particulier le Doubs, s'enfoncent sur place conservant leurs anciens profils. Il est probable que des réajustements infimes provoquent alors l'apparition de petites failles qui recoupent les structures chevauchées et chevauchantes.

QUATERNAIRE

Là encore, les indices sont aussi ténus. Cependant, le réseau fluvial continue de s'enfoncer ; l'érosion karstique, probablement déjà présente dès le Miocène, s'intensifie sauf aux périodes glaciaires et périglaciaires où un pergélisol interrompt l'infiltration des eaux provoquant l'apparition de vallées qui deviendront sèches à la suite de la reprise de l'infiltration due au réchauffement du climat.

Des déformations récentes sont certainement responsables de la présence de terrasses alluvionnaires (Würm ?) à quelques vingt mètres au-dessus du lit actuel du Doubs.

L'évolution actuelle réside essentiellement dans une mobilisation des nombreuses formations marneuses et éboulées qui longent la vallée du Doubs.

CONCLUSION GENERALE

1971

1971

1971

CONCLUSION GENERALE

L'étude réalisée sur le secteur de la vallée du Doubs et ses abords à l'Est de Saint-Hippolyte a permis d'apporter des précisions sur la géologie de la région.

EN STRATIGRAPHIE

. La variation de faciès du Bathonien d'Ouest en Est a été confirmée et précisée.

. La présence constante d'un niveau à dominante marneuse, riche en *Pholadomyes* de grande taille, marque la limite des calcaires bajociens et bathoniens.

. La description de nouvelles coupes dans les niveaux oxfordiens (faciès argovien et rauracien) a permis de préciser les variations de faciès de cet étage déjà mentionnées par M.A. ZIEGLER (1962).

. Les faciès du Kimméridgien de la région ont été rapprochés de ceux décrits par Ch. CONTEJEAN (1859) et P. HANTZPERGUE (1973) dans la région de Montbéliard.

. L'ensemble des dépôts conglomératiques tertiaires, d'origine fluviatile, a pu être attribué à l'Oligocène par comparaison aux dépôts connus en territoire suisse.

EN TECTONIQUE

. La description structurale montre que :

- La zone étudiée comporte deux secteurs tectoniques essentiels :

+ un avant-pays plus ou moins déformé où se retrouve l'anticlinal du Lomont et la bordure méridionale des plateaux du Jura septentrional.

+ une zone plissée ("Haute-Chafne" ou Haut Jura), occupée par de nombreux plis coffrés et des chevauchements importants.

- La limite entre ces deux domaines est soulignée par une importante zone tectonique, orientée SW-NE, caractérisée par un accident inverse parfois chevauchant, la non-concordance des plis de part et d'autre de l'accident, la torsion des axes de plis de chaque compartiment au contact de l'accident.

- Deux séries d'accidents subméridiens regroupés en couloirs perturbent l'arrangement propre à chaque compartiment.

- Les chevauchements et abaissements axiaux sont en liaison génétique avec les accidents subméridiens.

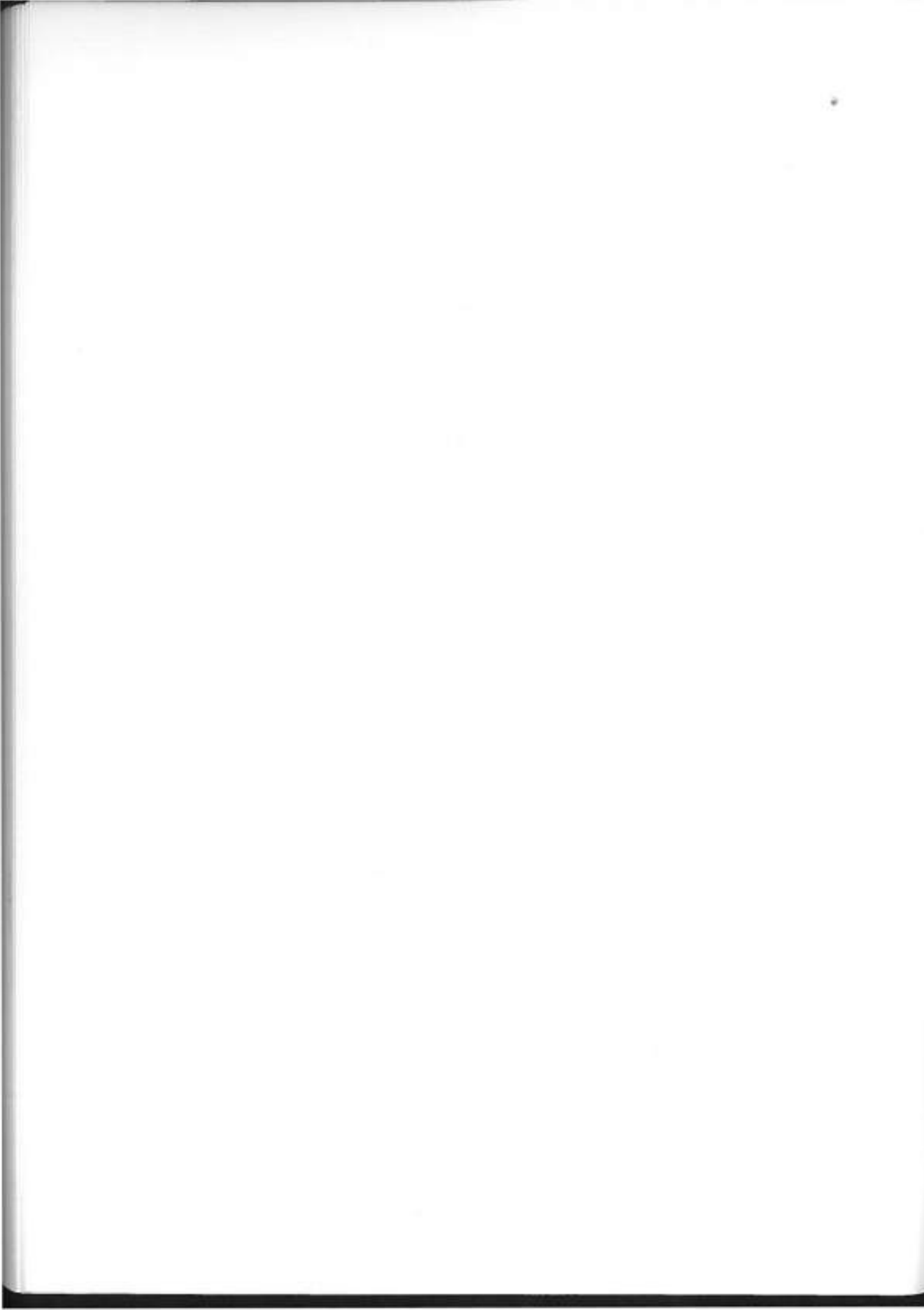
. La comparaison avec les régions voisines permet d'inclure la région étudiée dans l'ensemble du complexe Fossé Rhénan - Plateaux du Jura septentrional - Jura plissé.

. La présence de discontinuités dans le socle permet seule d'expliquer les structures visibles dans la couverture sédimentaire.

EN HYDROLOGIE

Malgré la nécessité d'une étude approfondie on a pu constater qu'une partie des circulations karstiques ne sont pas guidées par les contacts anormaux transverses mais suivent les directions d'abaissements axiaux et traversent les chevauchements.

BIBLIOGRAPHIE



BIBLIOGRAPHIE

- ANGELI B. (1969) - La structure synclinale de l'Isle sur le Doubs (données destinées à des recherches d'eaux profondes). *Thèse 3ème cycle Besançon*, 130 p.
- AUBERT D. (1969) - Phénomènes et formes du karst jurassien. *Eclogae Géol. Helv.* vol. 62, fasc. 2, p. 325-399, 44 fig. 4 tabl.
- AUBERT D. (1975) - L'évolution du relief jurassien. *Eclogae Géol. Helv.* vol. 62, fasc. 1, p. 1-64, 29 fig. 4 tabl.
- BASSETO D. (1957) - Etude géologique dans le Jura du Doubs. *D.E.S. Besançon*, 40 p., 4 pl. h.t., 1 carte
- BAUER J.C. (1958) - Contribution à l'étude géologique de la région à l'Est de Saint Hippolyte (Doubs). *D.E.S. Besançon*, 50 p., 4 pl. h.t.
- BERGERAT F. (1977) - La fracturation de l'Avant-pays jurassien entre les fossés de la Saône et du Rhin ; analyse et essais d'interprétation dynamique. *Rev. Géogr. Phys. Géol. Dynam. Paris*, (2), vol. XIX fasc. 4, p. 325-337, 6 fig.
- BULLE J., MARTIN J., ROLLET M. (1969) - La région des Planches-en-Montagnes (Jura). Essai d'interprétation tectonique. *Féd. Soc. Hist. Nat. Franche Comté*, nouvelle série, t. 71, fasc. 3, p. 1-4, 3 fig.
- BUXTORF A. (1909) - Über den Gebirgsbau des Clos der Doubs und der Vellerat-Kette im Berner Jura. *Berichten über die Versammlungen des Oberrheinischen Geologischen Vereines*, p. 74-86
- BUXTORF A. et LEHNER E. (1920) - Rheintalische Brüche in der Montterrible-Kette und im Clos du Doubs. *Eclogae Géol. Helv.*, Bâle, vol. XVI, n° 1 p. 71-79, 2 fig.
- CAIRE A. (1963) - Problème de tectonique et morphologie jurassienne. *Livre à la mémoire du Professeur Paul FALLLOT, Mém. hors série Soc. Géol. Fr.*, t. 2, p. 105-158, 17 fig.
- CAIRE A. (1973) - Sur quelques caractères et propriétés des gerbes de failles. *Ann. Sc. Univ. Besançon*, 3ème série, Géol., fasc. 20, p. 55-71 8 fig.
- CAIRE A. (1977) - Interprétation unitaire des fossés de Limagnes, de la Bresse et du Rhin. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 285, série D, p. 1279-1281 1 fig.
- CHAUVE P. & PERRIAUX J. (1974) - Le Jura. *Debelmas J. Géologie de la France Doyn Edit.*, Paris, p. 443-464, 11 fig.

- CHAUVE P. & Coll. (1975) - Guides géologiques régionaux : Le Jura, *Masson et Cie Edit.*, Paris, 215 p. 129 fig., 6 pl.
- CLIN M. (1967) - Interprétations cinématiques en chaînes plissées sous faible couverture : le Jura méridional. Etages tectoniques. *Colloque de Neuchâtel, A La Baconnière Neuchâtel Edit.*, (18-21 Avril 1966) p. 315-332, 11 fig.
- CONTEJEAN Ch. (1858) - Etude de l'étage Kimméridgien dans les environs de Montbéliard. 1 vol. 352 p.
- CONTEJEAN Ch. (1859) - Monographie de l'étage Kimméridgien du Jura de la France et de l'Angleterre. *Thèse Fac. Sc. Besançon, Imprimerie H. Barbier, Montbéliard*, 1 vol. 313 p.
- CONTEJEAN Ch. (1862) - Description physique et géologique de l'arrondissement de Montbéliard. *Mém. Soc. Emul. de Montbéliard*, 2ème série, 1er vol. p. 41-126
- CONTINI D. (1970) - L'Aalénien et le Bajocien du Jura Franc-Comtois. *Thèse Sc. Besançon, Ann. Sc. Univ. Besançon*, (3), Géol., fasc. 22, p. 49-58, 3 fig.
- CONTINI D. (1972) - Le Jurassique en Franche-Comté. *Ann. Sc. Univ. Besançon*, (3), Géol., fasc. 17, p. 3-19, 6 fig.
- CONTINI D. (1975) - Evolution des milieux de sédimentation au cours de l'Oxfordien en Franche-Comté. *Bull. Féd. Hist. Nat. Franche-Comté*, t. 77 p. 43-54, 5 fig.
- CONTINI D. & HANTZPERGUE P. (1973) - Le Kimméridgien de la région de Montbéliard *Ann. Sc. Univ. Besançon*, (3), Géol. fasc. 18, p. 143-179
- CONTINI D. & THEOBALD N. (1974) - Relation entre le fossé Rhénan et le fossé de la Saône. Tectonique des régions sous vosgiennes et préjuras-siennes. *Illies H. et Fuchs K. Approches to Taphrogenesis.Sc. Report*, n° 8, Stuttgart, p. 310-321, 5 fig.
- DEVANTOY J.B. (1962) - Quelques observations stratigraphiques sur la feuille de Delle au 1/50 000°. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, n° 269 t. LIX, p. 35-42, 2 fig.
- DIEBOLD P. (1960) - Geologie des Gabetes von Siegfriedblatt Ocourt (Berner Jura). *Mat. pour La Carte Géol. Suisse*, 1 vol., 61 p., 11 fig. 4 tabl.
- DREYFUSS M., THEOBALD N., THIEBAUT J. (1962) - Vue d'ensemble sur le Jura franc-comtois et la retombée méridionale des Vosges. *Ann. Sc. Univ. Besançon*, (2), Géol., fasc. 6, p. 50-59, 5 fig.
- ETALLON A. (1860) - Sur les rayonnées des terrains jurassiques supérieurs des environs de Montbéliard. *C.R. Situation et Travaux Soc. Emul. Montbéliard*, Mai 1859-Mars 1860, p. 23-58, 6 pl.
- FALLOT P. (1926) - Révision de la feuille de Montbéliard au 80.000°
I : Région de Vaufrey-Bremoncourt, II : Faille de Montandon.
Bull. Serv. Carte Géol. Fr., n° 170, t. XXXI, 1927-28, p. 35-36.

- FALLOT P. (1926-1927) - Révision de la feuille de Montbéliard au 1/80.000° :
II : La vallée du Doubs. III : Accidents du Clos du Doubs.
IV : Les anticlinaux du Sud de Saint-Hippolyte. *Bull. Service Carte Géol. Fr.*, n° 166, t. XXXI, p. 79-81, 1 fig.
- FALLOT P. (1929) - Révision de la feuille de Montbéliard au 1/80.000°
Région de Saint Hippolyte-Bremoncourt. *Bull. Service Carte Géol. Fr.*, n° 176, t. XXXIII, p. 60-61, 1 fig.
- FALLOT P. (1930) - Révision de la carte de Montbéliard au 1/80 000°. Région
du Clos du Doubs. *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.* n° 177, t. XXXIV
p. 71-72.
- FALLOT P. (1931) - Esquisse géologique des abords du Doubs de Villars sous
Damjoux à Bremoncourt. *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.* n° 181,
t. XXXIV, p. 56-92.
- FALLOT P. & CORROY G. (1931-1932) - Note stratigraphique préliminaire sur la
région comprise entre Baumes-les-Dames et Bremoncourt. *Bull.
Serv. Carte Géol. Fr.*, n° 181, t. XXXIV.
- FALLOT P., CORROY G., GARDET G. (1933) - Données stratigraphiques et tectoniques
nouvelles sur la feuille de Montbéliard. *Bull. Serv. Carte Géol.
Fr.*, n° 181, t. XXXIV, p. 337-340
- FILLIAT Georges (1954) - Le Jura français entre Maïche et le Doubs.
*Unpubl. Diplomarb. ETH Zürich (Manuskript deponiert in der
Bibliothek des geol. Inst. der E.T.H. (Zürich).*
- FOURNIER E. (1919) - Structure du Jura aux environs de Saint Hippolyte et de
Vaufrey, dans le Clos du Doubs et la vallée à l'aval du Saut.
Bull. Serv. Carte Géol. Fr., t. XXIV, p. 139-148
- FOURNIER E. (1920) - Nouvelles études sur la Franche-Comté et sur la partie
du Jura bernois et neuchatelois limitrophe de la vallée du Doubs.
Bull. Serv. Carte Géol. Fr., n° 141, t. XXIV, p. 129-148.
- FOURNIER E. (1921) - Nouvelles observations sur la tectonique de la vallée
du Doubs entre Saint Hippolyte et le Saut du Doubs. *Bull. Soc.
Hist. Nat. du Doubs*, n° 32, p. 84-87, 3 fig.
- FOURNIER E. (1923) - Explorations souterraines en Franche-Comté grottes et
rivières. *La Solidarité. Imprimerie Coopérative Ouvrière, Besançon*
185 p., 59 fig.
- FOURNIER E. (1923) - Explorations souterraines en Franche-Comté. Les gouffres.
Jacques et Demontrond Edit., Besançon, 212 p., 51 fig.
- GELARD J.P. (1977) - Arguments en faveur de l'existence d'un linéament la
Serre - Aloxe Corton - Decize. *5ème Réun. Ann. Sc. Terre, Rennes*,
p. 242
- GERARD Ch. (1929) - Sur un gisement fossilifère aalénien à Vaufrey (Doubs).
Bull. Service Carte Géol. Fr., n° 11, p. 158-159

- GIRARDOT A. (1922) - Géologie stratigraphique de la Franche Comté septentrionale *Librairie Marion Besançon*, 240 p.
- GLANGEAUD L. (1943) - Gravimétrie, tectonique fine et structure profonde de la bordure externes du Jura. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 216, série D, p. 671-673
- GLANGEAUD L. (1949) - Les caractères structuraux du Jura. *Bull. Soc. Géol. Fr.* (5), t. XIX, p. 669-688
- GLANGEAUD L. (1949) - Le rôle du socle dans la tectonique du Jura. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, t. 73, p. 57-94, 15 fig.
- GLANGEAUD L. (1949) - Evolution morphotectonique du Jura septentrional pendant le Miocène supérieur et le Pliocène. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 229, p. 720-722.
- GLANGEAUD L. (1951) - Les problèmes du Jura. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (6), t. 1 p. 765-770, 2 fig.
- GLAUSER A. (1936) - Geologische Beschreibung des Kartengebietes von Blatt Montfaucon im Berner Jura. *Verhauglungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel*, Bd. XLVII, p. 67-124, 2 fig. 2 pl.
- GREPPIN J.B. (1867) - Essai géologique sur le Jura suisse. *Delemont. Impr. Helg et Boschat*, 152 p., 1 pl.
- GREPPIN J.B. (1870) - Description géologique du Jura bernois et quelques districts adjacents. *Mart. Carte Géol. Suisse*, 8ème livre.
- GREPPIN E. (1888) - Description des fossiles de la Grande Oolite des environs de Bâle. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, Genève, vol. XV, 177 p. 10 pl.
- GROLIER J., RUHLAND M., VIALON P. (1976) - Eléments de tectonique analytique *Masson*, 128 p., 147 fig.
- GROUPE FRANCAIS D'ETUDE DU JURASSIQUE (1971) - Les zones du Jurassique en France. *C.R. somm. Soc. Géol. Fr.*, fasc. 6, p. 76-101.
- HANTZPERGUE P. (1973) - Le Kimméridgien de la région de Montbéliard. Stratigraphie, paléontologie des Ammonites. *D.E.S. Fac. Sc. Besançon*, 97 p., 33 fig.
- HESS H. (1975) - Die Ophiuren aus den Günsberschisten (Oberes Oxford.) von Guldental (K.Solothurn). *Eclogae Géol. Helv.* vol. 68, n° 3 p. 591-603, 34 fig., 1 tabl.
- HUMMEL K. (1914) Die Tektonik des Elsgaues (Berner Tafel Jura). *Ber. Natur. Ger. Freiburg i. Br.*, Bd. XX, 82 p., 1 carte.
- JAMIER D., OLIVE Ph., SIWERTZ E., VIAL R. (1973) - Des accidents profonds Nord 50, conditionnent-ils la structure de l'ensemble Jura-Plateau molassique-Préalpes. *C.R. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève* vol. 8, fasc. 1-3, p. 45-51, 5 fig.
- KILIAN W. (1885) - Note géologique sur le Jura du Doubs IIème et IIIème partie. Environs de Glère et de Bremoncourt. Lisière N.E. du Jura du Doubs. Note sur les terrains tertiaires des environs de Belfort et de Montbéliard. *Mém. Soc. Emul. Montbéliard*, 3ème série, 16ème vol., p. 3-81, 1 tabl., 3 pl.

- KILIAN W. & DEECKE W. (1882) - Description géologique des environs N. de Maiche. *Mém. Soc. Emul. Montbéliard*.
- KILIAN W. & PETICLERC P. (1894) - Contribution à l'étude du Bajocien dans le Nord de la Franche-Comté. Montbéliard, Impr. Victor-Barbin 161 p., 4 fig. 2 pl.
- LAFFLY J.L. (1973) - Etude géologique de la région du Lomont entre Clerval et Pont de Roide (Doubs). *Thèse 3ème cycle*, Besançon, 182 p. 32 fig.
- LAFFLY J.L. (1973) - Etude géologique de la région du Lomont entre Clerval et Pont de Roide (Doubs). *Ann. Sc. Univ. Besançon*, (3) fasc. 19 p. 209-212, 1 fig.
- LANDRY J. (1964) - Etude géologique de problèmes d'urbanisme dans le district de Montbéliard (Doubs). *Thèse 3ème cycle*, Besançon, 136 p. 27 fig.
- LAUBSCHER H.P. (1948) - Géologie des Gebietes von Siegfriedblatt St Ursanne (Berner Jura). *Mat. pour la Carte Géol. Suisse*, NF 92, 49 p. 4 fig. 3 tabl.
- LAUBSCHER H.P. (1962) - Die Zweiphasenhypothese der Jurafaltung. *Eclogae Géol. Helv.* vol. 55, n° 1, p. 1-22, 8 fig.
- LAUBSCHER H.P. (1965) - Ein Kinematisches Modell der Jurafaltung. *Eclogae Géol. Helv.*, vol. 58, fasc. 1, p. 231-318, 40 fig.
- LAUBSCHER H.P. (1972) - Some overall aspects of Jura dynamics. *Amer. Journ. of Sc.*, vol. 272, p. 293-304, 9 fig.
- LAUBSCHER H.P. (1975) - Viscous components in Jura folding. *Tectonophysics* vol. 27, p. 239-254.
- LAUBSCHER H.P., THEOBALD N., WITTMANN O. (1967) - Le prolongement Sud du Fossé Rhénan. *Abh. géol. Landesamt Baden Württemberg Freiburg i. Br.* vol. 6, p. 56-66, 1 fig.
- LIEVRE L. (1940) - Le Karst Jurassien. Hydrologie de la Haute Ajoie et découverte d'une rivière souterraine au Jura Bernois. Porrentruy.
- LINIGER H. (1967) - Pliozän und Tektonik des Juragebirges. *Eclogae Géol. Helv.* vol. 60, fasc. 2, p. 407-490, 5 fig. 10 tabl., 2 pl.
- MARTIN J.E. (1975) - Etapes vers la morphologie actuelle du Jura septentrional. *C.R. 99ème Congrès Soc. Sav.*, Besançon, 1974, fasc. 1
- MONBARON M. (1975) - Contribution à l'étude des cluses du Jura septentrional. *Thèse Neuchâtel*, 203 p., 65 fig. 19 tabl., 11 pl.
- MUDRY J. & ROSENTHAL P. (1977) - La haute chaîne du Jura entre Morez, Saint-Claude et la Pesse. Etude géologique et hydrologique. *Thèse 3ème cycle*, Besançon, 205 p., 95 fig.
- NORDON A. (1927-1928) - Révision de la feuille de Montbéliard au 1/80.000°. Les Terrasses du Doubs comprises entre Bremoncourt et Clerval. *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, n° 170, t. XXXI, p. 47-50, 1 fig.

- PAVONI N. (1961) - Faltung durch Horizontalverschiebung. *Eclogae Géol. Helv.* n° 54, p. 513-534, 9 fig.
- PETITCLERC P. (1900) - Contribution à l'étude du Bajocien dans le Nord de la Franche Comté. 3ème partie Supplément à la faune du Bajocien inférieur dans le Nord de la Franche Comté. Vesoul. Impr. L. Bon, 285 p., 7 pl.
- PUMPIN V.F. (1965) - Riffesimtologische Untersuchungen im Rauracien von St Ursanne und Umgebung. (Zentraler Schweizer Jura). *Eclogae Géol. Helv.*, vol. 58, n° 2, p. 799-876, 36 fig. et 1 tabl.
- PURSER R.H. (1975) - Sédimentation et diagenèse précocose des séries carbonatées du Jurassique moyen de Bourgogne. *Thèse Sc. Paris-Sud "Centre d'Orsay"*
- RAT P. (1976) - Structures et phases de structuration dans les plateaux bourguignons et le Nord-Ouest du fossé bressan (France). *Sonderdruck aus der geologischen Rundschau* 65-1, p. 101-126, 14 fig.
- ROBERT J.P. (1976) - Les décrochements, fracturations et mouvements de blocs associés. Exemples des massifs subalpins dauphinois. *Thèse 3ème cycle*, Grenoble, 154 p., 144 fig.
- ROLLIER L. (1888) - Etude stratigraphique sur le Jura bernois : les faciès du Malm jurassien. *Archives des Sc. physi. et Nat.*, Genève, 3ème période, t. XIV, n° 2, p. 5-85.
- ROLLIER L. (1898) - Jura Bernois et régions adjacentes du Jura neuchatelois soleurois, bâlois et du département du Doubs. *Mat. pour la Carte Géol. de la Suisse*, Nouvelle série, VIIIème livraison.
- ROLLIER L. (1910) - Les faciès du Dogger ou oolitiques dans le Jura et les régions voisines. Zurich.
- SCHNEIDER A. (1960) - Géologie der Gebiete von Siegfriedblatt Porrentruy (Berner Jura). *Mat. pour la Carte Géol. Suisse*, NF, Liefg I vol., 73 p.
- SOPENA J.P. & SOULAS J.P. (1973) - Etude microtectonique dans le Jura. Déformations des calcaires sous contrainte tectonique. Essais d'interprétation et de corrélation des résultats pour l'ensemble de la chaîne. *Thèse 3ème cycle*, Besançon, 154 p., 56 fig., 8 pl.
- SOUFFES DESPRE A. (1958) - Etude géologique dans le Jura Franc-Comtois septentrional (Doubs). *D.E.S Besançon*.
- SUTER M. (1976) - Tektonik des Doubstals und der Freiberge in der Umgebung von Saignelegier, (Faltenjura). *Eclogae, Géol. Helv.*, vol. 69 n° 3, p. 641-670, 16 fig., 1 tabl.
- THURMANN B.J. (1832) - Essai sur les soulèvements jurassiques de Porrentruy (I) *Mém. Soc. Hist. Nat. Strasbourg*, Paris, Levrault librairie.
- THURMANN B.J. (1836) - Essai sur les soulèvements jurassiques de Porrentruy (II) Porrentruy.

- THURMANN J. & ETALLON A. (1861-1864) - *Lethea bruntrutana* ou études paléontologiques et stratigraphiques sur le Jura bernois et en particulier les environs de Porrentruy. Luxeuil, *Sohas impr.*, 500 p., 64 fig.
- VANÇON J.P. (1965) - Reconnaissances géologiques des sites de barrages sur le Doubs, la Loue et leurs affluents jurassiens. *Thèse 3ème Cycle*, Besançon, 93 p., 10 pl., 9 cartes h.t.
- VONDERSCHMITT L. (1951) - Jura septentrional. Région de Porrentruy. *B.S.G.F.*, (6), t. I, p. 871-872.
- WEGMANN E. (1961) - Anatomie comparée des hypothèses sur les plissements de couverture (le Jura plissé). *Bull. Géol. Inst. Uppsala*, vol. XL p. 169-182.
- WEGMANN E. (1963) - Le Jura plissé dans la perspective des études sur le comportement des socles. *Livre Mém. Professeur Fallot. Mém. hors série Soc. Géol. Fr.*, t. 2, p. 99-104, 1 fig.
- WERNLI R. (1971) - Les foraminifères du Dogger du Jura méridional (France). *Archives Sc. Genève*, vol. 24, fasc. 2, p. 305-364.
- ZIEGLER M.A. (1962) - Beiträge zur Kenntnis des unteren Malm im Zentralen Schweizer Jura. *Mitteilungen aus dem geol. Inst. der Eidg. Techn.Hochschule und der Univ. Zürich. Série E.*, Nr 82, 2 fig. 11 tabl., 11 pl. h. t.
- ZIEGLER P.A. (1956) - Geologische Beschreibung des Blattes Courtelary und zur Stratigraphie der Sequanien im Zentralen Schweizer Jura. *Mat. pour la carte Géol. Suisse*, Berne, N.F., 102 p.





ÉTUDES GÉOLOGIQUE DE LA VALLÉE DU DOUBS ET DE SES ABORDS À L'EST DE ST-HIPPOLYTE-C. BAILLY. 1979