



HAL
open science

Les formations carbonatées de la séquence ptérocérienne (Kimméridgien pars) dans le Jura français et les régions voisines

Thierry Chevallier

► **To cite this version:**

Thierry Chevallier. Les formations carbonatées de la séquence ptérocérienne (Kimméridgien pars) dans le Jura français et les régions voisines. Stratigraphie. Université Claude Bernard - Lyon 1, 1986. Français. NNT: . tel-02276580

HAL Id: tel-02276580

<https://theses.hal.science/tel-02276580>

Submitted on 2 Sep 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

N° d'ordre

Année 1986

2

T H E S E

Pierre COTILLON

présentée

devant l'UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON I

pour l'obtention

du DIPLOME DE DOCTORAT

par

Thierry CHEVALLIER

LES FORMATIONS CARBONATEES

DE

LA SEQUENCE PTEROCERIENNE

(Kimméridgien pars)

DANS LE JURA FRANCAIS ET LES REGIONS VOISINES

soutenu le 2 Juillet 1986

JURY : M. Raymond ENAY
M. Marc TARDY
M. Pierre COTILLON
M. Serge DEBRAND-PASSARD
M. Daniel CONTINI
M. Paul BERNIER

AVANT-PROPOS

Ce travail a été réalisé dans le cadre d'un contrat établi entre la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique (DGRST) et le Centre des Sciences de la Terre de l'Université Claude-Bernard (Lyon I). Les levés de terrain ont reçu l'appui financier du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) pour les campagnes de 1984 et 1985.

Je remercie en tout premier lieu Monsieur le Professeur R. ENAY de m'avoir accueilli dans son équipe et confié ce sujet. Son expérience et sa profonde connaissance du Jura furent pour moi la source de bien des données. Les discussions que nous avons eu durant ces trois années, débordant parfois largement du cadre initial de ce travail, ont toujours été passionnantes et enrichissantes.

Monsieur S. DEBRAND-PASSARD est à l'origine du contrat établi avec le BRGM, apport financier qui m'a permis d'effectuer des levés de terrain rigoureux, sur un région étendue nécessitant de nombreux déplacements. Nos échanges de vue sur le terrain ainsi que sa connaissance du Jurassique supérieur de l'Ouest de la France m'apportèrent des renseignements précieux. Sa présence dans ce Jury concrétise le lien qui doit exister entre les laboratoires universitaires et les différents organismes à vocation géologique. Qu'il trouve ici l'assurance de ma reconnaissance.

Je remercie vivement Monsieur le Professeur P. COTILLON d'avoir bien voulu participer à ce jury pour critiquer ce travail. Je voudrais rappeler avec quelle gentillesse il m'a proposé de nombreuses vacations, ajoutant ainsi un "plus" pour continuer mes études.

Monsieur le Professeur M. TARDY fut l'une des personnes qui enracina en moi le "mal" de la géologie. Ses cours à l'Université de Chambéry m'ont permis d'acquérir mes premières bases, en particulier sur le plan stratigraphique. Je suis très heureux qu'il participe à ce jury et le remercie beaucoup d'avoir assuré la lourde tâche de rapporteur.

En acceptant que je travaille sur ce sujet, P. BERNIER a soumis nécessairement son récent mémoire de thèse à la critique. C'est lui qui a guidé mes premiers pas dans le Jurassique supérieur du Jura méridional. Sa compétence tant sur le plan micropaléontologique que sur le plan sédimentologique m'ont ainsi permis d'affiner les analyses lithologiques. Je le remercie sincèrement d'avoir bien voulu faire partie de ce jury.

D. CONTINI a participé de très près à ce mémoire de thèse. En effet, ayant étudié avec P. HANTZPERGUE dans les années 70 le Jurassique supérieur de la Franche-Comté, il voyait dans ce travail l'aboutissement d'une étude qu'il n'avait pas pu terminer. Les excursions sur le terrain en sa compagnie furent à la fois enrichissantes et détendues et les encouragements et conseils qu'il me prodigua furent pour moi d'un grand secours. Je lui suis reconnaissant d'avoir accepté d'examiner cette étude.

A. BOULLIER et H. TINTANT ont bien voulu assurer la détermination des faunes, primordiale pour établir le cadre stratigraphique des formations kimméridgiennes. Je tiens tout particulièrement à assurer A. BOULLIER de mon admiration pour son acharnement à dépouiller les nombreux exemplaires de brachiopodes récoltés et à en déchiffrer la signification .

Je ne saurais oublier Mademoiselle BARBE pour ses judicieux conseils et les nombreux petits travaux qu'elle a bien voulu prendre à sa charge au cours de ces quatre années. Je remercie également N. PODEVIGNE pour la qualité apportée aux documents photographiques.

Grace aux activités du Groupe Français du Jurassique et aux relations que j'ai eues avec l'Université de Genève, j'ai pu approfondir ma connaissance du Jurassique et des phénomènes sédimentaires, en particulier dans l'Actuel.

Une attention toute spéciale va à Florence et à son père qui assurèrent la réalisation de la plupart des figures et l'ultime correction de ce mémoire.

Je ne peux pas oublier non plus mes parents et ma famille qui, par leurs encouragements et leur aide, m'ont largement soutenu au cours de mes années universitaires. La réussite de ce travail leur exprime mes profonds remerciements.

Bien entendu, j'aurai une pensée pour tous mes amis, camarades et collègues, qui par leur sérieux, qui par leur bonne humeur, m'ont permis d'achever ce travail dans les meilleurs conditions, meme tard dans la nuit.

RESUME

L'analyse détaillée des ensembles carbonatés kimméridgiens du domaine jurassien, qui a été entreprise par P. BERNIER (1985) pour le Jura méridional, connaît son achèvement dans le cadre de ce travail. Elle a permis d'établir une nouvelle nomenclature des formations kimméridgiennes du Jura français et de les intégrer dans un schéma stratigraphique assez précis, malgré la pauvreté des arguments paléontologiques.

Ces formations s'enchaînent dans le temps suivant trois séquences majeures, dont la reconnaissance est possible, non seulement sur la plate-forme jurassienne, mais également dans le bassin nord-téthysien.

La séquence séquanienne s'achève au toit de la zone à Platynota (Kimméridgien basal) par une discontinuité U0. Le sommet de cette séquence est caractérisé au Nord par le dépôt des Calcaires de Besançon (faciès fins de plate-forme protégée de type interne) et au Sud par les Calcaires d'Aranc, ensemble oncolithique, qui constitue un seuil situé sur la bordure nord-ouest de la Haute-Chaine.

La séquence ptérocérienne contribue tout d'abord à l'installation d'une vasière sur le domaine jurassien, limitée au Sud par le seuil oncolithique. Elle est caractérisée par une sédimentation calcaréo-argileuse, riche en faune (Calcaires et Marnes de Chargey), puis une sédimentation carbonatée de milieu pararéefal protégé (Calcaires de Matafelon). L'extension maximale de cette vasière, soulignée par l'épisode des Marnes de Rang, est corrélée avec les récurrences marneuses de la zone à Divisum observables dans le bassin du Sud-Est.

Les faciès variés, qui succèdent aux Calcaires de Matafelon, expriment une structuration de la plate-forme. L'installation, sur le faisceau salinois, d'un haut-fond, siège d'une sédimentation de type tidal (Calcaires de la Loue; Tidalites d'Arc-sous-Cicon), partage l'ancienne vasière en deux sous-bassins où se développent des calcaires blancs de plate-forme interne : les Calcaires des Fins au Nord et les Calcaires de Chougat au Sud.

Dans le Jura septentrional, la séquence virgulienne est marquée par une recrudescence des faciès marneux, au contact d'une importante surface de discontinuité U5 (Calcaires et Marnes de Savoyeux). En revanche, au Sud la monotonie des faciès ne permet que difficilement la distinction de cette séquence majeure. Elle se traduit par le dépôt de faciès riches en algues : les Calcaires de Foncine-le-Bas.

Sur la Haute-Chaine, aux environs de Nantua et Oyonnax, l'ancien seuil oncolithique est soumis, pendant ce temps, à une sédimentation biodétritique, voire oolithique (Calcaires d'Oyonnax, Couches de Prapont inférieures) affectée toutefois d'incursions marines occasionnelles marquées par le dépôt de faciès à ammonites (Couches à Céphalopodes).

ABSTRACT

Detailed analysis of Kimmeridgian carbonate formations that have been carried out by P. BERNIER (1985) in Southern Jura Mountains is completed through this present work. This study allows to establish a new nomenclature of Kimmeridgian formations of French Jura and to insert them into a rather well defined stratigraphic frame in spite of the scarcity of paleontological evidences.

Three major sequences have been recognized through successive formations. They are still distinguishable off Jurassian platform in the North Tethysian basin.

Sequanian sequence stops at the top of Platynota Zone (Early Kimmeridgian, French acceptation) with the unconformity U0. Top of the sequence is characterized to the North by lime mud deposit (Calcaires de Besançon) on a harbored inner shelf and to the South by sediments enriched with oncolites (Calcaires d'Aranc) which are coincident with submarine ridge located close to the Northwestern edge of the Haute-Chaine.

At once Pterocerian sequence corresponds to lime muds flooring a subtidal moat limited to the South by oncolitic deposits. This sequence is marked by argillaceous limy facies, enriched with macrofauna (Pelecypods and Gastropods) then by back-reef type carbonate deposits enclosing Stromatoporids (Calcaires de Matafelon). Maximal extension of this moat, coincident with period of marl deposits (Marnes de Rang), can be correlated to the shale recurrences recorded through Divisum zone in South-East basin.

The diversity of the facies which overlies stromatoporids bearing limestones gives evidence for the structuration of the platform through Divisum and Acanthicum zones. Tidal depositional environment developed upon a structural high (faisceau salinois) which splitted the former moat into two subbasins characterized by light fine limestone accumulations : Calcaires des Fins to the North and Calcaires de Chougeat to the South.

At the beginning of the Virgulian sequence, the Northern Jura Mountains were overlapped by marly facies : Calcaires et Marnes de Savoyeux. In opposite, to the South, this major sequence is not distinguishable everywhere because of facies monotony. They are enriched with skeletal algae : Calcaires de Foncine-le-Bas.

Upon the Haute-Chaine, in the vicinity of Nantua and Oyonnax, former ridge with oncolites was covered by bioclastic and oolitic sediments (Calcaires d'Oyonnax, Couches de Prapont inférieures) during Kimmeridgian time (French acceptation). Sporadic marine incursions (documented by presence of ammonites) occurred over this area.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	7
1 - CADRE GENERAL DE L'ETUDE.....	9
1-1 Cadre général : limites du terrain.....	9
1-2 Cadre géologique et stratigraphique.....	12
1-3 Les divisions utilisées.....	13
2 - L'ETAT ACTUEL DES CONNAISSANCES.....	15
2-1 Remarques nomenclaturales.....	15
2-2 Les travaux anciens.....	16
2-3 Les études récentes.....	18
2-4 Synthèse des travaux : hypothèses de travail et objectifs	20
DESCRIPTION ET ANALYSE DES DONNEES.....	23
1 - PRELIMINAIRE.....	25
2 - LA REGION SEPTENTRIONALE.....	25
2-1 Description des coupes.....	25
2-2 Conclusion à l'étude de la région.....	49
3 - LA REGION MERIDIONALE.....	57
3-1 Description des coupes.....	57
3-2 Conclusion à l'étude de la région	83
4- LES AXES RESISTANTS	88
4-2 Description des coupes.....	103
4-3 Conclusion à l'étude de la région.....	131
SYNTHESE STRATIGRAPHIQUE ET PALEO GEOGRAPHIE.....	137
1 - GENERALITES.....	139
1-1 Zonation bathymétrique utilisée.....	139
1-2 Généralités sur les plates-formes	140
2 - LES FORMATIONS.....	140
2-1 Les formations oxfordiennes.....	140
2-2 Les formations de la séquence ptérocérienne.....	144
2-3 Les formations de la séquence virgulienne.....	161
3 - CORRELATIONS GENERALES.....	165
3-1 La séquence séquanienne : limite supérieure	165
3-2 La séquence ptérocérienne.....	166
3-3 La séquence virgulienne : limite inférieure	171
3-4 Comparaisons avec les régions voisines	171
3-5 Conclusions.....	173
4 - PALEO GEOGRAPHIE ET DYNAMIQUE SEDIMENTAIRE.....	174
4-1 Synthèse paléogéographique.....	174
4-2 Tectonique et sédimentation.....	177
5 - CONCLUSIONS GENERALES.....	179
5-1 Les résultats.....	179
5-2 Les interrogations.....	180

INTRODUCTION

1 - CADRE GENERAL DE L'ETUDE

1-1 Cadre général : limites du terrain

Le territoire qui fait, pour l'essentiel, l'objet de ce mémoire correspond au Jura, ensemble de plateaux et de chaînons accidentés couverts de résineux. L'abondance de la végétation, les voies de circulation peu abondantes et la variété des faciès lithologiques en font une région difficile à étudier mais qui, de tout temps attira de nombreux géologues et provoqua des débats passionnés.

Le Jura, chaîne constituée essentiellement de terrains mésozoïques, est presque totalement ceinturé par des dépressions à remplissage cénozoïque (fig. 1).

- à l'Est, les plateaux molassiques suisse et savoisien;
- au Sud, le plateau du Bas-Dauphiné;
- à l'Ouest, la plaine de l'Est lyonnais, la Dombes et la Bresse;
- au Nord, l'extrémité méridionale de la plaine d'Alsace.

La chaîne elle-même se scinde en trois ensembles structuraux :

- les faisceaux externes (bugiste, du Revermont, du vignoble, lédonien, salinois et bisontin) bordent le Jura à l'Ouest, le long du fossé bressan;
- la Haute-Chaine ou Jura interne constitue l'édifice principal du Jura. Tronçonnée par des accidents senestres décrochants, elle s'étend au-delà de la frontière franco-suisse, jusque dans la région de Zurich (Suisse);
- enfin les plateaux n'existent que dans les régions d'Ornans et de Champagnole et séparent les deux ensembles structuraux précédents.

Le cadre géographique de l'étude ne pose pas de problème particulier et correspond dans son ensemble aux limites de la chaîne précédemment entrevue. Cependant, d'un point de vue géologique, le sujet même de ce travail appelle des précisions quant à ces limites (fig. 2) :

- d'une part, l'extension des affleurements du Jurassique supérieur exclue notamment le faisceau lédonien et le plateau de Lons-le-Saunier, où ceux-ci ont été enlevés par érosion;
- d'autre part, la limite méridionale ne correspond pas à une frontière naturelle nette. Etablie le long d'une ligne Nantua - Oyonnax - Saint-Claude, elle est justifiée par le fait qu'elle correspond à une zone de passage entre d'un côté les faciès ptérocériens de type plate-forme interne et de l'autre côté les faciès de la haute chaîne de type pararécifaux et, plus à l'Est, de type mer ouverte.

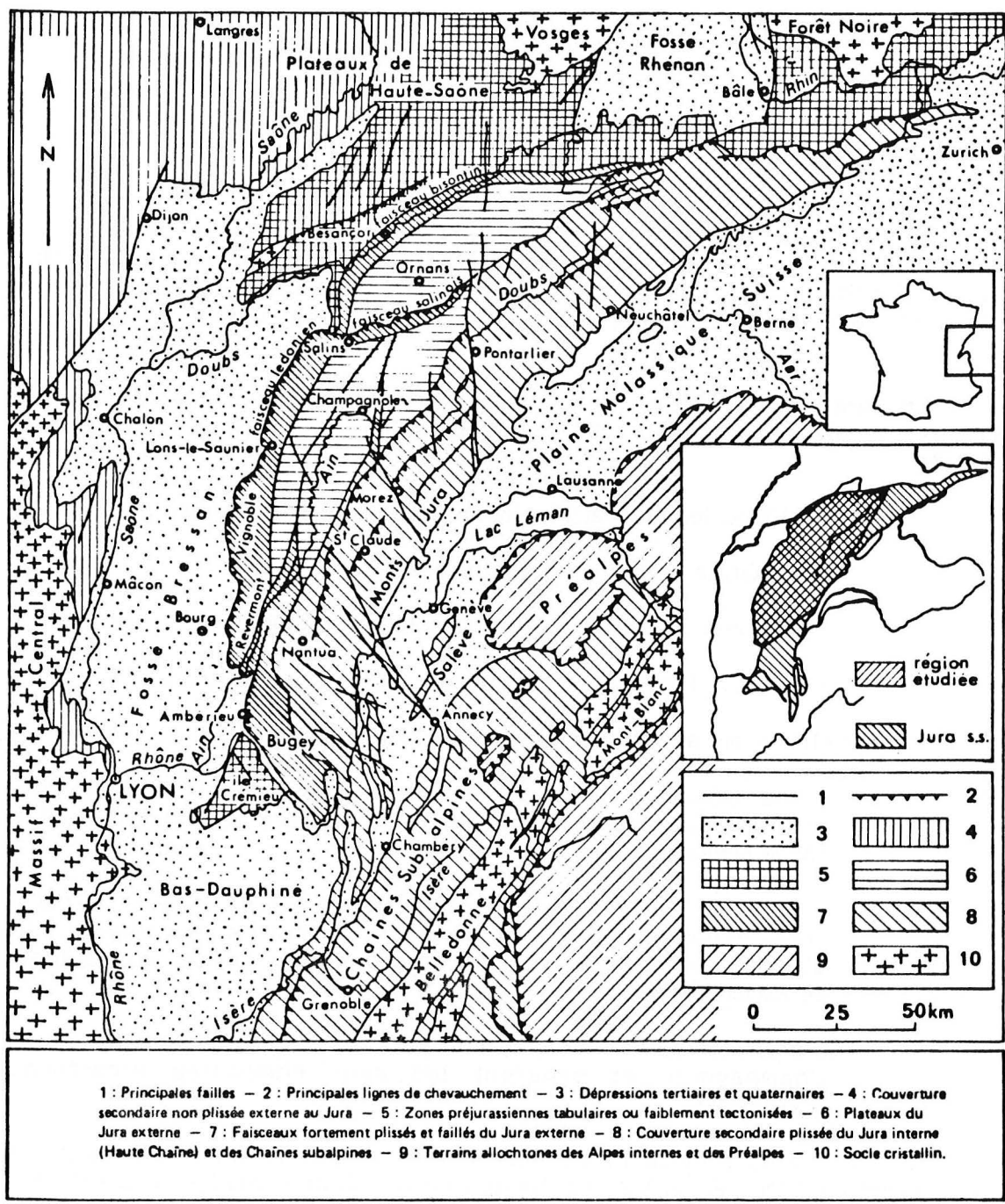


Fig. 1 : Carte géologique simplifiée du Jura et délimitation de la région étudiée (modifiée d'après Trumpy, 1980)

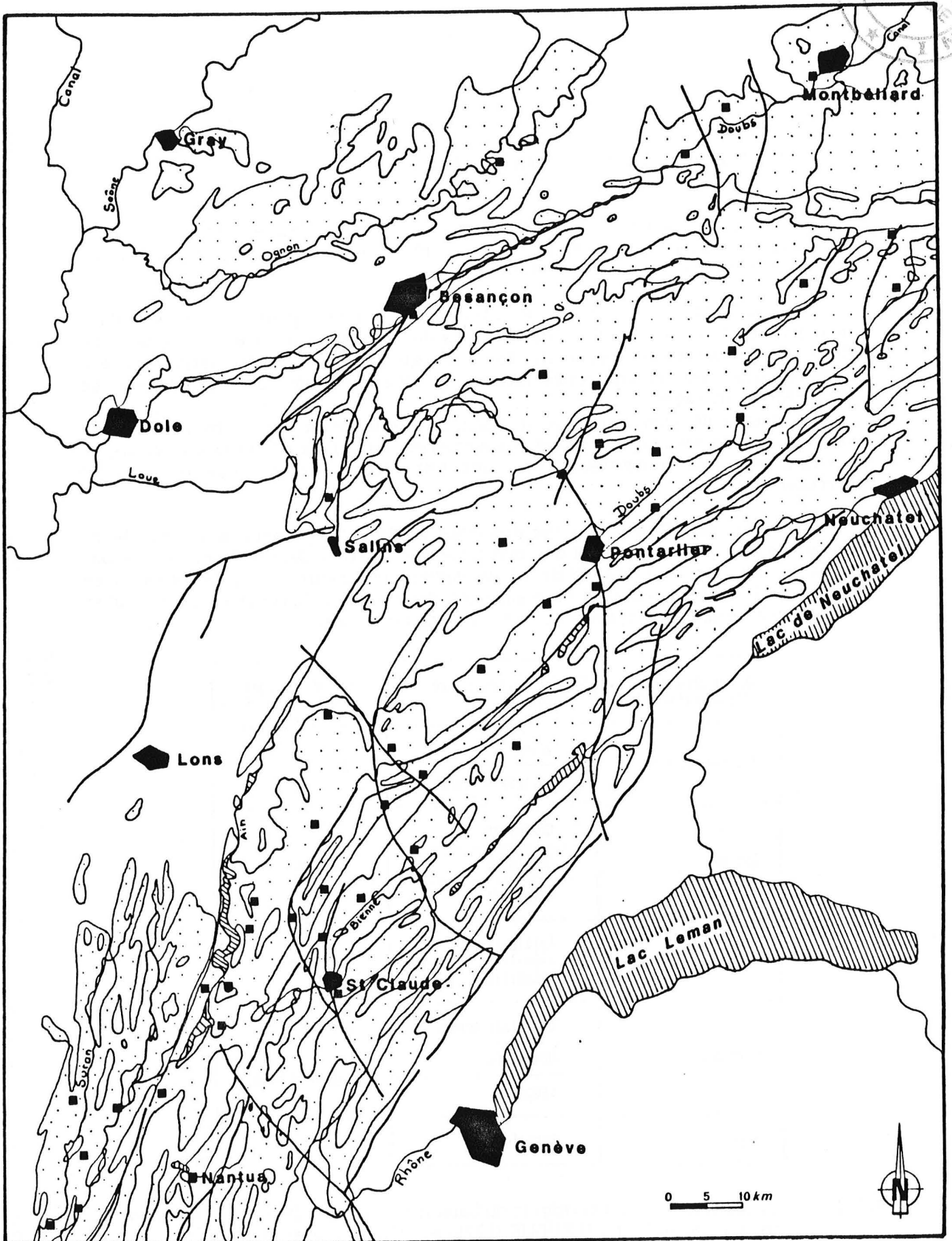


Fig. 2 : Carte simplifiée des affleurements du Jurassique supérieur du Jura et localisation des coupes

1-2 Cadre géologique et stratigraphique

Les faciès étudiés s'inscrivent dans un contexte de plate-forme carbonatée progradante. Celle-ci débute au cours de l'Oxfordien supérieur et culmine au Kimméridgien terminal et Portlandien.

Des faciès de haute énergie, périrécifaux et récifaux, s'enchaînent ainsi dans le temps, du Nord au Sud du Jura (Couches du Morillon, Calcaires oolithiques de Corveissiat, Calcaires construits de la Haute-Chaine); ceux-ci délimitent des bassins plus ou moins indépendants où s'établissent des conditions de plate-forme protégée.

Affectée de nombreuses pulsations, la plate-forme développe parfois des récurrences marneuses (Calcaires à ptérocères, Calcaires et marnes à Virgules, Marnes des Abergements) dont l'une est l'objet de ce travail : faciès ptérocériens.

A partir de l'Oxfordien, les domaines boréal et mésogéen ainsi que leurs faunes respectives n'ont plus que des échanges limités. Ceux-ci sont filtrés par ce large domaine de plate-forme et de vase peu profonde aux conditions de milieu très variables auxquelles s'adaptent des espèces particulières, d'affinités vraisemblablement mésogéennes, en général mal connues.

Europe du Nord Zonation subboréale	Domaine intermédiaire Bassin parisien	Europe méridionale Z. subméditerranéenne
Autissiodorensis	Irius	Beckeri
	Autissiodorensis	
Eudoxus	Contejeani	Eudoxus
	Caletanum	
	Orthocera	
Mutabilis	Lallierianum	Acanthicum
	Mutabilis	
Cymodoce	Chatellaillonensis	Divisum
	Uralensis	Hypselocyclum
	Cymodoce	
Baylei	Rupellensis	Platynota

Fig. 3 : Schéma zonal du Kimméridgien du bassin de Paris et de ses dépendances proposé par P. HANTZPERGUE (1979) et relations avec les échelles zonales boréale et subméditerranéenne.

Les éléments de datation fiables sont donc irrégulièrement répartis dans l'espace et le temps; seule la Haute-Chaine est assez bien pourvue (Couches à Céphalopodes) pour être rattachée à une échelle de référence subméditerranéenne.

Ces discontinuités fauniques observées au cours du Kimméridgien dans le domaine jurassien imposent donc l'utilisation d'un schéma zonal de transition (fig. 3). Un tel schéma est proposé par P. HANTZPERGUE (1979) pour le bassin aquitain. Il est alors appliqué à l'ensemble du bassin parisien et de ses dépendances (1985) à l'aide de données soit biostratigraphiques soit lithologiques lorsque les éléments de datation font défaut. Mais l'utilisation des discontinuités offre les mêmes hypothèses que les ensembles lithologiques avec les mêmes risques si rien ne permet de les dater ou de mesurer leur durée. La référence à une telle échelle demeure donc encore du domaine de l'hypothèse pour les formations jurassiennes kimméridgiennes.

1-3 Les divisions utilisées

Pour la clarté de l'exposé des coupes et des observations de terrain, il paraît utile d'introduire des divisions dans le territoire étudié, ensembles homogènes ayant une signification paléogéographique ou biogéographique (fig. 4). Ainsi je considère :

- une région septentrionale, au Nord du faisceau salinois centrée sur le plateau d'Ornans, le faisceau bisontin et les plateaux de Haute-Saone. Les formations du Kimméridgien inférieur ou ptérocériennes y sont en général caractérisées et datées directement ou par encadrement par ammonites et brachiopodes. Les corrélations avec les Marnes du Banné en Suisse ou avec le Bassin Parisien sont cohérentes.

- une région méridionale, au Sud du faisceau salinois et limitée à l'Est par les reliefs de la Haute-Chaine. Elle correspond aux vallées de l'Ain, de la Bienne et du Suran. Les formations kimméridgiennes du Jura méridional ont été récemment révisées par P. BERNIER (1984). Cependant des problèmes de datation ne permettent pas de trancher sur la position relative des formations ptérocériennes par rapport aux formations latérales.

- les axes résistants : ceux-ci au nombre de deux régissent de façon plus ou moins nette la sédimentation carbonatée du domaine jurassien. Ils correspondent l'un au faisceau salinois et aux accidents qui le prolongent au Nord-Est (Axe salinois), l'autre en majeure partie à la Haute-Chaine (Axe calcaire de Nantua - Pontarlier). Toutefois l'extrémité méridionale de ce dernier prend en écharpe les faisceaux du Jura externe jusqu'au fossé bressan au Sud de Pont-d'Ain. Cette figure était déjà déterminée par le schéma de répartition des Couches du Morillon à l'Oxfordien supérieur (ENAY et al. 1986).

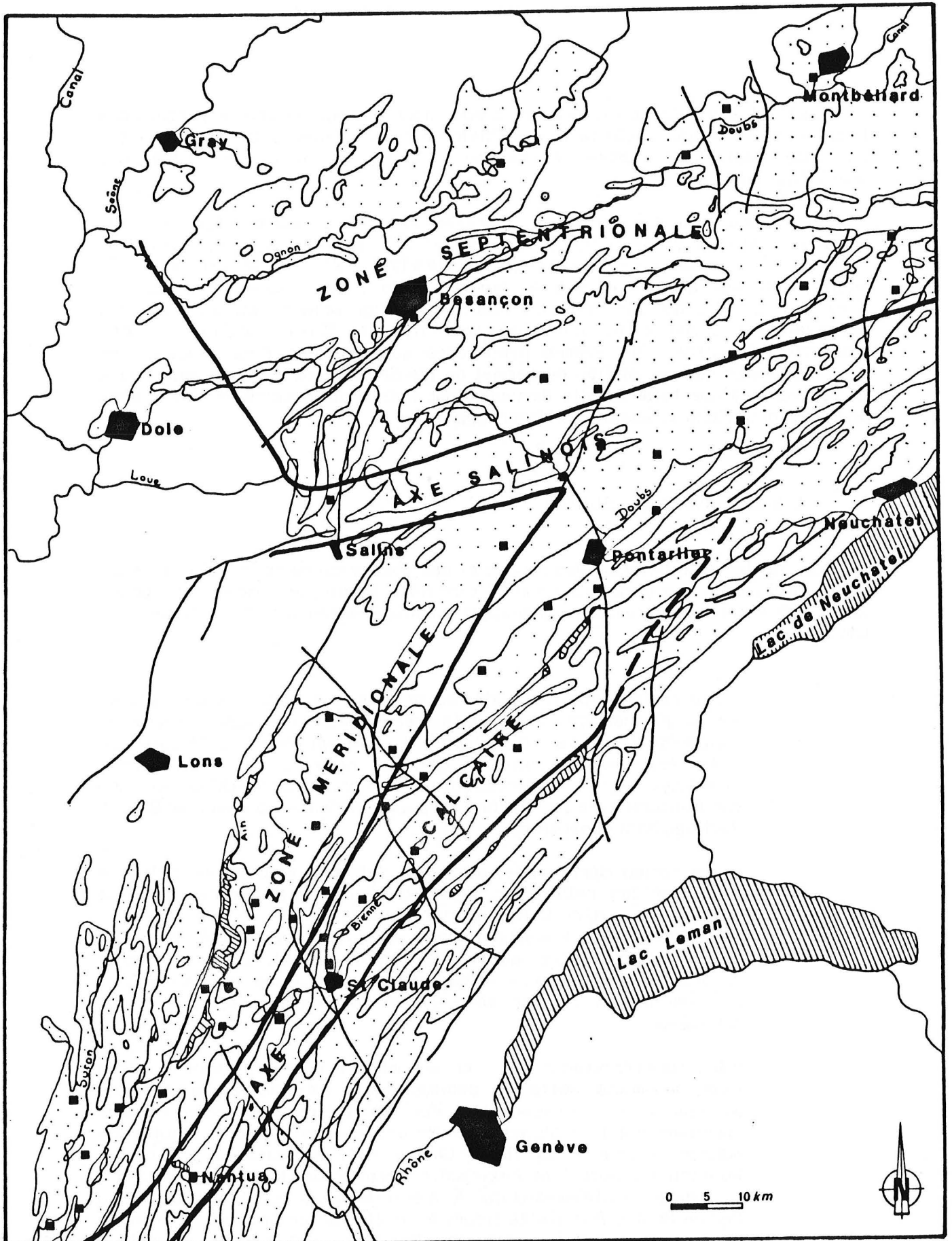


Fig. 4 : Limites géographiques des divisions utilisées.

2 - L'ÉTAT ACTUEL DES CONNAISSANCES

2-1 Remarques nomenclaturales (fig. 5)

En 1832, dans une coupe du Banné, près de Porrentruy (Suisse), J. THURMANN fait état pour la première fois de couches à ptérocères qu'il dénomme "Marnes kimméridgiennes". La formation, ensemble de marnes jaunâtres et de calcaires compacts et grumeleux, à Exogyres et nombreux fossiles, correspond à la troisième division de son groupe Portlandien.

Une dizaine d'années plus tard, N. BOYE (1844) utilise pour sa part le terme de "Calcaires et Marnes à ptérocères", sous-groupe inférieur de l'étage supérieur de E. THIRRIA (1833); celui-ci appelle ainsi un ensemble de "Calcaires et Marnes à exogyres" surmontés des "Calcaires portlandiens".

ACTUEL	THURMANN 1832	THIRRIA 1833	BOYE 1844	MARCOU 1848	THURMANN 1852	CONTEJEAN 1858
PORTLANDIEN		sous-groupe supérieur = calcaires portlandiens		calcaires portlandiens		Portlandien
KIMMERIDGIEN SUPERIEUR		sous-groupe inférieur = marnes à gryphées virgules	calcaires et marnes à exogyres	marnes portlandiennes	Virgulien	Virgulien
KIMMERIDGIEN INFÉRIEUR	calcaires portlandiens marnes kimméridgiennes	marnes à gryphées virgules	calcaires et marnes à ptérocères	calcaires kimméridgiens marnes kimméridgiennes	Ptérocérien ou Strombien	Ptérocérien

Fig. 5 : Tableau de corrélation des différentes échelles stratigraphiques du Jurassique supérieur proposées par quelques auteurs du siècle dernier.

Mais le nom de formation "Calcaires et Marnes à ptérocères" n'est pas retenu et J. MARCOU (1848) divise l'ensemble de THURMANN (= groupe Portlandien THURMANN 1832) en deux membres : les "Marnes kimméridgiennes ou du Banné" et les "Calcaires kimméridgiens". Cet ensemble, c'est-à-dire celui de THURMANN 1832 avec ses deux subdivisions introduites par MARCOU (1848) sont assimilés aux "Calcaires et Marnes à ptérocères" de N. BOYE, au "Kimmeridge clay" de J. PHILLIPS et à des faciès littoraux vaseux à exogyres et ptérocères décrits par GRESSLY dans la région de Soleure (Suisse).

Par là même, MARCOU avance ainsi le terme "Kimméridgien", ensemble de marnes et de calcaires à ptérocères et *Pholadomya protei*, limité à sa base par des calcaires séquanien, à grosses oolites et à bancs de polypiers. Cet ensemble est souligné au toit par des niveaux marneux appartenant au groupe Portlandien.

Le vocable "Ptérocérien" est proposé pour la première fois par J. THURMANN en 1852 et sera utilisé par la suite comme nom d'étage ou sous-étage par de nombreux géologues, en particulier C. CONTEJEAN (1858) et E. BOURGEAT (1885-1888).

J. THURMANN (1852) divise donc un groupe portlandien en trois ensembles : calcaire, marne, calcaire, respectivement appelés Astartien, Ptérocérien (ou Strombien) et Virgulien.

Aujourd'hui, le terme ptérocérien n'est pas reconnu comme étage (ou sous-étage) et seul le vocable Kimméridgien est admis pour l'échelle stratigraphique internationale. Cependant il conserve (ainsi que virgulien et séquanien) son sens originel pour désigner ou décrire des faciès, des formations ou des gisements dans des expressions telles que :

- faciès ptérocérien : calcaires et marnes jaunâtres parfois glauconieux et biodétritiques, à nombreux bivalves et brachiopodes;
- formation ptérocérienne : formation offrant des faciès du type de ceux décrits ci-dessus;
- gisement ptérocérien : gisement à faune caractéristique de bivalves (Trichites saussurei, Pholadomya protei, Thracia incerta, Ceratomya excentrica ...), de gastéropodes (Harpagodes oceani, Harpagodes thirriae ...) et brachiopodes (Terebratula subsella).
- séquence ptérocérienne ou première séquence kimméridgienne.

2-2 Les travaux anciens

Les auteurs ont donc décrit très tôt les faciès ptérocériens, essentiellement dans le Jura septentrional, et les ont considérés comme un bon niveau repère au sein de l'ensemble carbonaté du Jurassique supérieur.

C'est ainsi que J. MARCOU (1848), J. THURMANN (1852) et C. CONTEJEAN (1858) les considèrent d'âge Kimméridgien ou Portlandien suivant la définition adoptée pour ces étages.

C. CONTEJEAN décrit 60 m de Calcaires et Marnes à ptérocères limités à leur base par les Calcaires à Cardium et au toit par les Calcaires à Corbis. Dans sa coupe type, relevée dans la région de Montbéliard (coupe de Roce), il subdivise sa formation ptérocérienne en trois membres :

- les Calcaires à ptérocères inférieurs, de couleur claire, blanc-gris, détritiques et fendillés, parfois riches en faune et terminés par des bancs détritiques grumeleux devenant massifs et azoïques (46 m);
- les Marnes à ptérocères, ensemble de marnes gris-rougeâtre et de calcaires gris grumeleux à bivalves (Panopea sp., Tellina sp., Lima sp.), polypiers et échinodermes (8 m);
- enfin les Calcaires à ptérocères proprement dits, gris-jaunâtre, de plus en plus massifs vers le sommet.

Ces ensembles lithologiques se retrouvent, selon lui, sur l'ensemble du Jura. Toutefois, sur la bordure orientale du massif, les niveaux marneux fossilifères se réduisent jusqu'à disparaître en Suisse, dans les régions de Berne et de Soleure. Dans le Jura méridional, ces niveaux existent encore bien que fort réduits. Ils sont rapidement envahis par des faciès carbonatés à l'Ouest de

Saint-Claude. L'étude systématique de la faune entreprise par CONTEJEAN sert toujours de référence aux paléontologistes.

M. BERTRAND (1883) insiste sur la possibilité d'avoir un même faciès à des niveaux d'âge différent. De plus, il souligne l'importance de l'étude géologique du Jura septentrional, trait d'union entre le Bassin parisien et le Bassin méditerranéen. Dans un tableau récapitulatif, il assimile les couches à ptérocères à la zone à Cymodoce et Waldhemia humeralis et ceci jusque dans les environs de Saint-Claude.

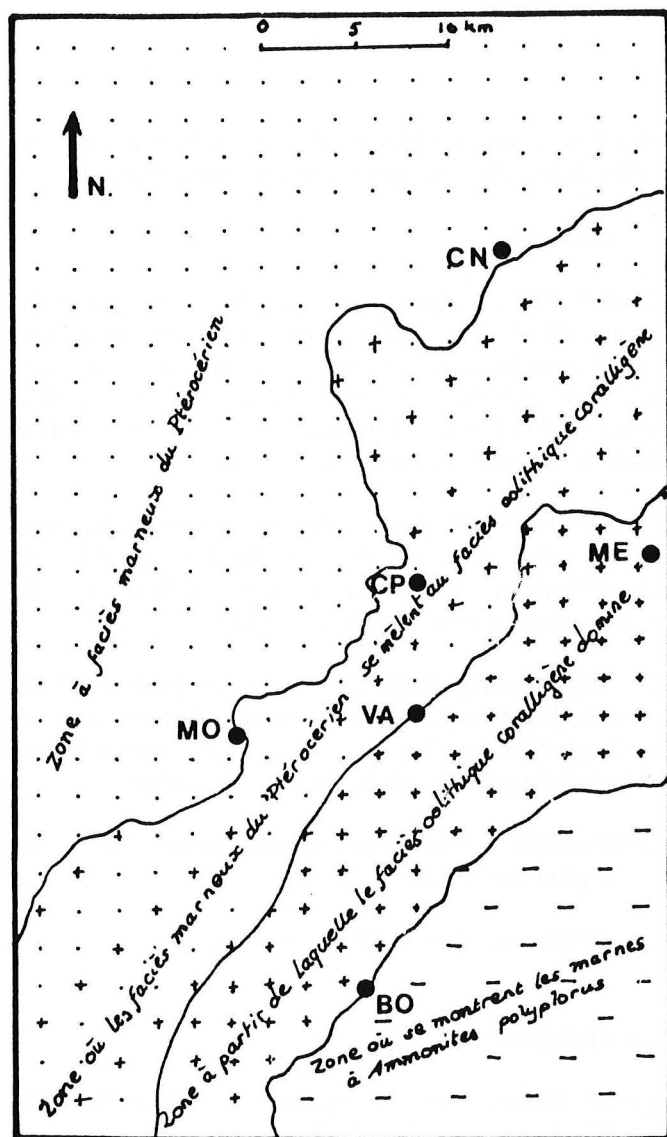


Fig 6 : Répartition des récifs et des formations coralligènes d'après E. BOURGEAT (1888, simplifié)

CN = Chatelneuf; ME = Morez;
BO = Les Bouchoux; MO = Moirans;
CP = Chaux des prés; VA = Valfin.

L'œuvre de E. BOURGEAT est longuement décrite dans la thèse de P. BERNIER (1984) à laquelle je renvoie le lecteur. Cependant deux points me semblent importants à citer. Réalisant la première véritable synthèse du Jurassique terminal, E BOURGEAT esquisse une carte paléogéographique du Pterocérien pour les régions de Moirans, Valfin et Champagnole et précise les relations entre les faciès coralligènes et les faciès marneux à cette époque (fig. 6). En outre, il souligne l'importance d'enclaves marneuses au sein des récifs

ptérocériens selon trois directions; il les interprète comme d'anciens chenaux dans l'intervalle des grands récifs de Valfin, du Rizoux, de Viry et d'Oyonnax.

Nombre d'auteurs, entre autres M.P. CHOFFAT, A. GIRARDOT, A. ETALLON et A. RICHE, ont tour à tour décrit, vers la fin du siècle dernier, les formations astartiennes, coralliennes, ptérocériennes et virguliennes. Tous s'accordent à ne considérer qu'une seule et même formation marneuse à faune ptérocérienne, disparaissant par endroit au profit de formations coralligènes telles que le récif de Valfin.

2-3 Les études récentes

Elles correspondent à des analyses ponctuelles stratigraphiques et/ou cartographiques qui n'apportent que des conclusions succinctes et imprécises.

2-3-1 les études cartographiques

Mises en oeuvre au cours de levés des feuilles de la carte géologique de France à 1/50000 et 1/80000, elles donnent lieu à la publication de notices. Celles-ci, rarement satisfaisantes tant sur le plan lithologique que sur le plan chronologique permettent malgré tout de suivre une évolution des Couches à ptérocères, réputées d'âge Kimméridgien inférieur. Quelques précisions d'ordre stratigraphique apparaissent parfois à la lecture de ces documents; ainsi :

- Au Sud, les notices s'accordent à placer ce repère lithologique dans la zone à Cymodoce pour les cartes de Nantua (1/80000), Moirans-en-montagne et Morez, et dans la zone à Mutabilis pour la région de Champagnole, par comparaison avec la région bisontine.
- Au nord, les cartes de Monbéliard, Dole et Besançon font état de niveaux ptérocériens d'âge Kimméridgien supérieur. Cependant, il faut noter que le Kimméridgien inférieur de cette région correspond au Séquanien supérieur des auteurs suisses (faciès séquanien).
- Les cartes de Lons-le-Saunier, Saint-Claude, Poligny et Vercel ne décrivent pas de couches à ptérocères.

L'identité faunistique est par contre remarquable du Sud au Nord.

2-3-2 les études stratigraphiques

Accompagnées ou non d'une étude de faune, elles s'appuient essentiellement sur des travaux cartographiques qui n'ont pas été nécessairement réalisés au cours des levés réguliers de la carte géologique. Ce sont essentiellement des mémoires rédigés dans le cadre de diplômes d'études supérieures et de doctorat de troisième cycle.

En particulier S. et A. GUILLAUME (1958 à 1961), H. BERGOUGNAN (1965 à 1969) et CLIN & PERRIAUX (1964) s'attachent à décrire l'ensemble carbonaté complexe de la région de Champagnole, Morez et Saint-Claude. Les attributions stratigraphiques des ensembles lithologiques sont établies de façon purement arbitraire, sans repère chronologique fiable.

Au travers des recherches de D. CONTINI (1972a, 1972b) et de D. CONTINI et P. HANTZPERGUE (1973; 1975), on retrouve les formations décrites par C. CONTEJEAN un siècle plus tôt. Des études plus détaillées de faune d'ammonites



ont permis de situer les formations ptérocériennes de C. CONTEJEAN dans une échelle stratigraphique actualisée. Ainsi la découverte de *Rasenia balteata* (SCHNEID) et *Pachypictonia indicatoria* (SCNEID), par comparaison aux formes du Malm χ 1 et χ 2 de Bavière permettent de dater les formations du Kimméridgien inférieur (zones à *Hypselocyclum* et à *Divisum*). Ces faunes, d'affinité mésogéenne, seront à l'origine de formes boréales du genre *Aulacostephanus* (R. ENAY 1980).

Enfin un important essai de synthèse pour le Sud-Est de la France a récemment vu le jour (S. DEBRAND-PASSARD & al. 1984). Ce travail ne peut pas être très détaillé étant donné l'ampleur du territoire étudié; cependant il offre au lecteur une vision synthétique de l'ensemble carbonaté du Jurassique supérieur pour le domaine jurassien, en présentant deux tableaux de corrélations lithostratigraphiques.

Le premier, établi pour le Jura septentrional admet un âge Kimméridgien inférieur pour l'ensemble des faciès étudiés ici (fig. 7a). Ceci corrobore les datations établies par les auteurs cités précédemment.

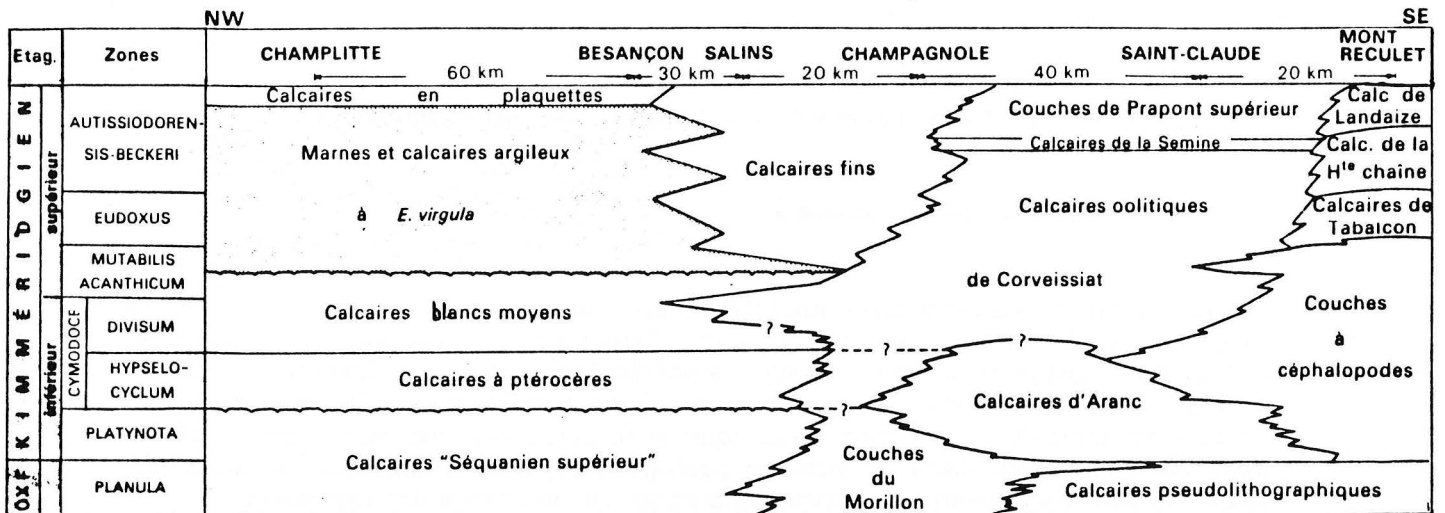


Fig. 7a : Distribution stratigraphique des faciès du Kimméridgien de la Haute-Saône et du Jura entre Champlitte et Genève (d'après S. DEBRAND-PASSARD et al., 1984)

Le second, qui a trait au Jura méridional, s'appuie essentiellement sur le récent mémoire de P. BERNIER (1984) (fig. 7b). Celui-ci, grâce à une analyse séquentielle fine, propose un âge Kimméridgien terminal (zone à Beckeri) pour les faciès ptérocériens (Couches à ptérocères du Bois de Trequin et Calcaires à stromatoporidés de Matafelon).

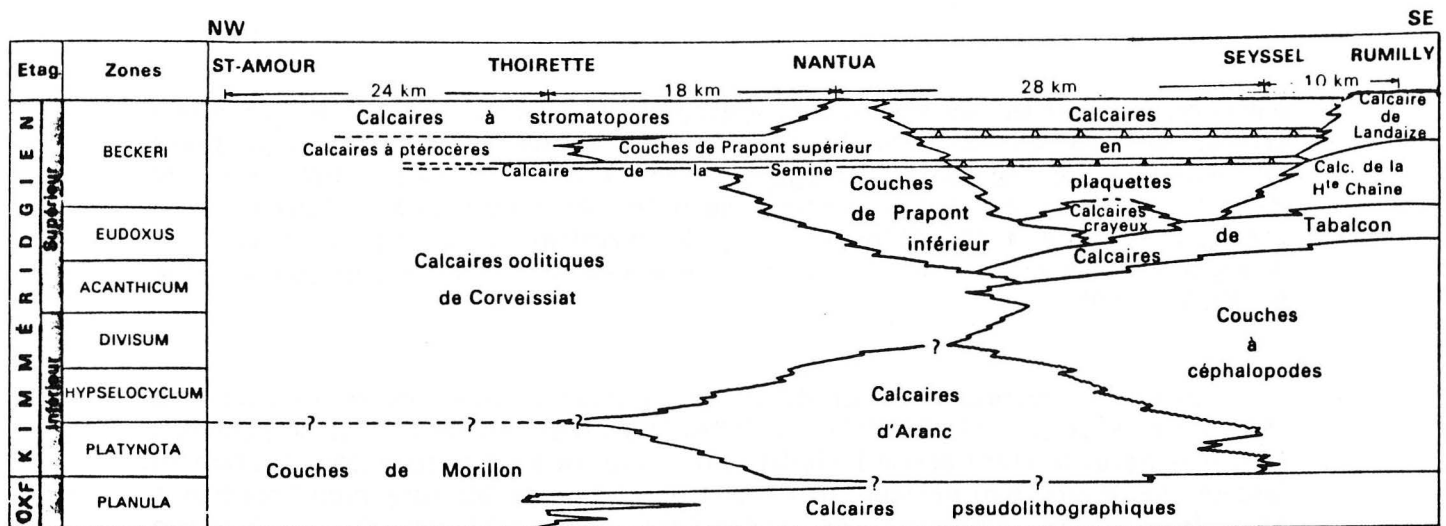


Fig. 7b : Distribution stratigraphique des faciès du Kimméridgien dans le Jura méridional entre Saint-Amour et Rumilly (d'après S. DEBRAND-PASSARD et al., 1984)

2-4 Synthèse des travaux : hypothèses de travail et objectifs

2-4-1 Les hypothèses

A la lecture des deux tableaux cités précédemment, les corrélations entre les différentes formations ptérocériennes (Calcaires et Marnes à ptérocères, Calcaires à Corbis au Nord et Couches à ptérocères du Bois de Trequin, Calcaires à stromatoporiés de Matafelon au Sud) paraissent impossibles. De la même façon et compte tenu du cadre stratigraphique précédent, cet ensemble carbonaté ne peut pas s'inscrire dans un schéma paléogéographique acceptable. Néanmoins, deux hypothèses peuvent être formulées et servir de base à une réflexion :

- soit il existe deux niveaux à ptérocères : l'un septentrional daté de la zone à Hypselocyclum et équivalent des Calcaires et Marnes du Banné en Suisse; l'autre méridional dénommé Couches à ptérocères du Bois de Trequin par P. BERNIER et placé par corrélation séquentielle dans la zone à Beckeri. Ces deux niveaux évoluent alors indépendamment. Le plus récent serait de toute évidence la prolongation méridionale des Calcaires et Marnes à *Exogyra virgula* du Nord.

- soit tous les niveaux ptérocériens présents sont sensiblement de même âge (zones à Hypselocyclum et à Divisum). Ils traduisent alors un ennoyage du domaine jurassien par des milieux de plate-forme protégée (vasière) d'âge équivalent au maximum d'avancée des faciès de mer ouverte (Couches à Céphalopodes) sur le bord oriental de la Haute-Chaine.

2-4-2 Les objectifs

Le travail présenté ici se propose de reprendre en détail l'agencement des formations ptérocériennes dans tout leur domaine d'extension actuel depuis les régions où l'on dispose d'éléments de datation (Haute-Saone, région de Montbéliard) jusque dans les régions les plus méridionales (Pont-d'Ain et Nantua) au travers des variations lithologiques et fauniques.

L'aspect le plus important de ce mémoire est donc l'individualisation de formations reconnaissables par l'ensemble de leurs caractères lithologiques et fauniques et leurs variations latérales. Les caractères fauniques, en particulier, permettront de dater et de corréliser ces formations et d'établir ainsi leurs relations mutuelles. Ils fourniront, dans un second temps, des renseignements sur la variation des biotopes, à la fois sur l'étendue de la vasière à ptérocères et, dans le temps, au travers d'une organisation séquentielle des peuplements successifs.

L'organisation séquentielle du complexe carbonaté du Kimméridgien inférieur, l'interprétation sédimentologique des faciès de la plate-forme jurassienne et la comparaison avec leurs équivalents sur le bord occidentale du fossé bressan apporteront autant d'éléments supplémentaires pour mener à bien une reconstitution paléogéographique, conclusion de ce travail.

DESCRIPTION ET ANALYSES
DES DONNEES

1 - PRELIMINAIRES

Dans un souci de clarté, je me suis attaché à donner pour chaque coupe une situation géographique doublée d'une position structurale, quand celle-ci était justifiée, et un historique le plus complet possible venant s'ajouter au chapitre "Etat actuel des connaissances".

A chaque coupe correspond une ou plusieurs figures sur lesquelles le lecteur pourra trouver les descriptions de terrain, des lames minces, si celles-ci ont été faites, et un plan détaillé de la situation géographique. Au cours de cette analyse, la synthèse descriptive des coupes fera appel à une nouvelle nomenclature des formations. Celles-ci seront définies par ailleurs dans la partie synthétique de ce travail.

2 - LA REGION SEPTENTRIONALE

Ainsi qu'elle l'a été définie, la région septentrionale correspond au territoire situé au Nord du faisceau salinois. Les coupes décrites dans ce chapitre sont du Nord au Sud (fig. 8) :

- coupe de la Haute-Saone
- coupe de Germondans
- coupe de Rang
- coupe de Médière
- coupe de la région de Montbéliard
- coupe de Besançon
- coupe d'Indevillers
- coupe d'Étalans
- coupe d'Epenoy
- coupe de Consolation-Maisonnette
- coupe de Vougnay
- coupes de Goumois

2-1 Description des coupes

2-1-1 Coupe de la Haute-Saone (fig. 9)

Situation géographique :

Gray et Gy à 1/50 000. Département de la Haute-Saone.

La coupe synthétique décrite ici a été reconstituée à l'aide de plusieurs petites sections levées dans la région de Gray, Fresnes-Saint-Mamès et Gy.

Historique :

Le Kimméridgien de la Haute-Saone a fait l'objet d'une étude approfondie par D. CONTINI et P. HANTZPERGUE en 1975. Des niveaux fossilifères à ammonites ont permis d'établir une stratigraphie assez précise de la région et de placer les formations ptérocériennes dans les zones à *Hypselocyclum*, à *Divisum* et à *Acanthicum*.

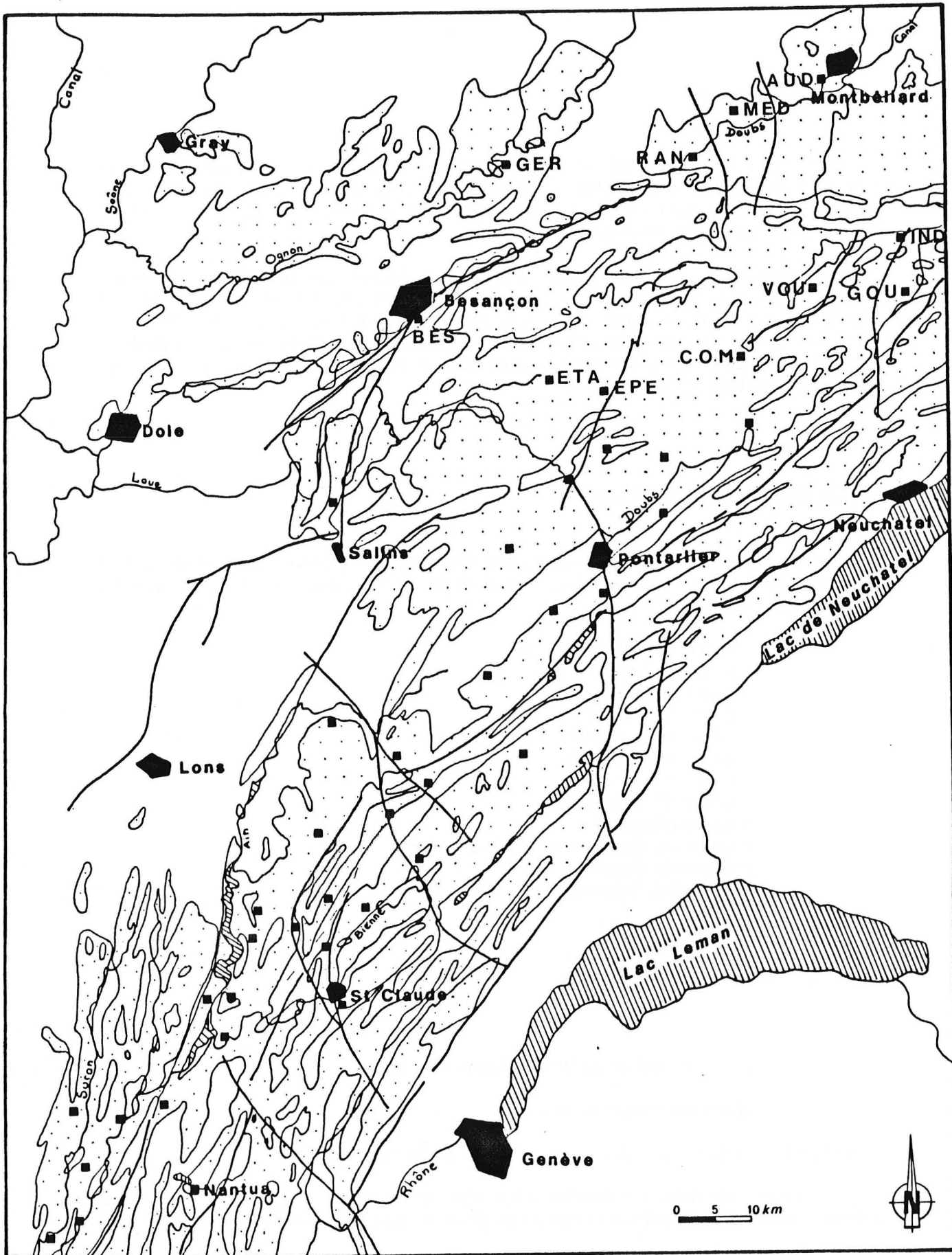


Fig. 8 : Répartition des coupes dans la région septentrionale.

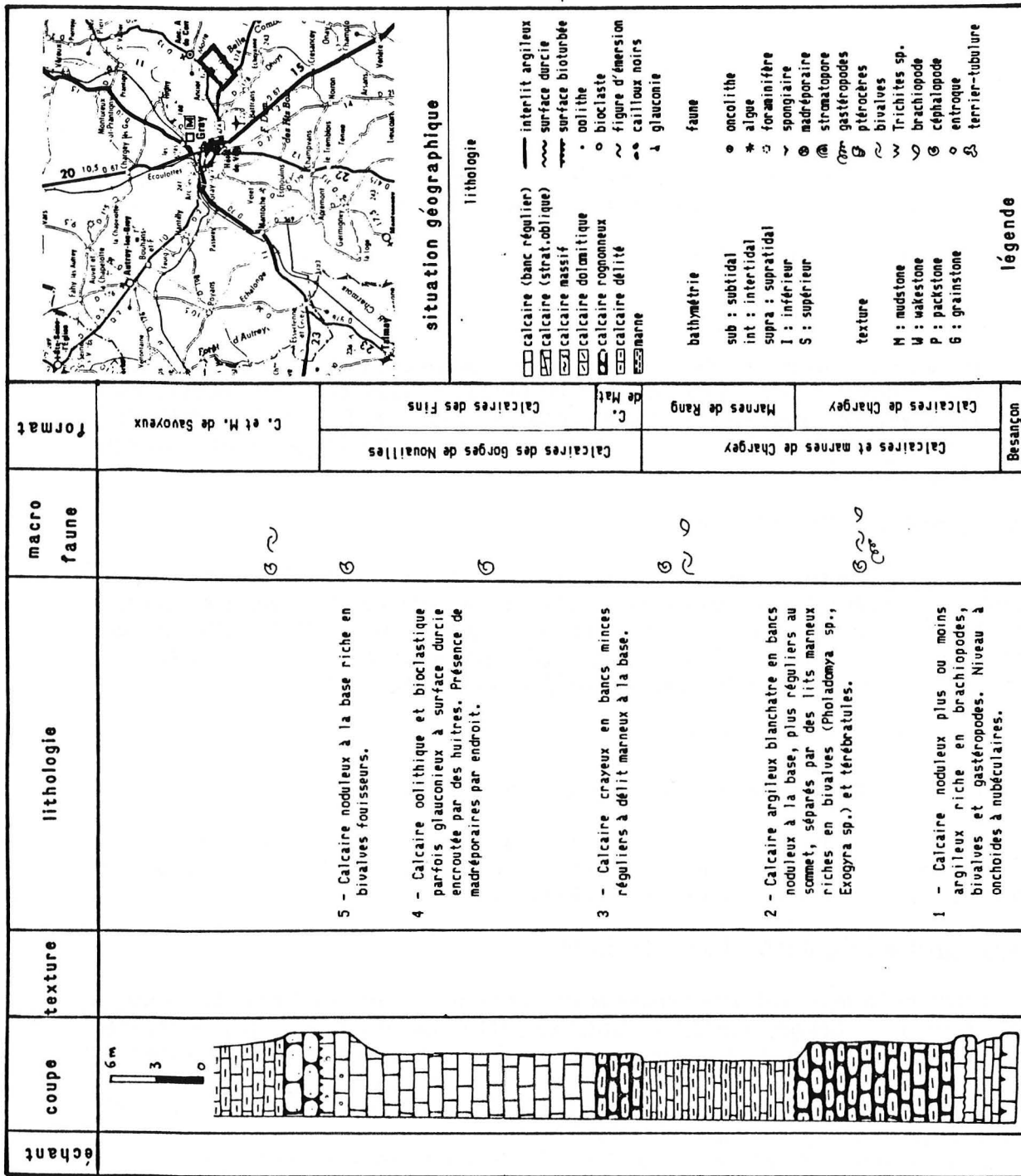


Fig. 9 : Coupe lithostratigraphique et synthétique de la Haute-Saone (formations).

Synthèse de la coupe :

Calcaires de Besançon

Calcaire sublithographique en bancs minces, à nombreuses tubulures et niveaux riches en nérinées, limité à son sommet par une surface bioturbée, durcie.

Calcaires et marnes de Chargey

Calcaires de Chargey (GRAY 1 - 13,80 m)

15 m de calcaires noduleux plus ou moins argileux, riches en brachiopodes, bivalves et gastéropodes, débutant par un niveau glauconieux. Des ammonites y ont été récoltées : Pachypictonia divergens (SCHNEID) et P. armillata SCHNEID, ainsi que des brachiopodes : Terebratula subsella (LEYMERIE) et Zeilleria humeralis (ROEMER).

Marnes de Rang (GRAY 2 - 10,50 m)

10,5 m de calcaires argileux blanchâtres, en bancs noduleux à la base, plus réguliers au sommet, séparés par des lits marneux riches en bivalves (Pholadomya sp., Exogyra sp.), térébratules (Terebratula supraiurensis ETALLON). Le banc supérieur des marnes a livré : Crussoliceras (Crussoliceras) tenuicostatum (GEYER), Pachypictonia indicatoria SCHNEID, Pachypictonia sp..

Calcaires des Gorges de Nouailles

Calcaires à Stromatoporidés de Matafelon (3 m)

Bien qu'ils soient peu caractéristiques dans cette coupe, on peut attribuer à ce membre environ 3 m de calcaires noduleux, biodétritiques, à bivalves, gastéropodes et petites colonies de madréporaires.

Calcaires des Fins (GRAY 3 à 4 - 18,80 m)

Environ 15 m de calcaires crayeux en bancs minces et réguliers, à tubulures ont fourni : Crussoliceras (Badenia) attavum (GEYER), Involuticeras crassicoatum (GEYER) et Aulacostephanus (Pararasenia) quenstedti (DURAND). Dans la partie moyenne de la formation a également été trouvé Aspidoceras uhlandi (OPPEL) (figuré in D. CONTINI & P. HANTZPERGUE sous le nom Orthaspidoceras quadrifinalis (QUENSTEDT)).

Ceux-ci sont soulignés à leur sommet par deux mètres de calcaires oolithiques et bioclastiques, parfois glauconieux à surface durcie et couverte d'huitres, avec Aulacostephanoides desmonotus (OPPEL).

Calcaires et Marnes de Savoyeux (GRAY 5)

Ils ne sont représentés sur la coupe que par quelques mètres de calcaires noduleux riches en bivalves fousseurs renfermant Orthaspidoceras orthocera (D'ORBIGNY) et Orthaspidoceras liparum (OPPEL).

2-1-2 Coupe de Germondans (fig. 10)

Situation géographique :

Baume-les-Dames à 1/50 000. Département du Doubs.

Coupe située le long de la départementale D 14, allant de Germondans à Rigney, juste au Nord du lieu dit "Ferme de le Roche", dans la boucle du Doubs, au coeur du synclinal du bois de la Boussière.

Historique :

C. JAVEY (1966) cite dans la vallée de l'Ognon une série de calcaires fins encadrés par deux niveaux glauconieux fossilifères à rares ptérocères à la base qu'il attribue au kimméridgien inférieur par référence aux autres études sur la Franche-Comté.

Synthèse de la coupe :

Calcaires des Gorges de Nouailles

Calcaires des Fins (GER 1 à 12 - 6,50 m)

Environ 5 m de calcaires blancs, fins, parfois crayeux, en bancs réguliers en forment la base. Ce sont des micrites à foraminifères et pellets.

De même qu'en Haute-Saône, le toit du membre est caractérisé par des calcaires oolithiques rosés à ciments de diagénèse phréatique d'eau douce (GER 11 et 12).

Calcaires et Marnes de Savoyeux (GER 13 à 18 - 4 m)

Dans la région au Nord de Besançon et jusqu'en Haute-Saône, la formation débute par des calcaires noduleux à huitres, gastéropodes et tubulures recristallisées.

2-1-3 Coupe de Rang (fig. 11a et 11b)

Situation géographique :

Montbéliard à 1/50 000. Département du Doubs.

Coupe levée entre Rang et Clerval, en bordure de la RN 83, entre la borne PTT 314 et la combe de Bas, à l'extrémité Est du synclinal de Dompiere-sur-le-Doubs.

Historique :

Les coupes de Rang, Médière, Besançon et de la région de Montbéliard (Audincourt) ont été étudiées tout d'abord par S. DEBRAND-PASSARD *et al* (1974, coupe D), par P. HANTZPERGUE en 1973 lors d'un travail de Diplôme d'Etudes Supérieures, puis par D. CONTINI et P. HANTZPERGUE (1973). Ces travaux ont permis de dater les formations ptérocériennes de Franche-Comté (zones à Hypselocyclum, à Divisum et à Acanthicum) et de les corrélérer avec les formations kimméridgiennes de Haute-Saône. Un problème subsiste pourtant pour la limite Oxfordien - Kimméridgien au sein des Calcaires fins séquaniens (Calcaires de Besançon MARCOU 1848, *in* R. ENAY *et al* sous presse).

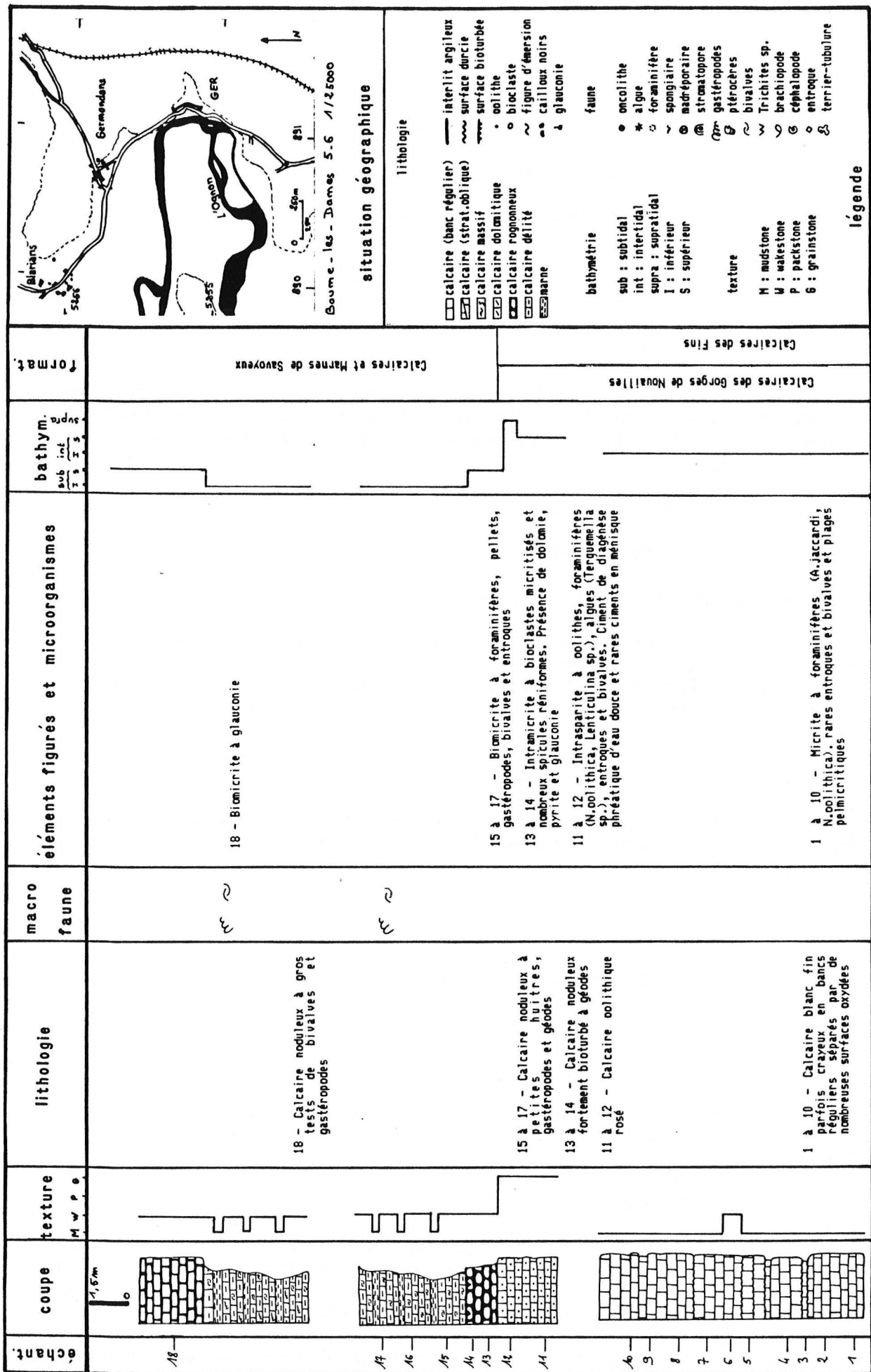


Fig. 10 : Coupe lithostratigraphique de Germondans (formations et interprétation bathymétrique).

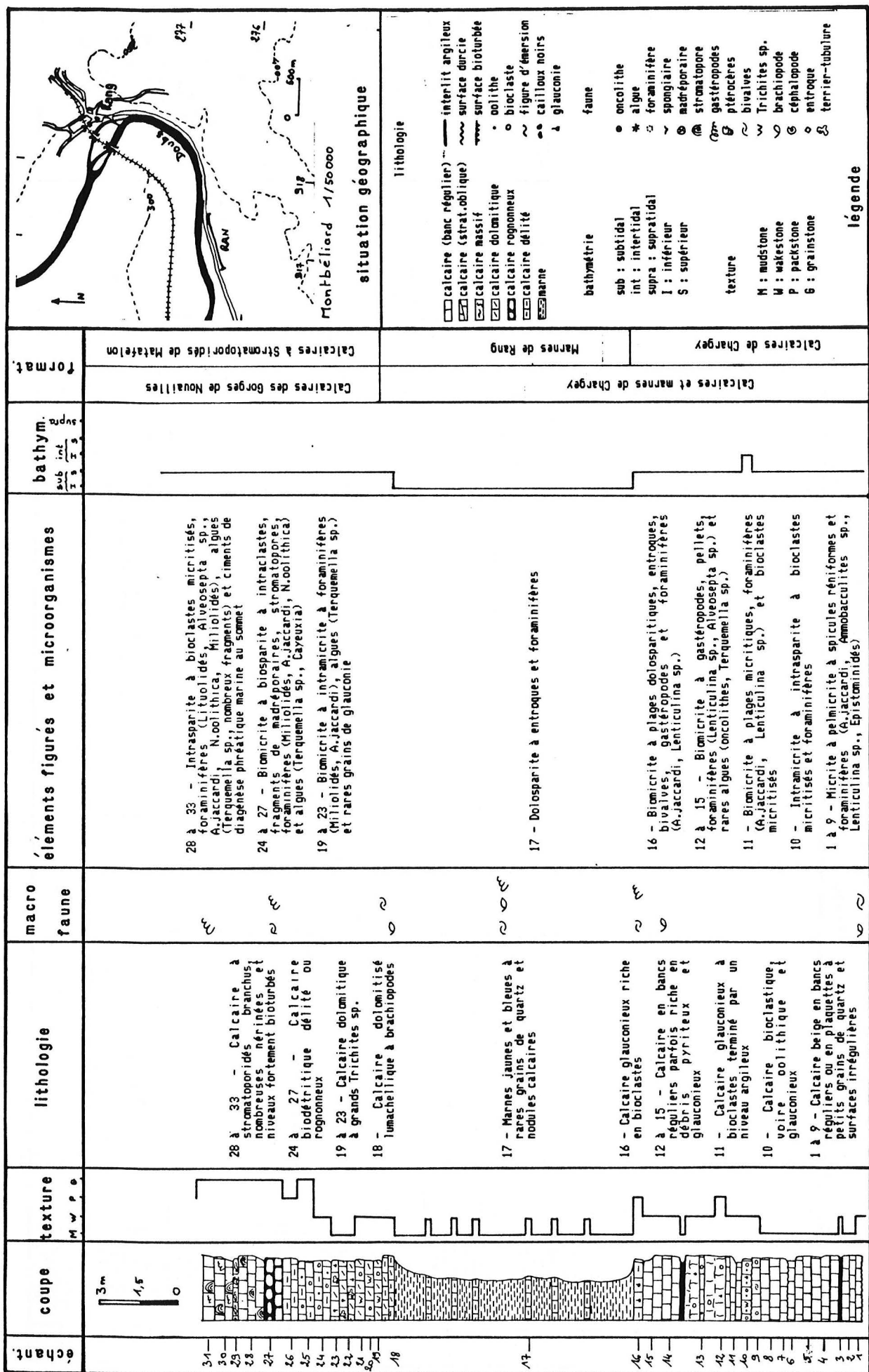


Fig. 11a : Coupe lithostratigraphique de Rang (formations et interprétation bathymétrique).

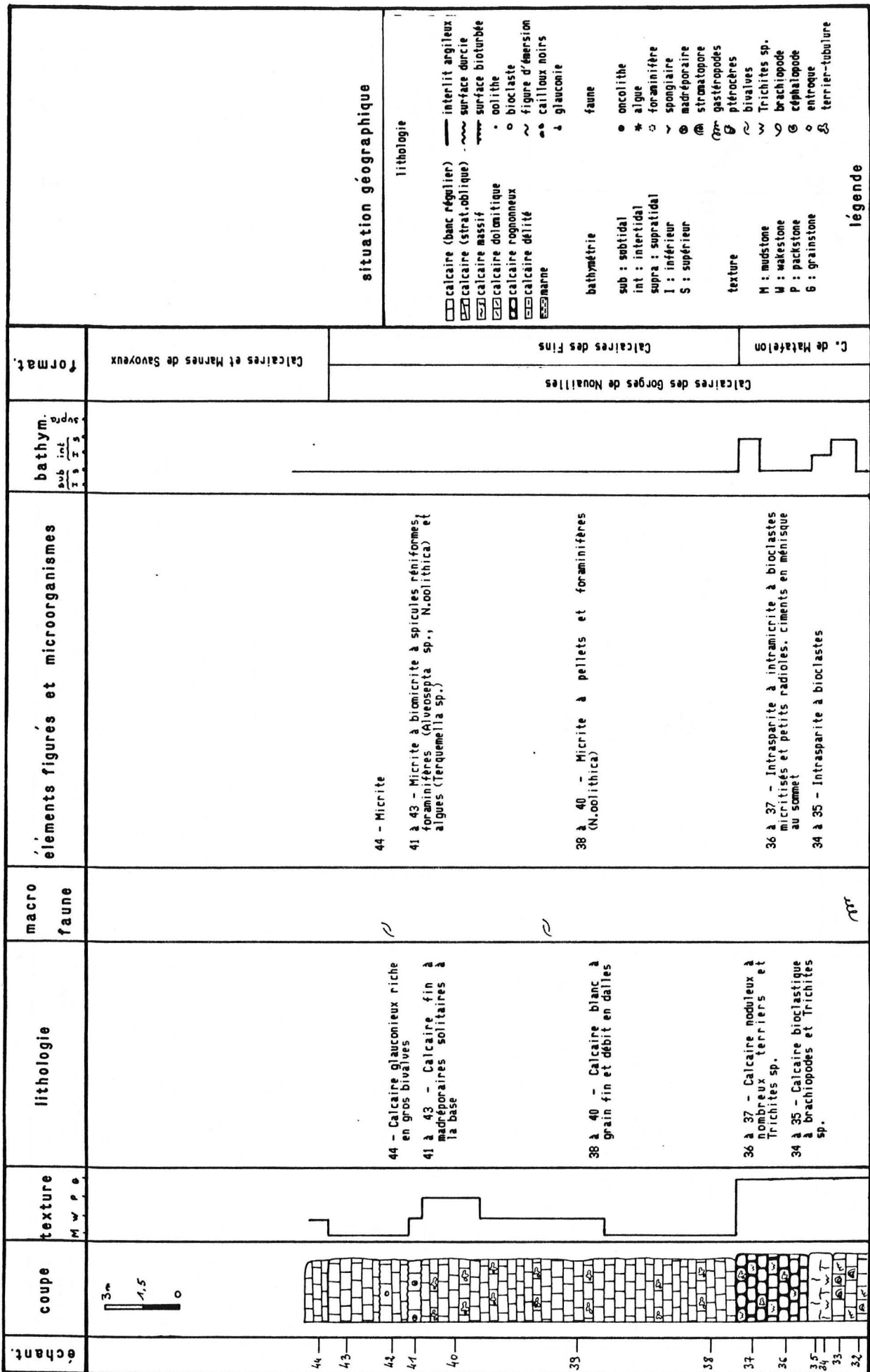


Fig. 11b : Coupe lithostratigraphique de Rang (formations et interprétation bathymétrique).

Synthèse de la coupe :

Calcaires et Marnes de ChargeyCalcaires de Chargey (RAN 1 à 16 - 9,10 m)

La base de la formation montre des calcaires beiges en bancs réguliers, parfois biodétritiques à nombreux débris pyriteux et glauconieux. Deux niveaux riches en glauconie sont aisément reconnaissables sur le terrain. La base de la formation a livré une faune de petits brachiopodes (Terebratula subsella LEYMERIE et Zeillerina humeralis (ROEMER)). Les niveaux supérieurs ont, pour leur part, fourni la même association que dans la Haute-Saône.

Marnes de Rang (RAN 17 à 18 - 9,60 m)

Localité-type du membre, la coupe de Rang développe 10 m de marnes jaunes et bleues, à rares grains de quartz et nodules calcaires fortement dolomités. La faune y est riche et représentée par des bivalves, ptérocères et brachiopodes. Le niveau sommital a fourni entre autres : Terebratula suprajurensis ETALLON, Postepithyris dubisiensis BOULLIER, Zeillerina humeralis (ROEMER). Cette association faunique est typique à Rang.

Calcaires des Gorges de NouaillesCalcaires à Stromatoporidés de Matafelon (RAN 19 à 37 - 13 m)

Bien développée à Rang, cette formation est caractérisée par 13 m de calcaires biodétritiques parfois rognonneux à algues, stromatoporidés branchus et ciments de diagenèse phréatique marine dans les bancs sommitaux. Des bancs pétris de nérinées alternent avec les niveaux à stromatoporidés; il est alors remarquable que ces derniers cèdent la place aux nérinées et deviennent discrets, voire absents.

Calcaires des Fins (RAN 37 à 43 - 18 m)

La formation est représentée par des calcaires micritiques, blancs et crayeux, à pellets et foraminifères. Ceux-ci offrent de temps à autre de rares bivalves (Corbis sp.) à valves jointives. Les bancs sommitaux se chargent en débris, madréporaires solitaires et algues.

Calcaires et Marnes de Savoyeux (RAN 44)

1 m de calcaire biomicritique glauconieux, riches en gros bivalves et passant à des niveaux de marnes jaunes.

2-1-4 Coupe de Médière (fig. 12)

Situation géographique :

Montbéliard à 1/50 000. Département du Doubs.

Coupe discontinue placée de part et d'autre de la RN 83, à 1 km au Nord-Est de Médière (CONTINI & HANTZPERGUE 1973).

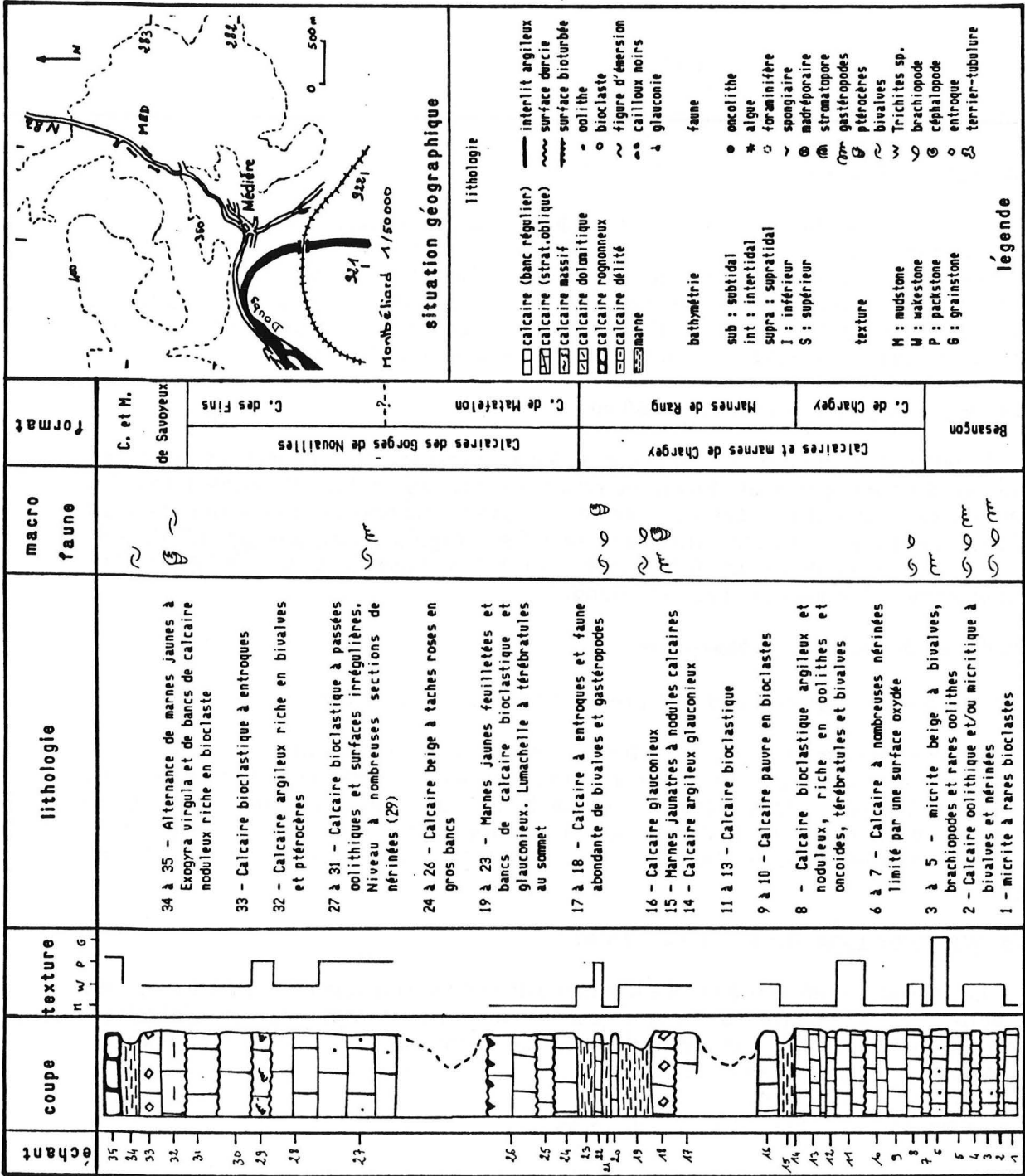


Fig. 12 : Coupe lithostratigraphique de Médière (formations).

Synthèse de la coupe :

Calcaires de Besançon (MED 1 à 6)

Quelques mètres de calcaires beiges parfois oolithiques à bivalves et nérinées. Les bancs sont limités à leur sommet par des surfaces irrégulières et oxydées.

Calcaires et Marnes de Chargey

Calcaires de Chargey (MED 7 à 13 - 4,65 m)

Environ 5 m de calcaires bioclastiques parfois glauconieux caractérisent ce membre. Toutefois, on peut émettre un doute quant à la puissance mesurée ici. La coupe est en effet hachée de failles.

Marnes de Rang (MED 14 à 23 - 8 m)

Ce sont 8 m de marnes jaunes feuilletées et bancs de calcaires bioclastiques et glauconieux à faune abondante de bivalves (*Pholadomya* sp., *Cyprina* sp.) et gastéropodes (*Harpagodes* sp.). Une lumachelle riche en brachiopodes limite la sous-formation à son sommet et montre la même faune qu'à Rang.

Calcaires des Gorges de Nouailles

Calcaires à Stromatoporidés de Matafelon (MED 24 à 31 - 4,30 m)

Ils sont masqués en partie par une faille. Néanmoins ils présentent des calcaires bioclastiques, parfois oolithiques et riches en nérinées (4,30 m).

Calcaires des Fins (MED 32 à 33 - 3,30 m)

Ils ne sont représentés que par 1 m de calcaires peu biodétritiques limités à leur base par un niveau délité riche en bivalves (2,30 m).

Calcaires et Marnes de Savoyeux (MED 34 à 35)

La formation n'est représentée sur la coupe que par des calcaires bioclastiques et marnes jaunes riches en bivalves, huitres et ptérocères.

2-1-5 Coupe de la région de Montbéliard (fig. 13)

situation géographique :

Montbéliard à 1/50 000. Département du Doubs.

D. CONTINI & P. HANTZPERGUE décrivent dans la région de Montbéliard de nombreuses coupes discontinues dans les formations ptérocériennes. Seule la coupe d'Audincourt, représentée ici offre une succession presque complète. Elle s'étend le long de la tranchée du chemin de fer, à la sortie est d'Audincourt (Bois de Clotre). Elle débute au niveau du cimetière d'Audincourt et se poursuit au Nord de la carrière de la Baume, sur le plateau de Jurassique supérieur de Montbéliard.

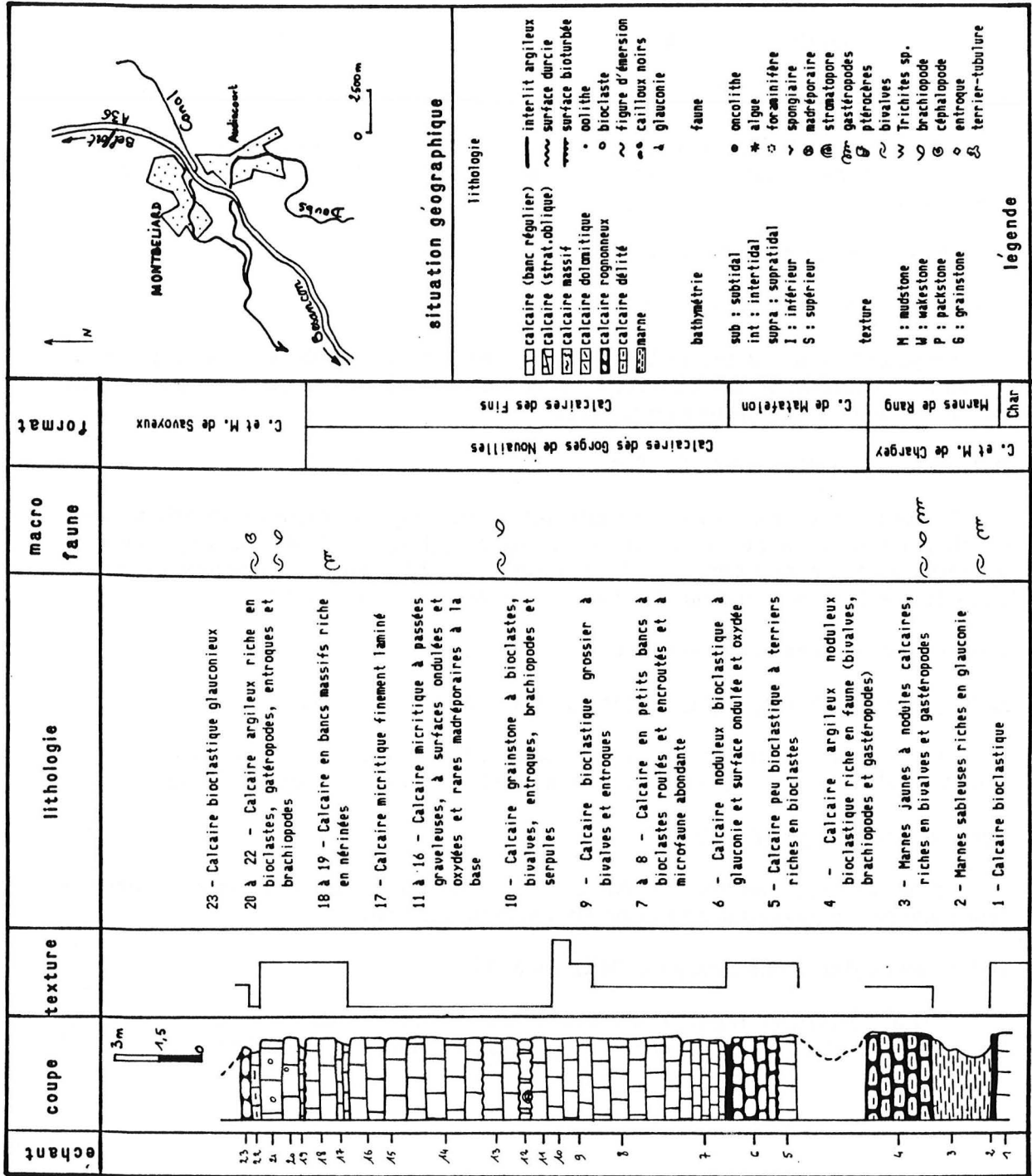


Fig. 13 : Coupe lithostratigraphique et synthétique de la région de Montbéliard (formations).

Synthèse de la coupe :

Calcaires et Marnes de Chargey

Calcaires de Chargey (AUD 1)

Ceux-ci ne sont représentés que par un banc de calcaires bioclastiques surmontés par un niveau riche en glauconie. Dans d'autres sections, cette formation a montré des calcaires grisâtres, noduleux à compacts, sublithographiques ou bioclastiques.

Marnes de Rang (AUD 2 à 4 - 4 m)

Les marnes de Rang sont fort peu développées dans la région de Montbéliard. Ce sont 4 m de marnes jaunes à nodules calcaires riches en bivalves et gastéropodes surmontées de calcaires argileux noduleux riches en faune (bivalves, brachiopodes et gastéropodes). Ces marnes ont livré entre autres : Pachypictonia indicatoria SCHNEID, Rasenia balteata SCHNEID.

Calcaires des Gorges de Nouailles

Calcaires à stromatoporidés de Matafelon (AUD 5 à 6 - 4,50 m)

Les niveaux caractéristiques de ce membre ne sont pas visibles dans la région de Montbéliard. Toutefois, on peut leur attribuer des calcaires bioclastiques noduleux à terriers, de faciès identique à celui rencontré dans le sommet de la formation à Rang.

Calcaires des Fins (AUD 7 à 19 - 14,50 m)

Très développés dans la région, ils présentent des faciès divers qui rappellent les membres encadrants. Ce sont, tout d'abord, des calcaires bioclastiques à microfaune abondante, bivalves, brachiopodes et serpules. Une passée micritique montre de rares madréporaires isolés. Le sommet de la formation est souligné par des calcaires finement laminés (Tidalites d'Arc-sous-Cicon?) puis des niveaux riches en nérinées. Un exemplaire d'Aulacostephanus desmonotus (OPPEL) y a récemment été trouvé.

Calcaires et Marnes de Savoyeux (AUD 20 à 23)

Ils débutent par un niveau glauconieux surmonté de calcaires argileux, bioclastiques à entroques, gastéropodes et brachiopodes. Ces niveaux ont livré : Orthaspidoceras orthocera (D'ORBIGNY).

2-1-6 Coupe de Besançon (fig. 14)

Situation géographique :

Besançon à 1/50 000. Département du Doubs.

Coupe levée le long de la route de Morre (RN 87), au niveau de la Porte-Taillée, en aval de la faille du Doubs.

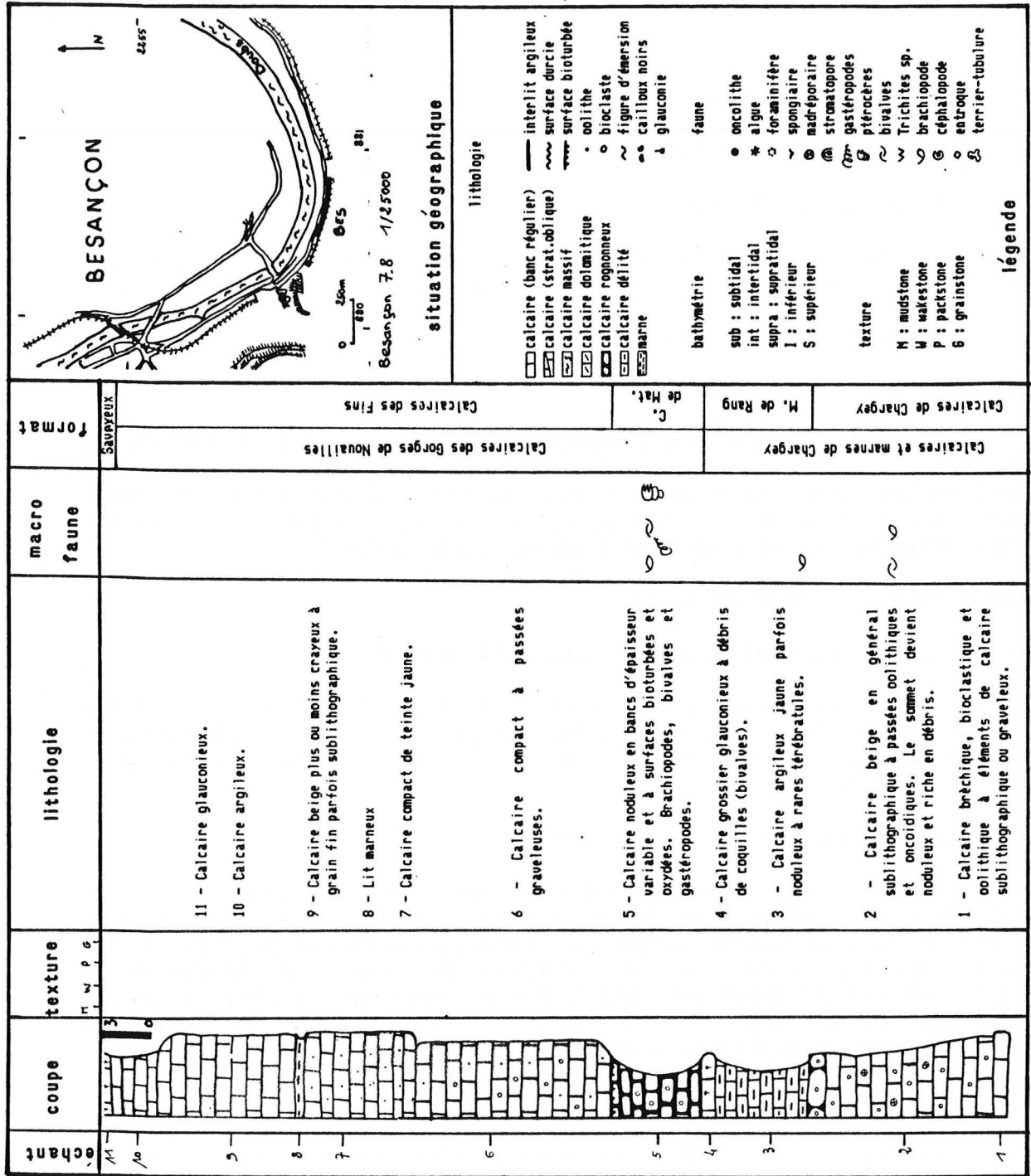


Fig. 14 : Coupe lithostratigraphique de Besançon (formations).

Synthèse de la coupe :

Calcaires et marnes de Chargey

Calcaires de Chargey (BES 1 à 2 - 12 m)

Ce sont des calcaires beiges, en général sublithographiques, à passées oolithiques ou oncolithiques. Le sommet devient noduleux et riche en débris : bivalves et brachiopodes.

Marnes de Rang (BES 3 à 4 - 7 m)

Les marnes de Rang se présentent dans cette coupe sous un faciès particulièrement carbonaté : ce sont des calcaires argileux jaunes, terminés par un banc de calcaire grossier, glauconieux et riche en débris de bivalves.

Calcaires des Gorges de Nouailles

Calcaires à Stromatoporidés de Matafelon (BES 5 - 6 m)

De même que pour la région de Montbéliard, les Calcaires de Matafelon se présentent sous l'aspect de calcaires noduleux, à surfaces bioturbées et oxydées, riches en gastéropodes et bivalves.

Calcaires des fins (BES 6 à 11 - 30 m)

Le membre, épais à Besançon, offre des calcaires compacts, à passées finement graveleuses et petits bancs de calcaires sublithographiques. Le passage aux Calcaires et Marnes de Savoyeux se fait par l'intermédiaire d'un banc glauconieux.

2-1-7 Coupe d'Indevillers (fig. 15)

Situation géographique :

Damprichard à 1/50 000. Département du Doubs.

Coupe levée le long de la route des Plains-Grands-Essards à Indevillers, entre les points cotés 759 et 770, à l'extrémité Est du synclinal des Plains-Grands-Essards.

Historique :

Les synclinaux des Plains-Grands-Essards et d'Indevillers ont été le sujet de nombreuses études cartographiques. Les formations kimméridgiennes, bien qu'elles ne présentent pas de coupes complètes, montrent toutefois les faciès caractéristiques des Marnes du Banné. P. FALLOT *et al.* (1933), A. SOUFFLES-DESPRE (1958) et enfin C. BAILLY (1979) citent : 20 m de calcaires compacts biodétritiques pauvres en fossiles, 7 m de calcaires délités très argileux à nombreux bivalves et gastéropodes (ptérocères) puis environ 40 m de calcaires beiges à blancs subrécifaux à rudistes et gros gastéropodes.

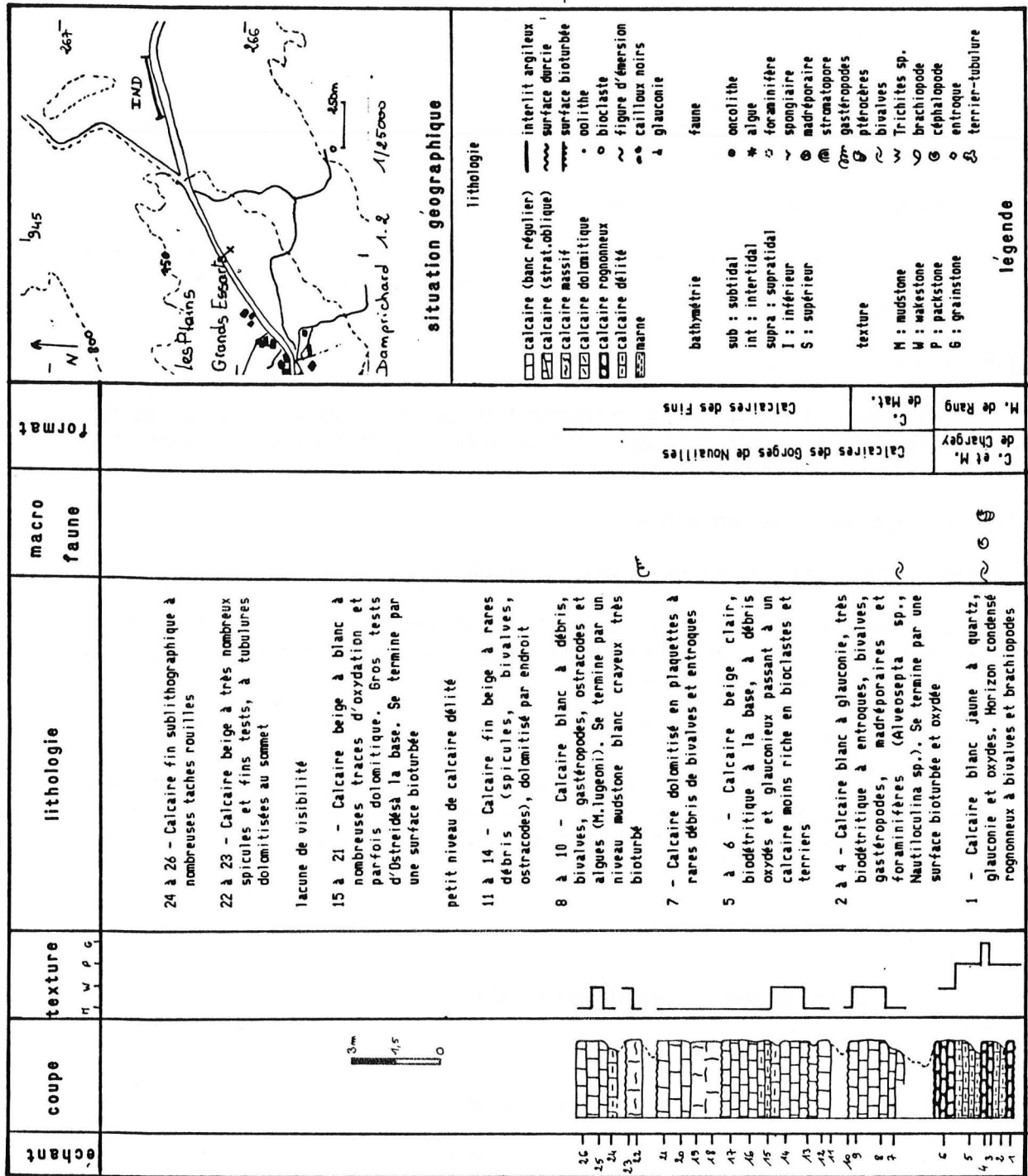


Fig. 15 : Coupe lithostratigraphique d'Indevillers (formations).

Synthèse de la coupe :

Calcaires et Marnes de ChargeyMarnes de Rang (IND 1 à 6 - 3 m)

Seule la partie supérieure des marnes est visible dans la coupe d'Indevillers, sous la forme de 3 m de calcaires jaunes à quartz et glauconie. Un horizon condensé glauconieux a livré de nombreux bivalves et brachiopodes : Terebratula suprajurensis ETALLON, Postepithyris dubisiensis BOULLIER.

Calcaires des Gorges de NouaillesCalcaires à Stromatoporidés de Matafelon (IND 7 à 10 - 3 m)

3 m de calcaires blancs à débris, bivalves et gastéropodes, terminés par un niveau fortement bioturbé, peuvent être l'équivalent des Calcaires de Matafelon dans la région d'Indevillers. Ceux-ci semblent disparaître au profit de faciès de vase plus profonde du type Calcaires de Chargey.

Calcaires des Fins (IND 11 à 26 - 9 m)

Des calcaires fins, parfois dolomitiques, à spicules, bivalves et ostracodes terminent cette coupe. Des surfaces bioturbées limitent les bancs à leur sommet et sont parfois riches en huîtres.

2-1-8 Coupe d'Étalans (fig. 16)

situation géographique :

Ornans à 1/50 000. Département du Doubs.

Petite coupe située au bord de la nouvelle route d'Étalans à Fallerans, au pied du pont à l'entrée Ouest du village d'Étalans.

Historique :

G. PROTCHE (1962) ne fait allusion qu'à un seul affleurement de calcaires grumeleux gris pseudoolithiques à glauconie et bivalves (Trichites sp. et Pinnigera sp.), qu'il attribue au Kimméridgien inférieur.

Synthèse de la coupe :

Calcaires et Marnes de ChargeyCalcaires de Chargey (ETA 1 à 8 - 6,10 m)

Seule la partie inférieure des Calcaires et Marnes de Chargey est visible sur cette coupe. Ce sont 6 m de calcaires gris à beige, à entroques, foraminifères et algues. Un niveau lumachellique a été reconnu à la base et a fourni de nombreux brachiopodes.

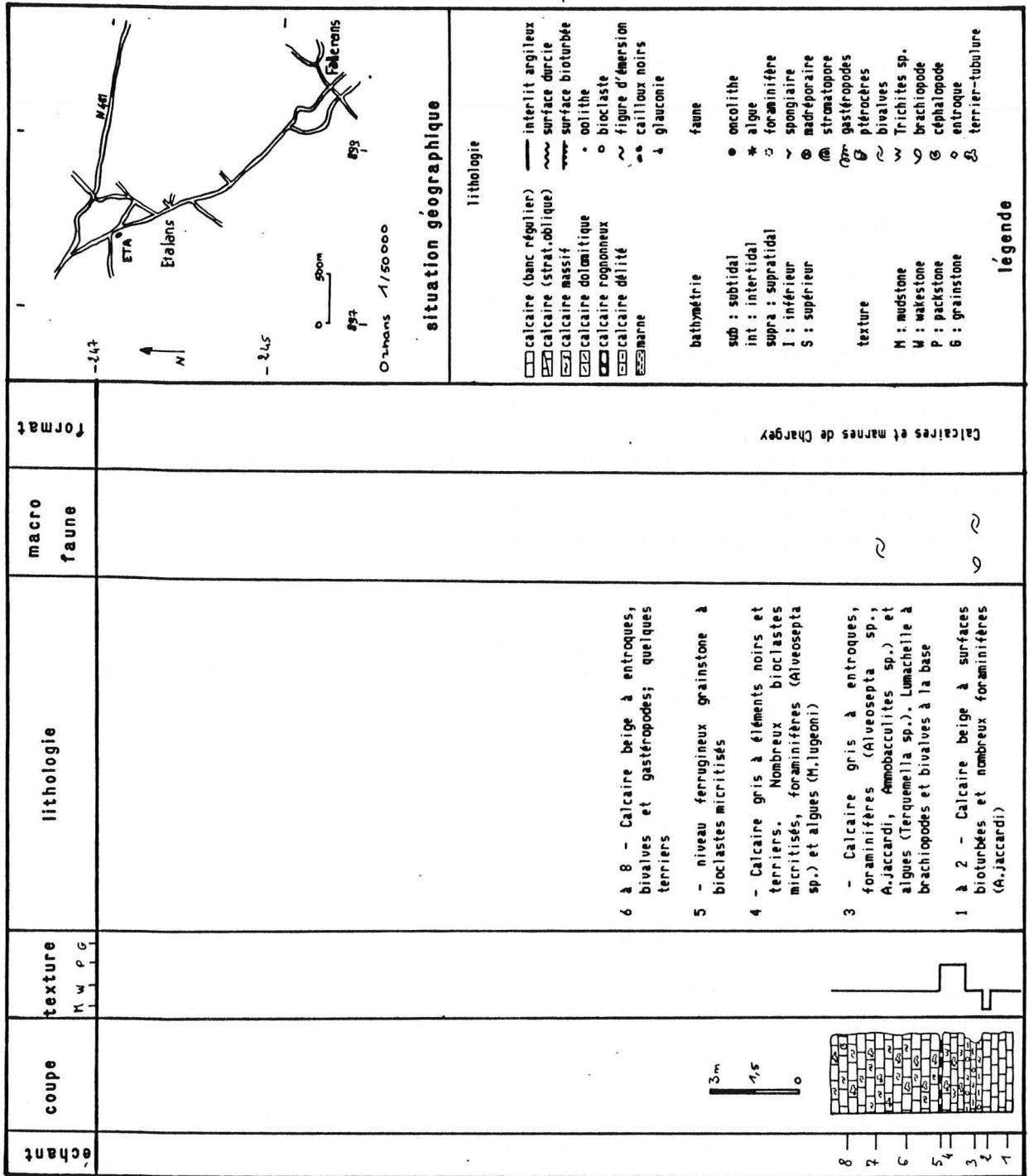


Fig. 16 : Coupe lithostratigraphique d'Etalans (formations).

2-1-9 Coupe d'Epenoy (fig. 17)

situation géographique :

Ornans à 1/50 000. Département du Doubs.

Coupe levée sous le pont SNCF, sur la route d'Epenoy à Avoudrey, au lieu-dit "sur la Grangeotte"; (signe fossilifère sur la carte géologique).

Synthèse de la coupe :

Calcaires et Marnes de Savoyeux (EPE 1 à 5 - 5 m)

Ce sont les bancs-limites avec la formation sous-jacente (Calcaires des Gorges de Nouailles) qui sont accessibles par cette coupe. 5 m de calcaires noduleux à bivalves (pholades, Trichites sp. et ostreidés), brachiopodes, foraminifères et pellets ont livré des ammonites (Orthaspidoceras liparum (OPPEL)). Un niveau riche en nérinées à la base peut être considéré comme le banc sommital des Calcaires des Gorges de Nouailles.

2-1-10 Coupe de Consolation-Maisonnette (fig. 18a et 18b)

situation géographique :

Morteau à 1/50 000. Département du Doubs.

Coupe levée de part et d'autre du monument aux morts, sur la départementale D 39, entre Fuans et Consolation-Maisonnette, au lieu dit "Scierie dessus", à l'extrémité sud de l'anticlinal de Consolation.

Synthèse de la coupe :

Calcaires et marnes de Chargey**Calcaires de Chargey (COM 1 à 24 - 16,80 m)**

Ceux-ci sont remarquablement développés dans la coupe de Consolation. Ils montrent des calcaires beiges à gris à spicules et foraminifères alternant avec des calcaires roux biodétritiques à Trichites sp. et huitres. De fréquentes tubulures dolomitisées peuvent s'observer à la base de la formation.

Marnes de Rang (COM 25 à 38 - 8,70 m)

D'une puissance de 8 m, celles-ci développent plutôt des faciès carbonatés glauconieux, à nombreux bioclastes et foraminifères. Des fragments de Cladocoropsis sp. ainsi que de nombreux points noirs sont observables à l'affleurement. Les niveaux sommitaux, plus délités, ont livré une faune de brachiopodes (Terebratula suprajurensis ETALLON).

Calcaires des Gorges de Nouailles**Calcaires à Stromatoporiés de Matafelon (COM 39 à 47 - 9 m)**

La formation est représentée par des calcaires beige ocre, à nérinées et stromatoporiés. Massifs à la base, ces calcaires se débitent en plaques au sommet et passent insensiblement aux formations suivantes. Ces dernières ne

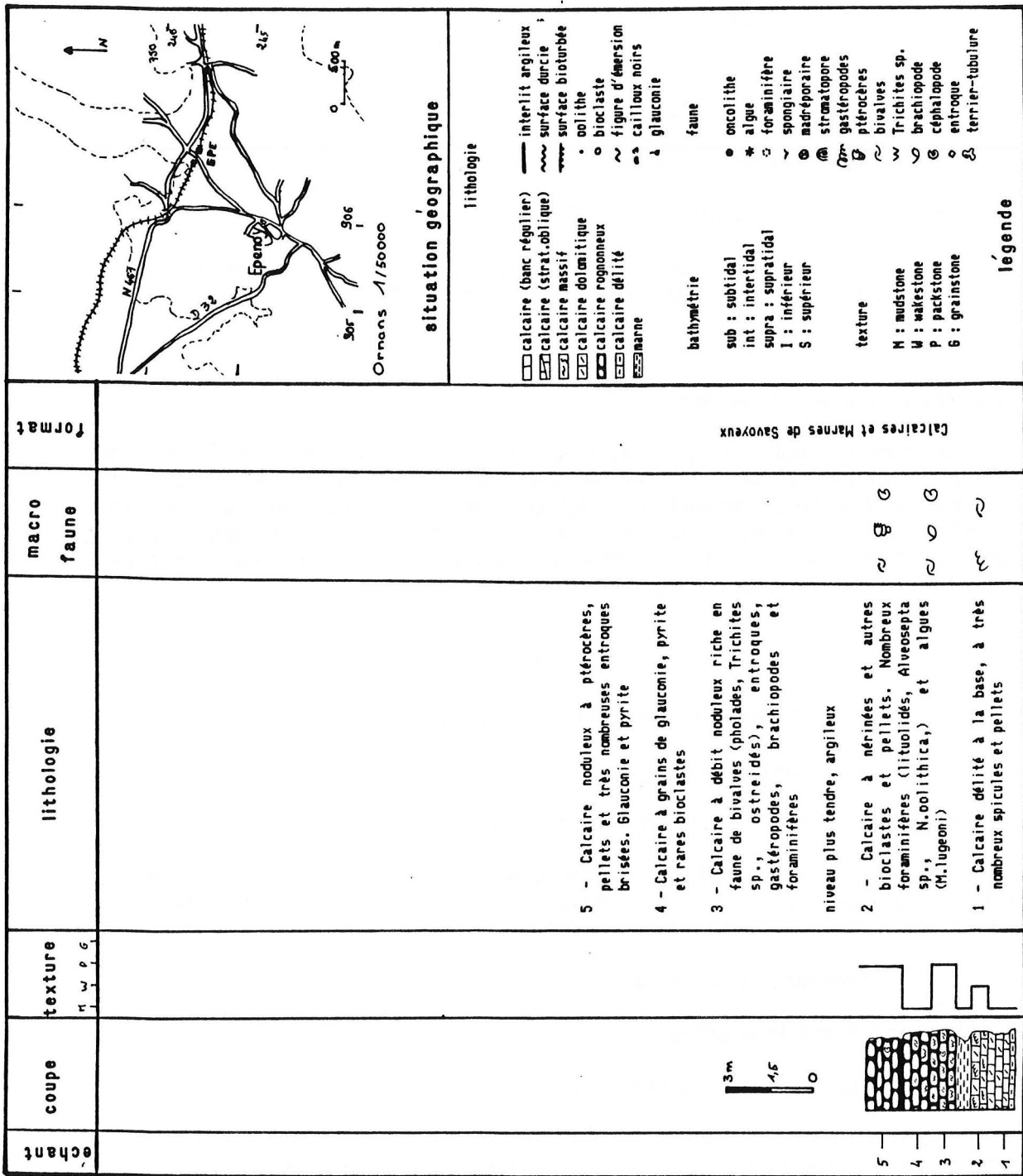


Fig. 17 : Coupe lithostratigraphique d'Epenoy (formations).

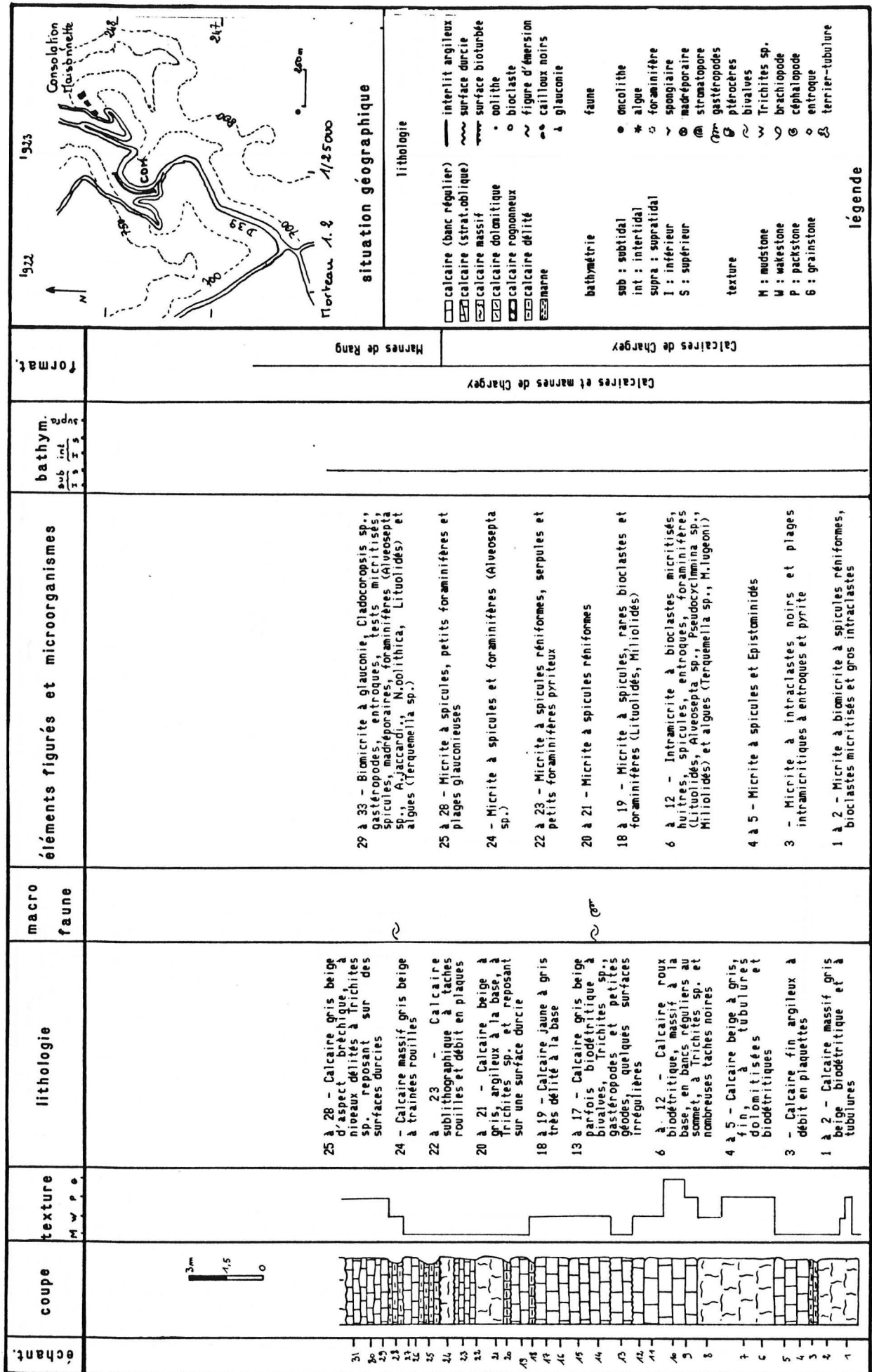


Fig. 18a : Coupe lithostratigraphique de Consolation Maisonnnette (formations et interprétation bathymétrique).

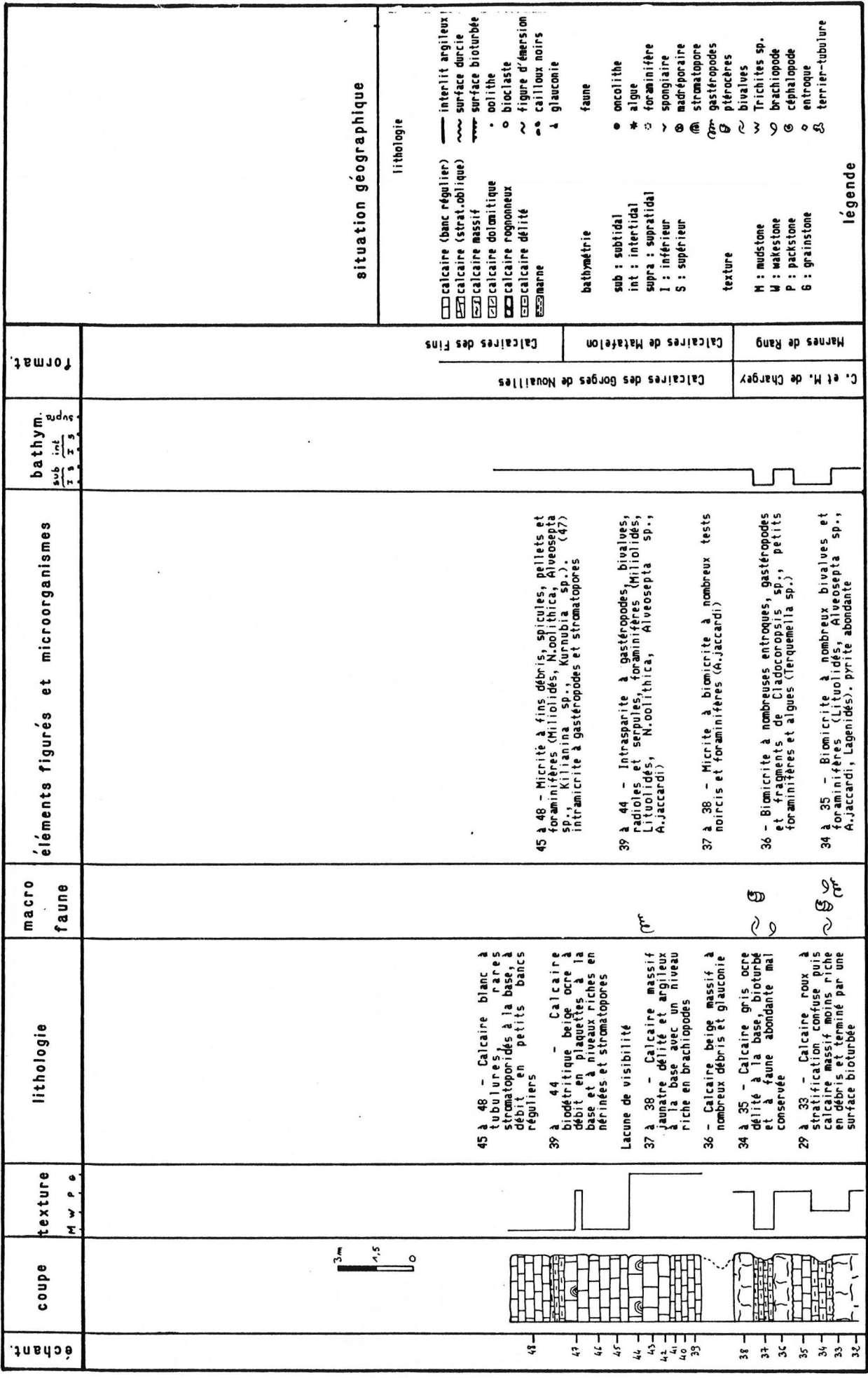


Fig. 18b : Coupe lithostratigraphique de Consolation Maisonnette (formations et interprétation bathymétrique).

sont d'ailleurs pas visibles au niveau de la coupe, mais en amont le long de la route de Fuans.

Calcaires des Fins (COM 48 - non représenté en totalité sur la figure - 10 m)

Des calcaires blancs crayeux, présentant dans la partie moyenne des niveaux riches en fossiles (Diceras sp., gastéropodes et nérinées), sont visibles dans une carrière, au Nord-Ouest de la coupe. La formation est soulignée par un calcaire lumachellique jaune à coquilles dissoutes.

Tidalites d'Arc-sous-Cicon (6 m)

La coupe de Consolation est la première coupe à exposer cette formation. Elle offre des calcaires blancs laminés et terminés par une surface rubéfiée à terriers à remplissage glauconieux.

Calcaires et Marnes de Savoyeux

Viennent ensuite des calcaires et marnes riches en huîtres et fortement bioturbés.

2-1-11 Coupe du Mont-de-Vougney (fig. 19)

situation géographique :

Maiche à 1/50 000. Département du Doubs.

Coupe située sur la route du Mont-de-Vougney à Saint-Julien, au sommet du bois de le combe au Ribeau, à l'extrémité Sud-Ouest du synclinal de Vougney.

Historique :

F. DERUMEAUX (1958) place à la limite Kimméridgien inférieur-Kimméridgien supérieur un banc glauconieux à grandes huîtres et Trichites sp. relevé le long de la route de Saint-Julien à Vougney.

Synthèse de la coupe :

Calcaires de Besançon (VOU 1 à 11 - 7 m)

Les faciès fins du Nord ne sont plus les seuls à être reconnus au sein de cette formation. Cependant les 7 m de calcaires crayeux, fortement bioturbés et à nombreuses surfaces irrégulières, offrent des microfaciès susceptibles de les raccorder aux Calcaires de Besançon.

Calcaires et Marnes de Chargey

Calcaires de Chargey (VOU 12 à 23 - 9 m)

Bien qu'entrecoupée de nombreuses lacunes, la formation montre ici 9 m de calcaire ocre biodétritique parfois oolithique, à huîtres, brachiopodes et gastéropodes, caractéristiques des niveaux inférieurs.

Marnes de Rang (VOU 24)

Seule une lumachelle qui a livré de nombreux brachiopodes, Terebratula suprajurensis ETALLON est représentative de ce dernier membre.

2-1-12 Coupes de Goumois (fig. 20 et 21)

situation géographique :

Damprichard à 1/50 000. Département du Doubs.

La première coupe (GOU 1) est levée sur la nationale N 437a, entre Charmauvillers et Goumois, au lieu dit "le Plain", au sommet de la cote du Bief d'Etoz. La deuxième (GOU 2) se trouve un peu plus loin en direction de Goumois, au Sud de la croix du Seullerot. Toutes deux sont placées dans le synclinal de Charmauvillers.

Historique :

P. DUBOZ (1979) cite un seul niveau glauconieux le long de la route de Charmauvillers à Goumois. Par ses observations de terrain (coupe de Rogobe), il décrit 30 m de Calcaires et Marnes à ptérocères en bancs réguliers, coelentérés, térébratules, gastéropodes et bivalves, puis les Calcaires à ptérocères supérieurs à nérinées, radioles d'oursins et bivalves. Il leur attribue un âge ptérocérien.

Synthèse de la coupe :

Calcaires de Besançon (GOU 1, 1 à 11 - GOU 2, base de la coupe)

Cette formation est présente dans les deux coupes. Elle est cependant particulièrement bien développée dans la première et montre des calcaires fins beiges, dolomitiques parfois massifs à rares Trichites sp. et tubulures.

Calcaires et Marnes de Chargey (GOU 2, 1 à 8 - 3,80 m)

Comme dans la coupe de Vougnay, seule la partie inférieure de la formation est visible. Elle est formée de calcaires rognonneux roux, parfois glauconieux à bivalves et gastéropodes. Un niveau argileux jaunâtre a fourni de nombreux brachiopodes (Terebratula suprajurensis).

Calcaires des Gorges de Nouailles

Calcaires à Stromatoporidés de Matafelon (GOU 1, 12 à 28 - 9,70 m)

Cette formation pourrait être représentée dans la partie sommitale de la première coupe où l'on observe 10 m de calcaires sublithographiques à la base, devenant bioturbés au sommet, à stromatoporidés, madréporaires et algues.

2-2 Conclusion à l'étude de la région

La région septentrionale offre des formations très homogènes dans leur ensemble, dont les faciès, caractéristiques et bien tranchés sont aisément reconnaissable sur le terrain.

Deux formations, les Calcaires et Marnes de Chargey et les Calcaires des Gorges de Nouailles sont divisées en quatre membres (Calcaires de Chargey, Marnes de Rang, Calcaires de Matafelon et Calcaires des Fins) reconnus grâce aux données lithologiques. Deux des membres présentent leur extension dans cette région :

- les Marnes de Rang à faciès marneux et faune abondante. Réduites au Sud du plateau de Fallerans, elles deviennent un excellent repère

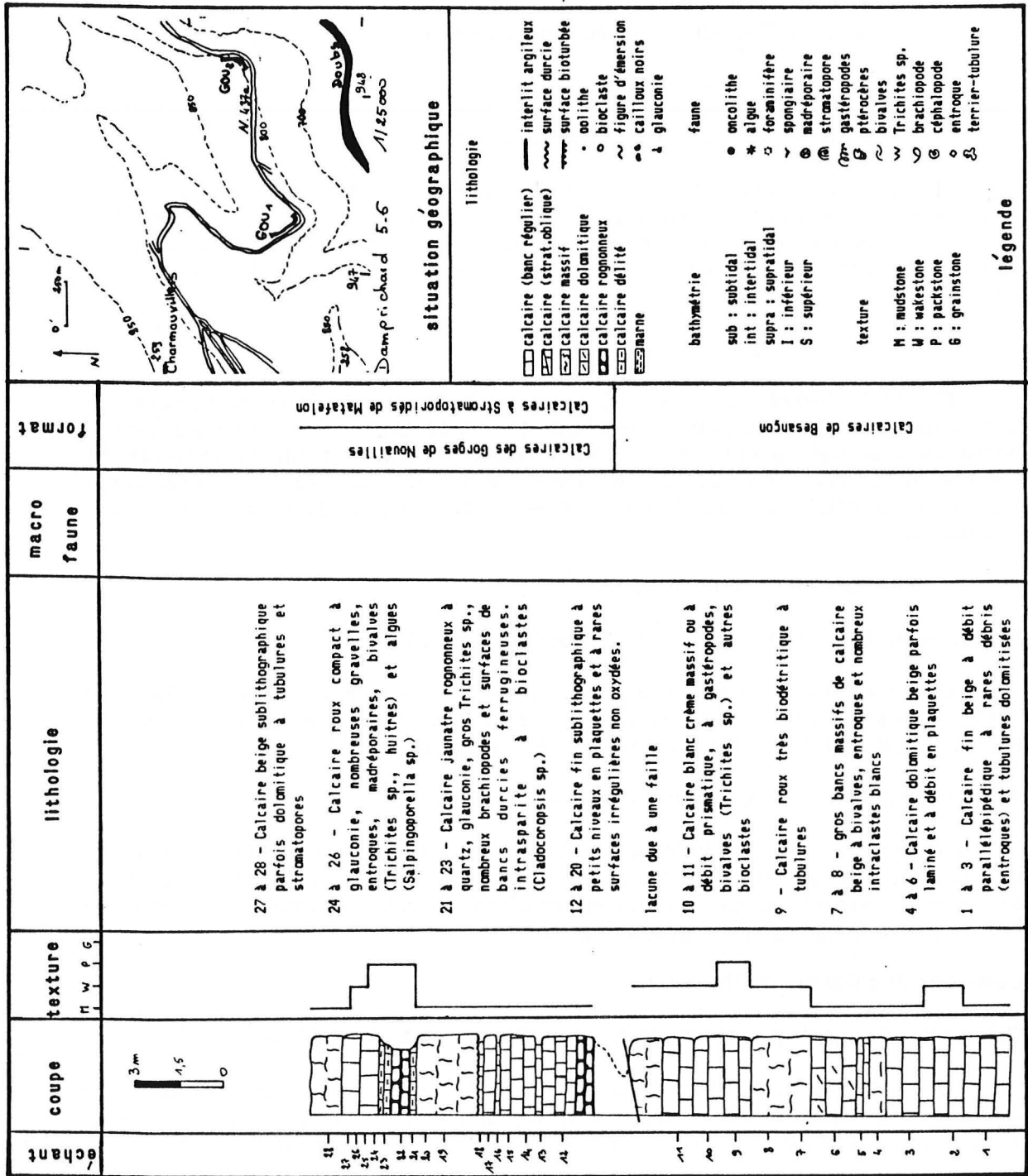


Fig. 20 : Coupe lithostratigraphique de Goumois (formations de la première coupe).

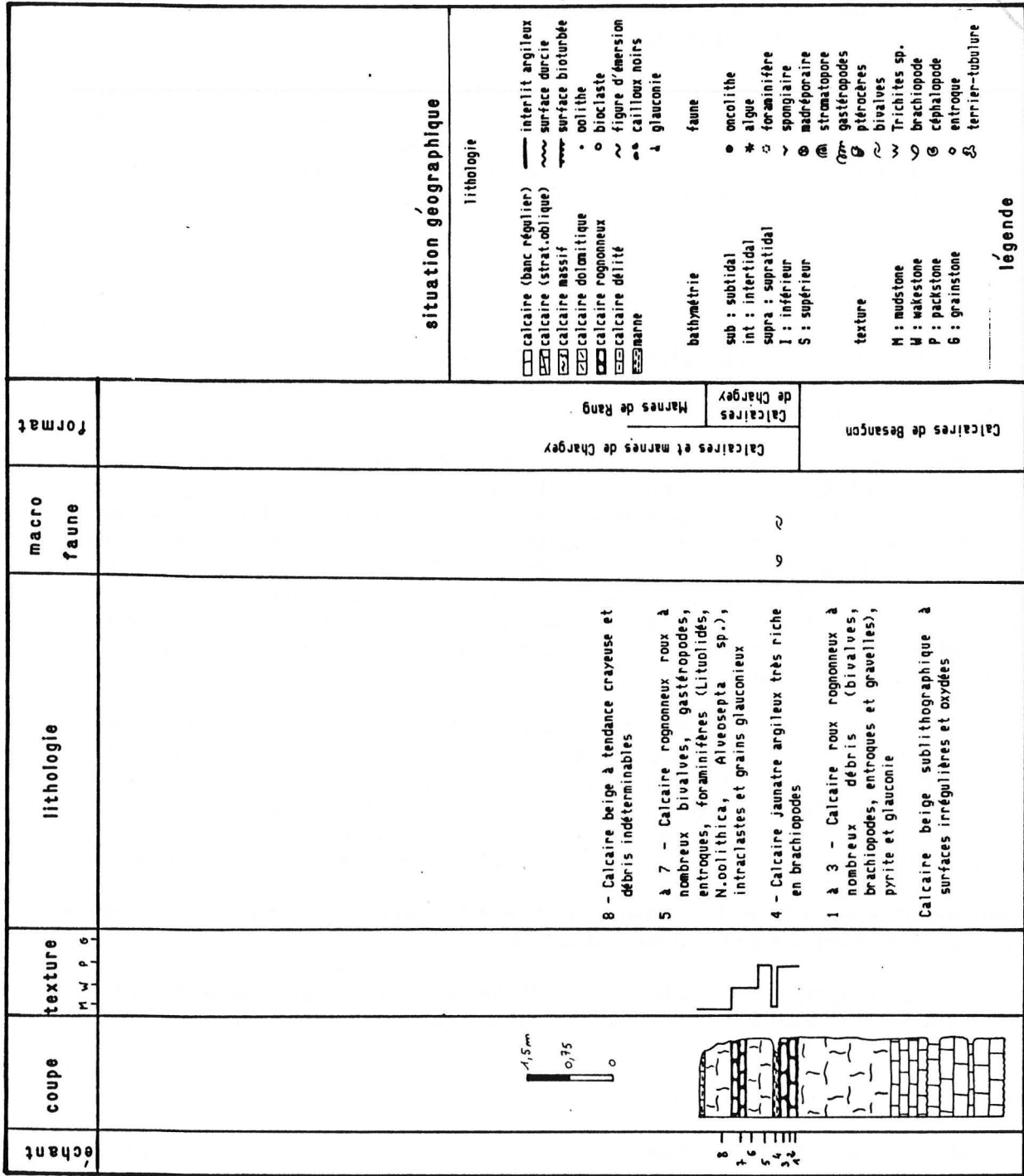


Fig. 21 : Coupe lithostratigraphique de Goumois (formations de la deuxième coupe).

stratigraphique depuis les environs de Rang jusqu'en Haute-Saone où leur épaisseur atteint dix mètres.

- les Calcaires des Fins, faciès à grain fin, parfois crayeux et à débit en plaquettes marquent le sommet de la séquence ptérocérienne du Jura septentrional. De même que pour les Marnes de Rang, leur maximum d'épaisseur se situe dans la région de Besançon et de la Haute-Saone puis ils disparaissent très rapidement vers Pontarlier.

Cadre stratigraphique

Dans les régions de Gray (Haute-Saone), ainsi que dans la vallée du Doubs (Rang et Montbéliard), D. CONTINI et P. HANTZPERGUE (1973, 1975) signalent d'assez nombreuses ammonites, éléments de datation pour les formations rencontrées.

Ainsi la base des Calcaires et Marnes de Chargey a livré Pachypictonia divergens (SCHNEID) et P. armillata (SCHNEID) en Haute-Saone, Pachypictonia indicatoria SCHNEID et Rasenia balteata SCHNEID à Montbéliard. Ces ammonites, par référence aux formes de SCHNEID récoltées en Bavière (Allemagne) caractérisent le sommet de la zone à Platynota, et la zone à Hypselocyclum. La présence de Crussoliceras (Crussoliceras) tenuicostatum (GEYER) et Pachypictonia indicatoria SCHNEID dans les Marnes de Rang en Haute-Saone date ce membre de la base de la zone à Divisum et confirme les attributions stratigraphiques précédentes.

Le sommet de la formation des Gorges de Nouailles ainsi que la base des Calcaires et Marnes de Savoyeux sont datés de la zone à Acanthicum par une faune récoltée dans les bancs limites aux deux formations. Ce sont Crussoliceras (Badenia) attavum (GEYER), Involuticeras crassicostatum (GEYER) et Aulacostephanus (Pararasenia) quenstedti (DURAND) pour les Calcaires des Fins, Orthaspidoceras orthocera (D'ORBIGNY) et Orthaspidoceras liparum (OPPEL) pour la base des Calcaires et marnes de Savoyeux. Aspidoceras uhlandi (OPPEL), forme de la zone à Divisum a également été trouvée dans la partie moyenne des Calcaires des Fins.

En conclusion, les formations ptérocériennes de la région septentrionale représentent les zones à Hypselocyclum, à Divisum et à Acanthicum (pars).

Mise en place des séquences (fig. 22)

Les formations étudiées appartiennent à la première séquence kimméridgienne ou séquence ptérocérienne (Sp), les Calcaires et Marnes de Savoyeux formant la base de la deuxième séquence ou séquence virgulienne (Sv). Ces deux séquences majeures sont subdivisées en séquences régionales, limitées par des surfaces de discontinuité auxquelles sont parfois liés des phénomènes sédimentaires d'aspect varié (horizons glauconieux, condensés, surfaces bioturbées et niveaux à figures d'émersions).

La séquence ptérocérienne est encadrée par deux discontinuités majeures U0 et U5.

La discontinuité U0, parfois discrète sur le terrain comme à Rang et Besançon, correspond en général à une surface durcie accompagnée ou non de figures d'émersions et de perforations. Si des niveaux glauconieux existent, ils se trouvent le plus fréquemment au-dessus, dans les premiers bancs des Calcaires et Marnes de Chargey.

La discontinuité U5, datée par ammonites de la zone à Acanthicum, est parfaitement représentée sur toute la région septentrionale au toit de bancs

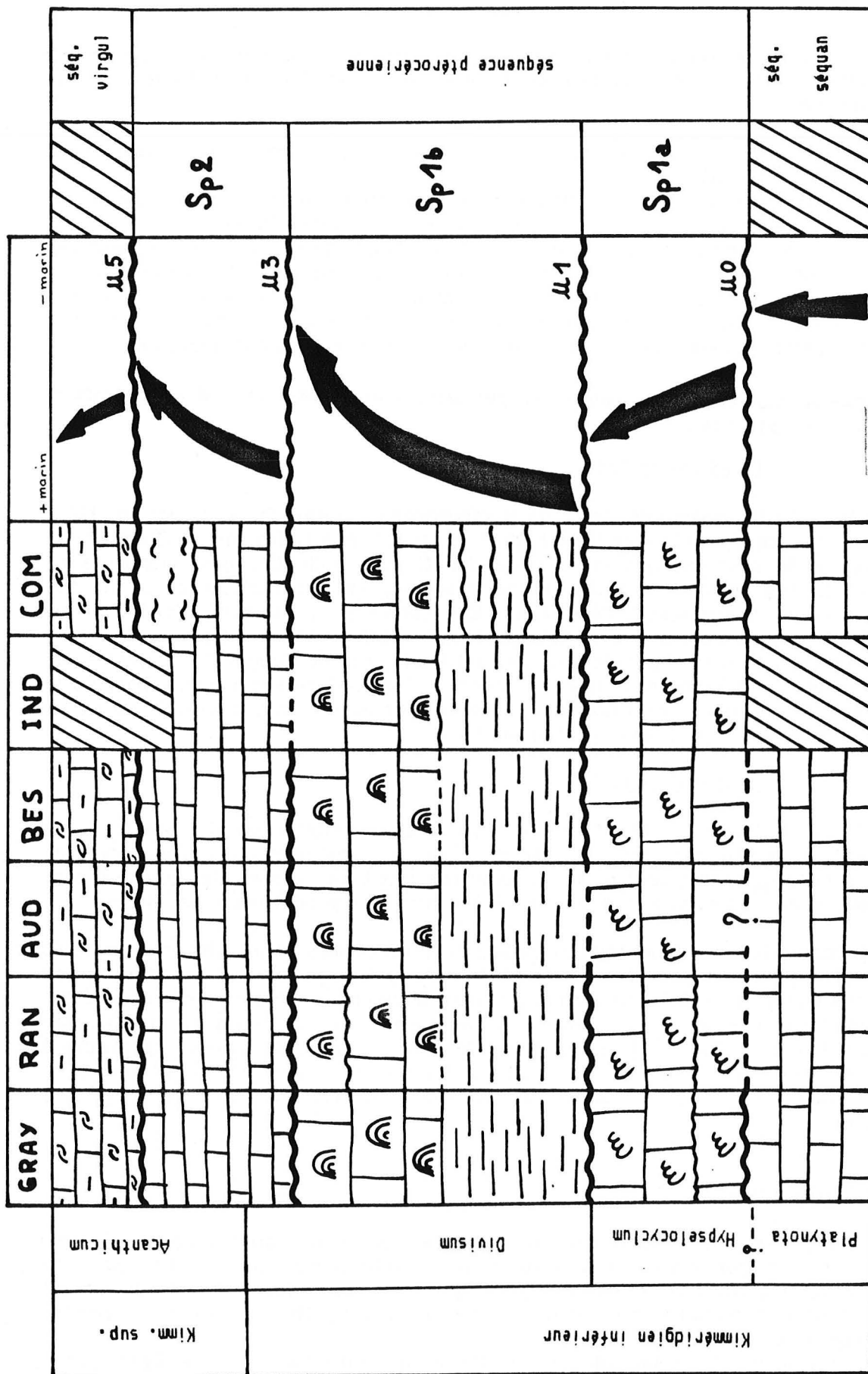


Fig. 22 : Analyse séquentielle de quelques coupes et évolution générale de la séquence ptérocérienne pour la région septentrionale.

très glauconieux souvent oolithiques et à ciments de diagénèse précoce, auxquels succèdent des niveaux condensés riches en faune (bivalves fousseurs et ammonites).

Au sein de la séquence majeure ptérocérienne, deux autres discontinuités sont également remarquées :

La discontinuité U1, soulignée par un banc glauconieux à surface durcie, se situe à la limite des Calcaires de Chargey et des Marnes de Rang.

La seconde discontinuité, d'intérêt régional, U3, se situe dans les Calcaires des Gorges de Nouailles, au toit du membre des Calcaires de Matafelon. Parfois très discrète sur le terrain, comme à Consolation et à Indevillers, elle est surtout visible dans la région bisontine. Elle traduit alors une tendance vers des milieux peu profonds, voire proches de l'émergence (niveaux à birds-eyes de Rang).

Ces perturbations sédimentaires permettent ainsi de définir deux séquences régionales Sp1 et Sp2.

La séquence Sp1

Elle est elle-même divisée en deux séquences mineures, Sp1a et Sp1b, limitées par la surface de discontinuité U1, décrite au toit des Calcaires de Chargey. La séquence Sp1a correspond au membre des Calcaires de Chargey, ensemble de calcaires rognonneux, massifs ou délités, souvent biodétritiques, à niveaux glauconieux et surfaces irrégulières. Ces dernières traduisent d'ailleurs une instabilité des conditions de dépôt sur la plate-forme à cette époque.

La séquence Sp1b regroupe pour sa part les Marnes de Rang et les Calcaires de Matafelon. Si la base de la séquence marque l'approfondissement maximal de la vasière, les faciès sommitaux évoluent pour leur part vers des milieux de moins en moins profonds et d'hydrodynamisme élevé.

La séquence Sp2

Les Calcaires des Fins, à faciès de plate-forme interne constituent le terme unique de la séquence Sp2. Ils exposent parfois des niveaux à madréporaires isolés ou à Diceras à leur sommet, ainsi que des bancs à coquilles dissoutes et ciment en ménisque, témoin d'une diagénèse en milieu phréatique d'eau douce.

L'ensemble des séquences Sp1 et Sp2 et leurs termes lithologiques respectifs décrivent ainsi une évolution de la plate-forme, dans le Jura septentrional, des milieux vaseux à ptérocères vers des milieux moins profonds ou moins réducteurs. L'instabilité des conditions sédimentaires enregistrée au cours de la séquence Sp1a disparaît rapidement dès le dépôt des marnes de Rang. Elle se manifeste à nouveau en fin de séquence majeure sous des faciès de type "tidalite" (coupe de Consolation) ou oolithique (coupe de Germondans), accentuée par une diagénèse précoce.

Corrélations (fig. 23)

Les formations décrites dans la région septentrionale sont, en général, bien datées grâce aux quelques arguments paléontologiques dont on dispose. S'il arrive parfois que ceux-ci manquent, la constance des faciès et leur homogénéité facilitent la reconnaissance cartographique et la compréhension de l'agencement des corps sédimentaires.

Toutefois, la monotonie des faciès à la limite Calcaires de Besançon - Calcaires et Marnes de Chargey rend délicate la séparation des deux formations (voir chapitre "formations").

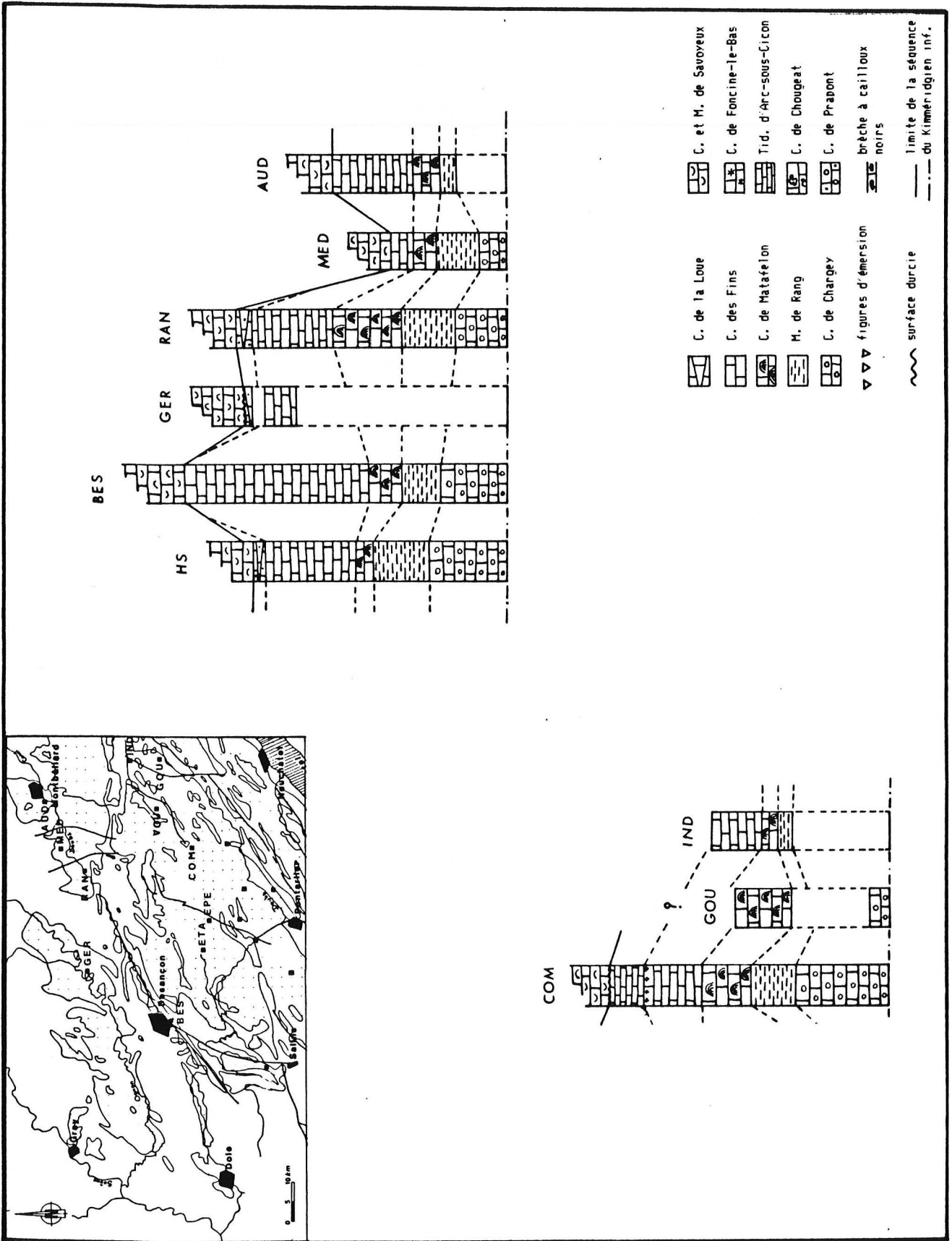


Fig. 23 : Tableau de corrélations des coupes de la région septentrionale.

Le cadre stratigraphique établi auparavant permet d'envisager un isochronisme des formations d'Est en Ouest. Les variations d'épaisseurs, quant à elles, s'expliquent par le simple jeu d'une subsidence différentielle. Le développement de nouveaux faciès, observables à Consolation, se généralisera plus au Sud, le long de l'axe salinois.

3 - LA REGION MERIDIONALE

Cette région correspond en partie à la région occidentale de P. BERNIER (1984). Une dizaine de coupes effectuées soit au Sud, soit au Nord des levés effectués par P. BERNIER en complète l'étude. L'ensemble des formations ptérocériennes y présente alors des faciès comparables à la région septentrionale, malheureusement sans éléments de datation rigoureux. Les coupes étudiées dans ce chapitre sont, du Nord au Sud (fig. 24) :

- coupe du Souillot
- coupe de Syam
- coupe de Ney
- coupe de Bonlieu
- coupe de Chaux-des-Prés
- coupe de Meussia
- coupe de Charchilla
- coupe des Crozets
- coupe du Bois de Trequin
- coupe de Montcusel
- coupe de Corveissiat
- coupe de Matafelon
- coupe de Montmerle
- coupe de Grand-Corent
- coupe d'Allemant
- coupe de Chateauvieux

3-1 Description des coupes

3-1-1 Coupe du Souillot (fig. 25)

situation géographique :

Pontarlier à 1/50 000. Département du Doubs.

Coupe levée à l'Est de la Chapelle-d'Huin, sur la D 48 qui mène au Souillot, au niveau du pont, au lieu-dit "le Cotelet", sur le plateau de Jurassique supérieur (quart nord-est de la feuille de Pontarlier).

Historique

M. DREYFUSS fait allusion à un gisement ptérocérien sur le chemin de la Chapelle-d'Huin à Boujailles, à 1 km au Sud de la Chapelle.

Synthèse de la coupe :

Calcaires de Besançon (SOU 1 à 25 - 17,20 m)

La formation débute par 11 m de calcaires micritiques clairs, parfois bioturbés et à surfaces irrégulières. Ceux-ci sont surmontés par 6 m de calcaire grossier à Trichites sp., terriers et fragments de stromatoporidés. Des intercalations riches en oncolithes s'observent également au sommet de la formation.

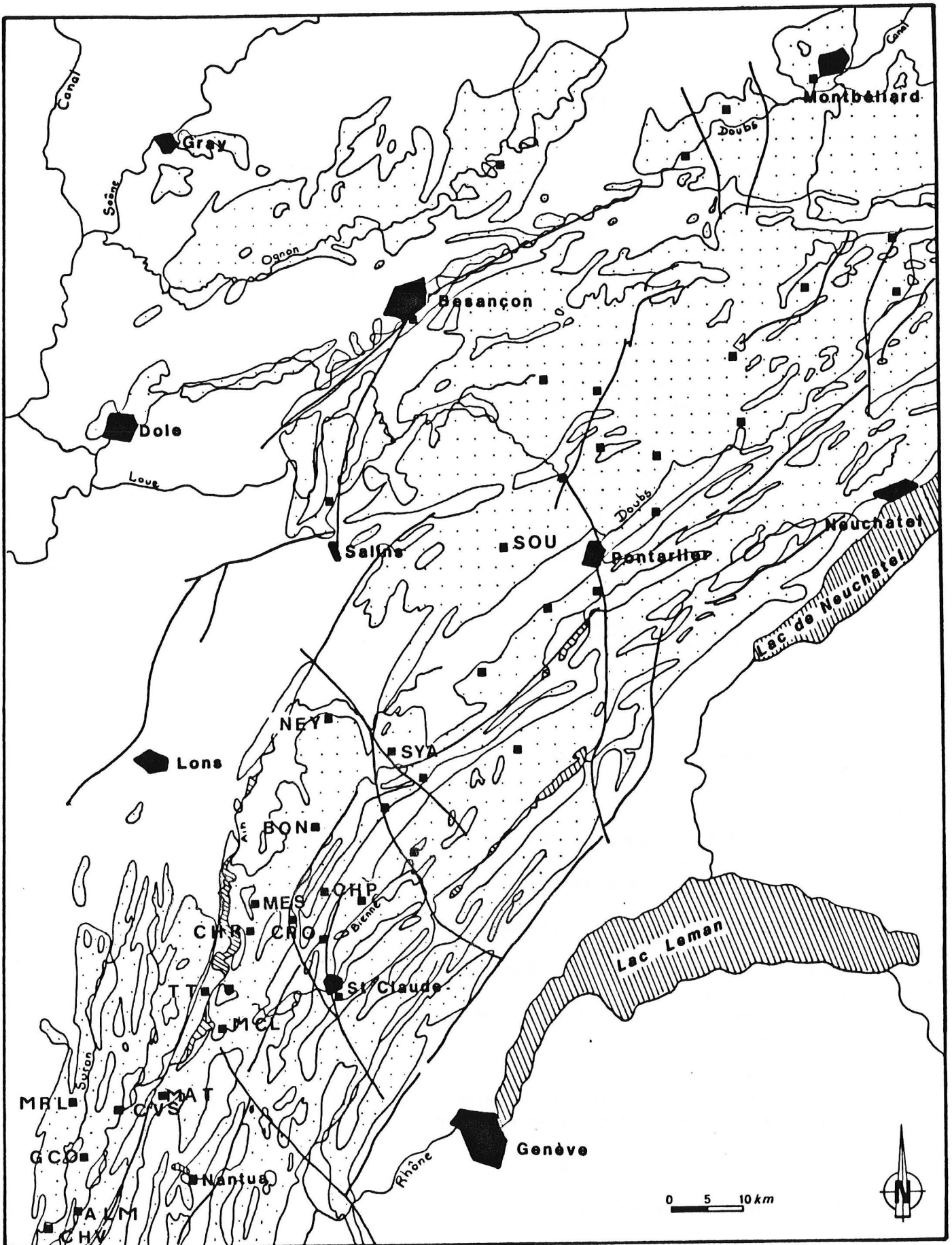


Fig. 24 : Répartition des coupes dans la région méridionale.

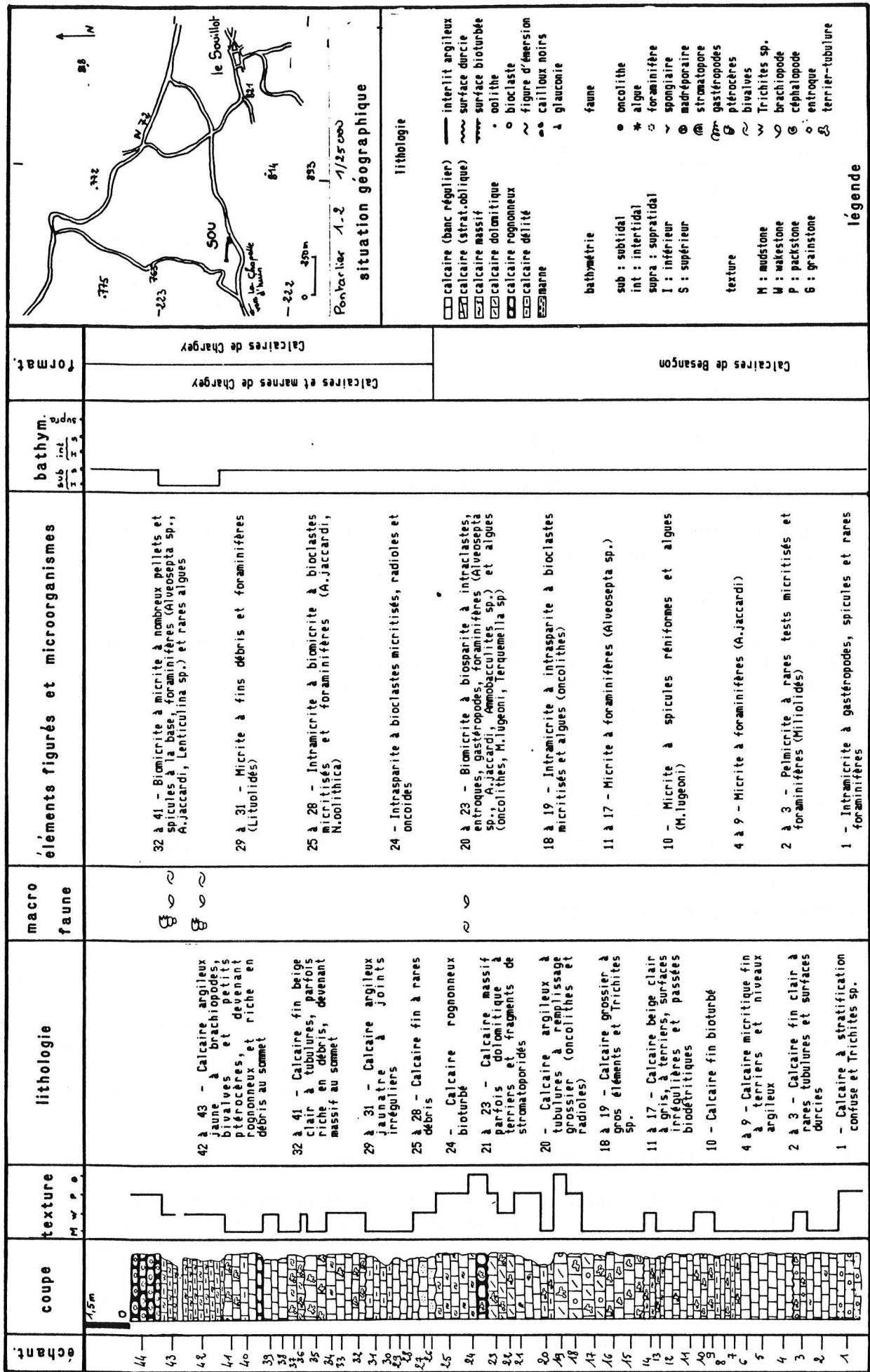


Fig. 25 : Coupe lithostratigraphique du Souillot (formations et interprétation bathymétrique).

Calcaires et Marnes de Chargey

Calcaires de Chargey (SOU 26 à 44 - 13 m)

Au Souillot, la formation montre tout d'abord 9 m de calcaires biodétritiques, parfois massifs et à tubulures dont les bancs sont limités par des surfaces irrégulières. Le sommet est défini par 4 m de calcaires jaunâtres argileux à bivalves, ptérocères et brachiopodes : Terebratula subsella LEYMERIE, Zeillerina humeralis (ROEMER).

3-1-2 Coupe de Syam (fig. 26)

Situation géographique :

Champagnole à 1/50 000. Département du Jura

Coupe levée sur la route des Planches à Syam (D 127), au lieu dit "la Cote Chaude", dans les lanières du faisceau de Syam.

Historique :

P. BOURGEAT (1885) décrit 15 à 20 m de calcaires et marnes, en bancs ondulés à faune de bivalves et gastéropodes abondante le long de la route de Syam. S. et A. GUILLAUME puis C. MUSSILLON (1962) reprennent la coupe sans préciser davantage sa position stratigraphique.

Synthèse de la coupe :

Couches du Morillon (SYA 1 - 1 m)

L'extrême base de la coupe offre 1 m de calcaires oolithiques à stratifications entrecroisées et surfaces durcies.

Calcaires et Marnes de Chargey

Calcaires de Chargey (SYA 2 à 22 - 21 m)

20 m de calcaires biodétritiques, rognonneux et parfois bioturbés, montrant des surfaces irrégulières, ont été attribués à ce membre. Riche en huîtres à la base, celui-ci montre des structures en mud-mounds, largement développées en bordure de la route. Les microfaciès dominants sont des biomicrites à biopelmicrites à spicules réniformes et foraminifères (Alveosepta jaccardi SCHRODT).

Marnes de Rang (SYA 23 - 1,70 m)

Quoique de faible épaisseur dans les environs de Champagnole (environ 2m), les marnes offrent une faune abondante de bivalves et ptérocères, caractéristique de ces niveaux. Le microfaciès est le même que précédemment.

Calcaires des gorges de Nouailles

Calcaires à Stromatoporidés de Matafelon (SYA 24 à 31 - 8,30 m)

Ils présentent des intercalations de niveaux délités à ptérocères et bivalves, particularité que l'on retrouvera dans la coupe de Bonlieu. Ceci traduit la

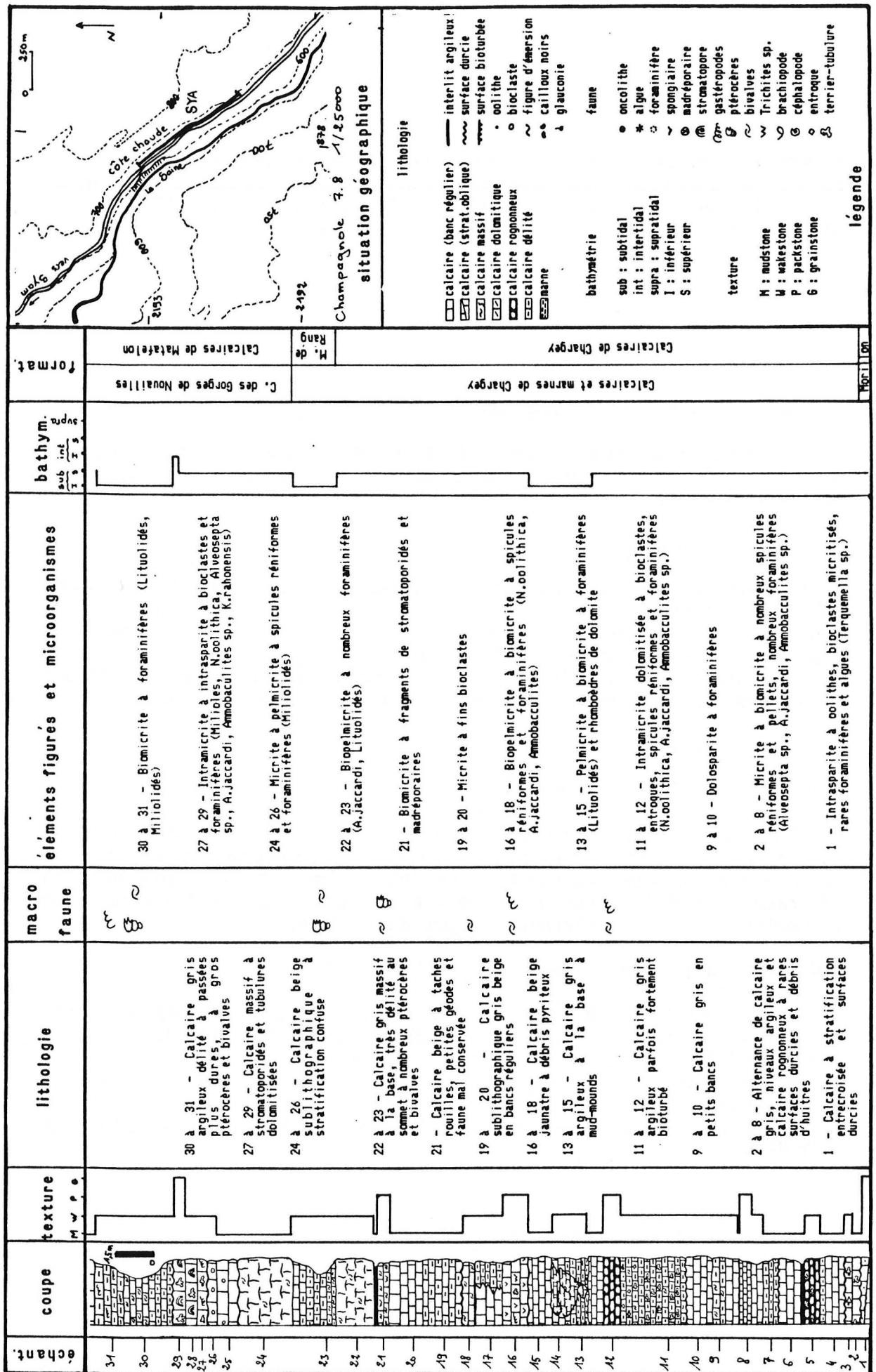


Fig. 26 : Coupe lithostratigraphique de Syam (formations et interprétation bathymétrique).

proximité sur le fond marin des deux biotopes; le passage de l'un à l'autre peut se faire sans modification des conditions de sédimentation (P. BERNIER 1984). En outre l'abondance de foraminifères tels que Alveosepta jaccardi SCHRODT y est remarquable.

3-1-3 Coupe de Ney (fig. 27)

Situation géographique :

Champagnole à 1/50 000. Département du Jura

Coupe située sur la départementale D 14, entre Ney et Mont sur Monnet, au Nord du point coté 640, à l'extrémité septentrionale du plateau de Saffloz-Chatelneuf.

Historique :

A. GIRARDOT (1885) met en valeur l'importance des formations ptérocériennes (70 à 75 m) et décrit 25 m de calcaires marneux terminés par un banc criblé de radioles d'oursins puis 25 m de calcaires à perforations irrégulières, Amorphospongia sp. et nérinées, enfin un deuxième niveau à radioles et fossiles ptérocériens. Il semble qu'il ait inclu dans les formations ptérocériennes des formations sous-jacentes appartenant à l'Oxfordien (Couches du Morillon).

Synthèse de la coupe :

Couches du Morillon (NEY 1 à 6 - 3,5 m)

Des calcaires biodétritiques à Trichites sp., huitres et stromatoporidés ont été interprétés comme le sommet de la formation des Couches du Morillon. Il est à noter que le passage aux Calcaires de Chargey se fait progressivement. La séparation entre les deux formations a été faite sur la disparition des stromatoporidés, témoin d'un milieu pararéefal protégé.

Calcaires et marnes de Chargey (NEY 7 à 23 - 9,30 m)

Ce sont 10 m de calcaires roux biodétritiques à spicules, nombreux foraminifères (Alveosepta jaccardi SCHRODT, Nautiloculina oolithica MOHLER, Pseudocyclamina lituus (YOKOHAMA), épistominidés) et algues (Marinella lugeoni PFENDER, Terquemella sp.). Ces calcaires sont parfois fortement encrustés par des huitres et bioturbés. Quelques brachiopodes sont typiques de la formation : Terebratula cf. subsella LEYMERIE, Zeillerina humeralis (ROEMER).

3-1-4 Coupe de Bonlieu (fig. 28)

Situation géographique :

Morez-Bois-d'Amont à 1/50 000. Département du Jura

Coupe levée sur la route de Bonlieu à Lons-le-Saunier (N 78), au point coté 741, au nord du lieu-dit "sous la fosse", sur le flanc est de l'anticlinal de la forêt de Joux.

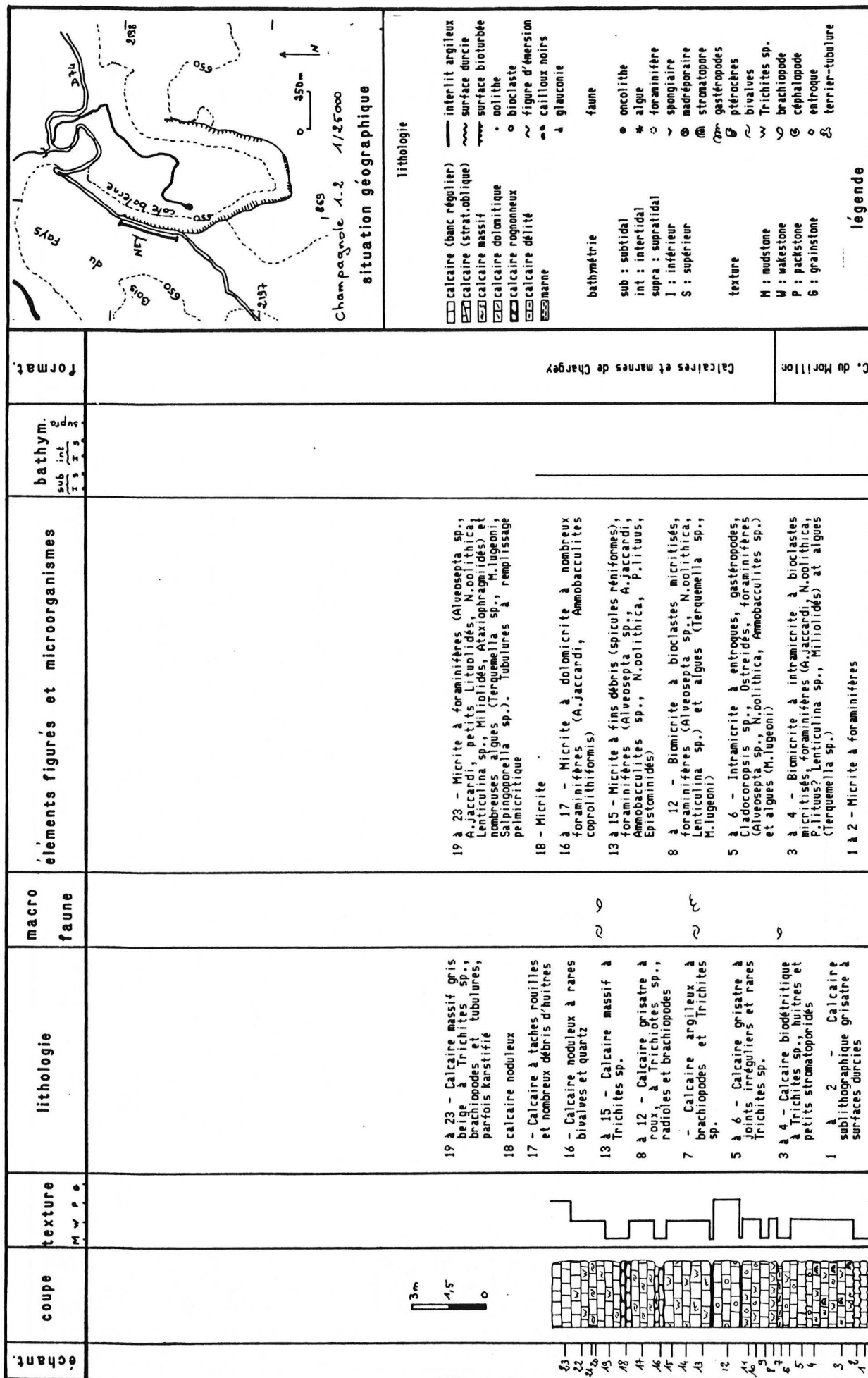


Fig. 27 : Coupe lithostratigraphique de Ney (formations et interprétation bathymétrique).

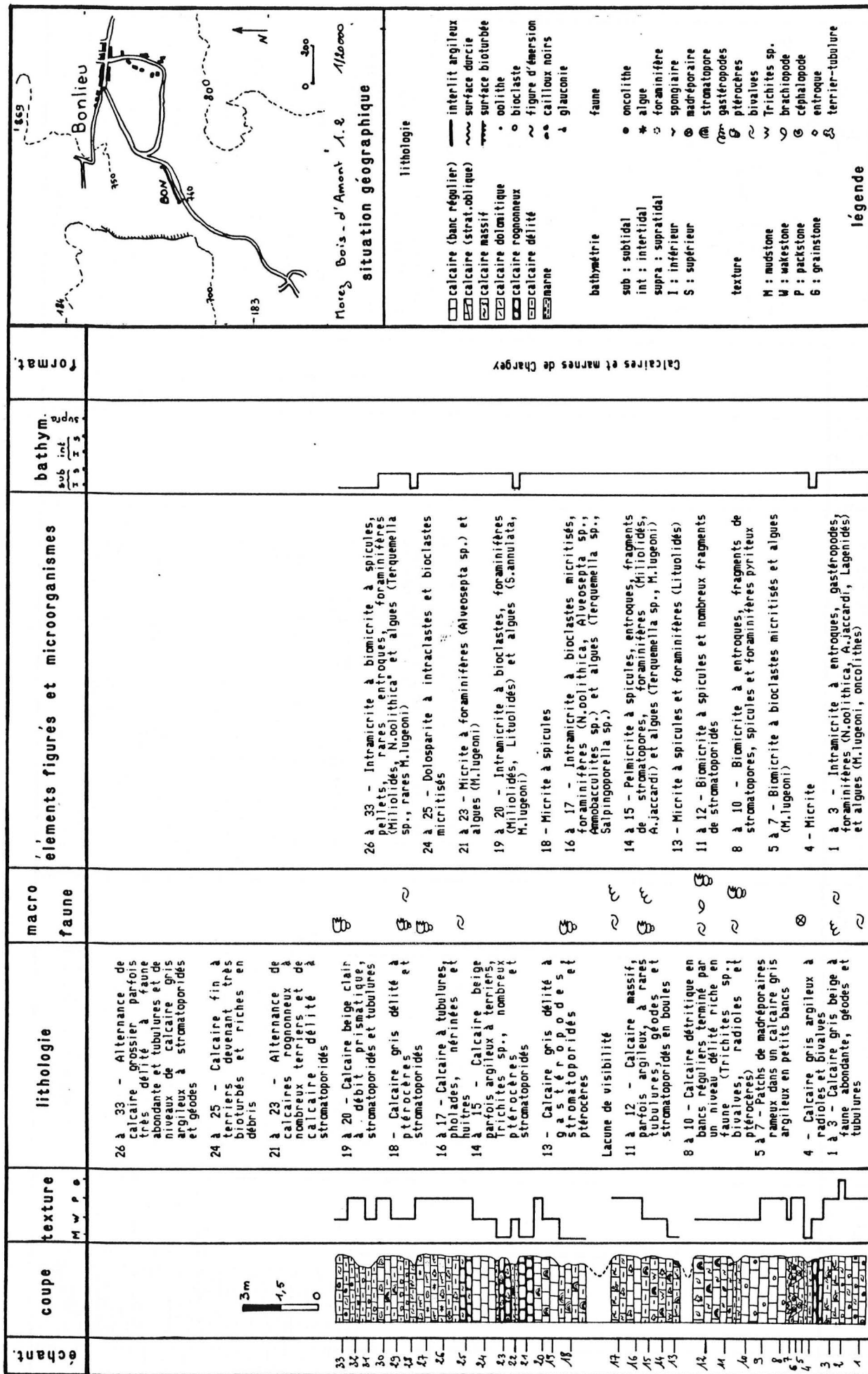


Fig. 28 : Coupe lithostratigraphique de Bonlieu (formations et interprétation bathymétrique).

Synthèse de la coupe :

Calcaires et Marnes de Chargey (BON 1 à 33 - 21,50 m)

Il est difficile de situer cette coupe dans les formations citées précédemment, étant donné son caractère particulier. En effet les deux formations "Calcaires et Marnes de Chargey" et "Calcaires à Stromatoporiidés de Matafelon", ou plutôt leurs faciès caractéristiques y sont intimement mêlés, montrant à nouveau la proximité des deux biotopes. Débutant par des patchs récifaux à madréporaires rameux, la coupe offre une alternance de trois faciès :

- calcaire détritique, parfois massif à entroques, algues et stromatoporiidés massifs ou branchus (Cladocoropsis sp.);
- calcaire gris argileux à ptérocères, bivalves et brachiopodes / Terebratula suprajurensis nov. subsp. G. Les spicules, foraminifères et débris de stromatoporiidés y sont fréquents;
- calcaire gris rognonneux fortement bioturbé à terriers de gros diamètre.

Ces faciès alternent de façon non rythmique et il serait illusoire d'y chercher une organisation séquentielle quelconque.

3-1-5 Coupe de Chaux-des-Prés (fig. 29)

Situation géographique :

Morez-Bois-d'Amont à 1/50 000. Département du Jura

Coupe située sur la départementale D 28, entre Chaux-des-Prés et Prénovel-de-Bise, au lieu-dit "le Moulin Jean", à l'est de la carrière, sur le flanc sud-est du synclinal de Saint-Laurent-en-Grandvaux.

Historique :

Les gisements ptérocériens de Chaux des Prés et de la région ont tout d'abord été interprétés par A. ETALLON (1857) comme des faciès littoraux à ptérocères et zoophytes. E. BOURGEAT, dans son important travail sur les formations récifales du Jurassique supérieur, décrit deux niveaux à ptérocères (respectivement 1 m et 11 m d'épaisseur) séparés par un banc à Diceras sp. B. ALABOUVETTE (1965) utilise pour sa part un niveau marneux et très fossilifère (3 à 4 m constant sur le terrain étudié) comme limite cartographique à l'intérieur du Kimméridgien. Tous deux précisent en outre que ce ou ces niveaux fossilifères sont très réduits dans la région de Saint-Claude, voire même absents.

Synthèse de la coupe :

Calcaires et Marnes de Chargey (CHP 1 à 10 - 8,30 m)

Bien que les horizons marneux soient nombreux et assez épais, le membre des Marnes de Rang n'a pas été reconnu en tant que tel au sein de cette coupe. Ce sont 8 m de calcaires jaunâtres à gris, à nombreux débris (spicules), tubulures et foraminifères. La formation est limitée à son sommet par une lumachelle à brachiopodes où ont été déterminés : Terebratula suprajurensis nov. subsp. G. De

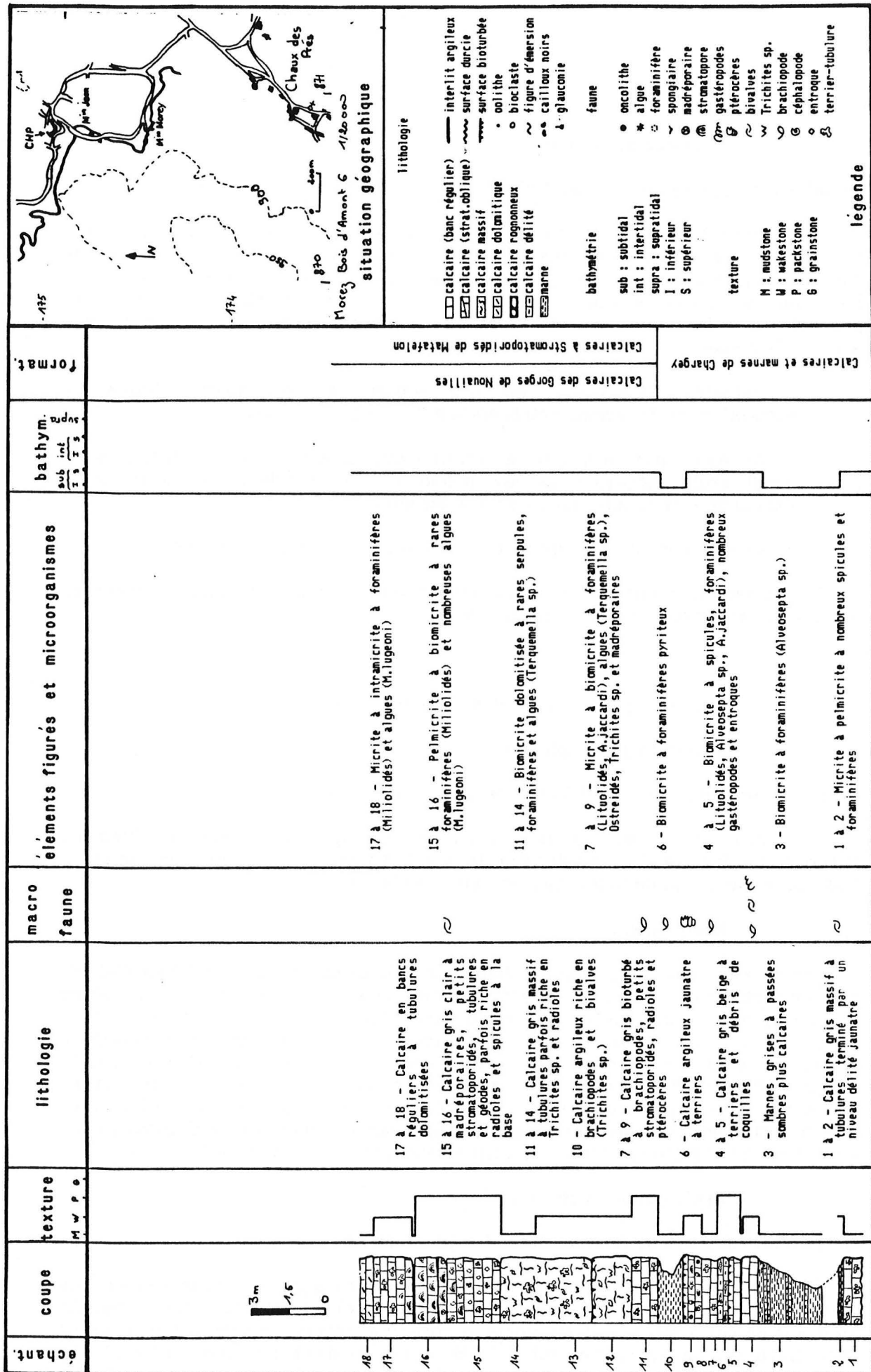


Fig. 29 : Coupe lithostratigraphique de Chaux-des-Prés (formations et interprétation bathymétrique).

plus, le niveau 10 a livré un nautille, Eutrephoceras aff. claromontanum (KUHN) datant celui-ci du Kimméridgien inférieur.

Calcaires des Gorges de Nouailles

Calcaires à Stromatoporidés de Matafelon (CHP 11 à 18 - 12 m)

12 m de calcaires massifs, à stromatoporidés et tubulures, riches en radioles et algues sont caractéristiques de ce membre. Deux petites séquences peuvent être mises en évidence : elles débutent par des niveaux riches en débris, à gros radioles, entroques et spicules, puis passent progressivement à des niveaux de calcaires fins, de plus en plus bioturbés à tubulures.

Calcaires de Chougeat

Le sommet de la coupe montre les premiers développements (non représentés sur la figure) du membre terminal des Calcaires des Gorges de Nouailles que l'on rencontrera de façon plus importante au Sud. Ce sont des calcaires massifs à nombreuses tubulures, de faciès identique aux couches du Chailley, d'où parfois la confusion avec celles-ci.

3-1-6 Coupe de Meussia (fig. 30)

Situation géographique :

Orgelet à 1/50 000. Département du Jura

Coupe située sur la route de Meussia à Etival, au point coté 608, au niveau du signe fossilifère.

Synthèse de la coupe :

Calcaires et Marnes de Chargey

Calcaires de Chargey (MES 1 à 8 - 7 m)

Cette coupe ne montre que la base de la formation (membre des Calcaires de Chargey). Le sommet (membre des Marnes de Rang) sera décrit dans la suivante. Ce sont 7 m de calcaires gris à beige, à pellets, bivalves, entroques et foraminifères. Les derniers bancs sont limités par une surface durcie et offrent quelques rares bivalves.

3-1-7 Coupe de Charchilla (fig. 31)

Situation géographique :

Orgelet à 1/50 000. Département du Jura

Coupe située sur la route de Charchilla à Crénans, en amont du point coté 588, au lieu dit "La Combe", au niveau du signe fossilifère.

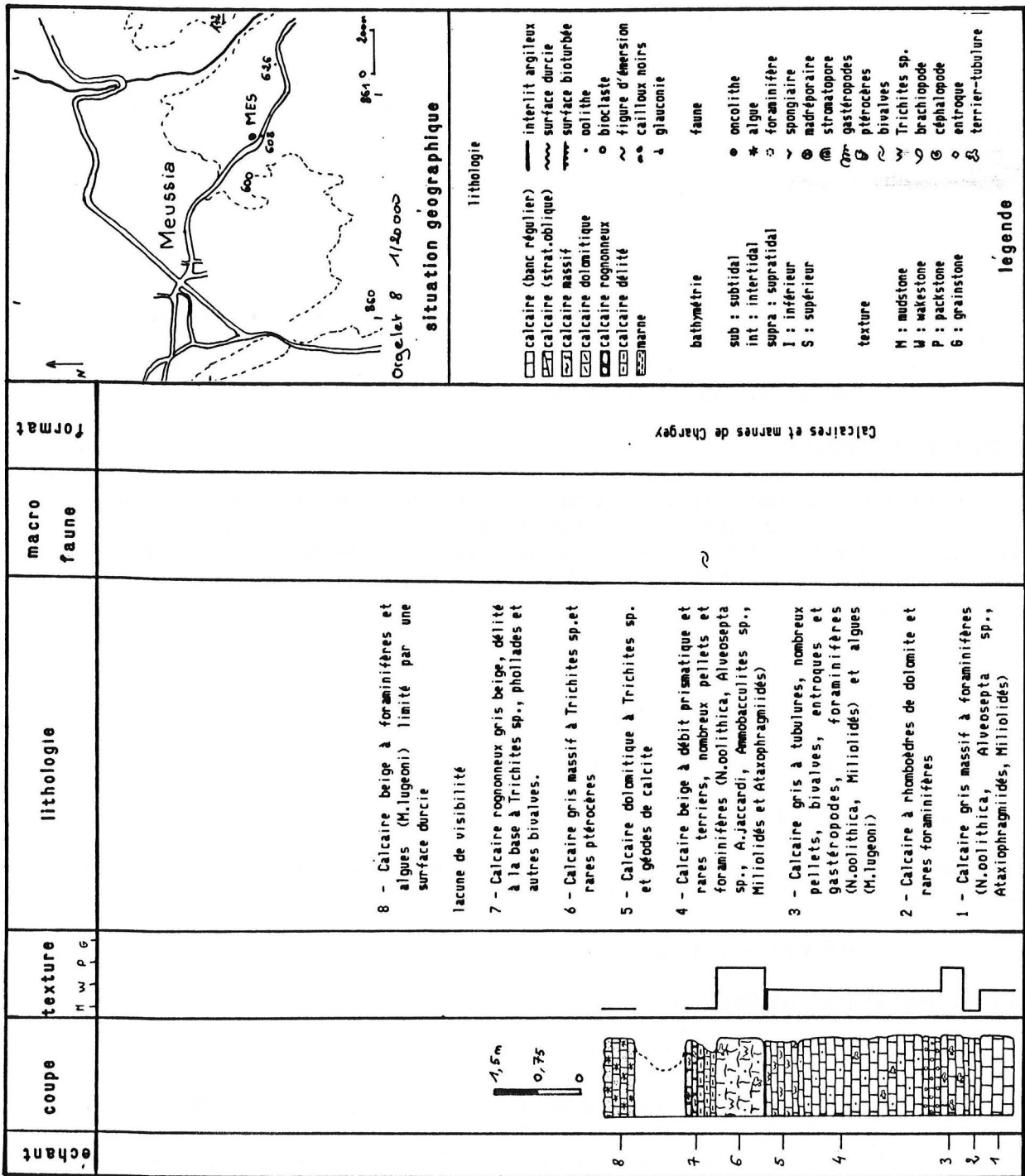


Fig. 30 : Coupe lithostratigraphique de Meussia (formations).

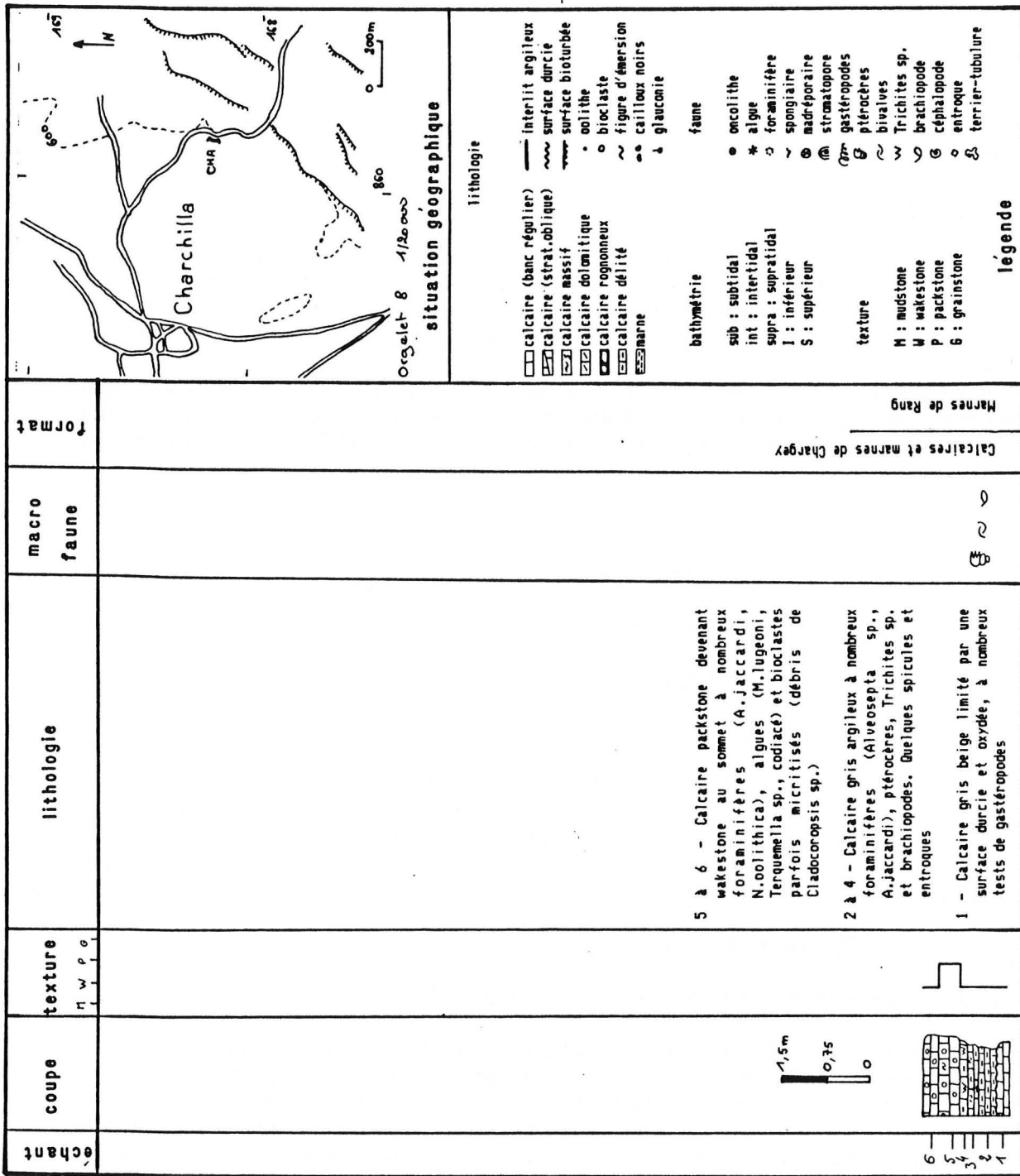


Fig. 31 : Coupe lithostratigraphique de Charchilla (formations).

Synthèse de la coupe :

Calcaires et marnes de ChargeyMarnes de Rang (CHA 1 à 6 - 1,5 m)

1,5 m de calcaires gris argileux à nombreux foraminifères (Alveosepta jaccardi SCHRODT), ptérocères, bivalves, algues et fragments de stromatoporiés (Cladocoropsis sp.), ont été interprétés comme la partie médiane des marnes de Rang. Une faune de brachiopodes a fourni : Terebratula suprajurensis nov. subsp. G

Au-dessus de la zone des prés formée par les marnes, le plateau de Jurassique supérieur est couronné par une falaise montrant des calcaires à stromatoporiés et tubulures. Ceux-ci constituent la base des "Calcaires des Gorges de Nouailles".

3-1-8 Coupe des Crozets

Situation géographique :

Morez-Bois d'Amont à 1/50 000. Département du Jura

Historique :

Pour les coupes des Crozets, du Bois de Trequin, de Corveissiat et Matafelon, je renvoie le lecteur au travail de P. BERNIER sur les formations carbonatées du Jura méridional (1984). Seuls les points importants seront abordés ici, en particulier la nouvelle nomenclature donnée aux formations décrites par P. BERNIER.

Synthèse de la coupe :

Couches du Morillon et Calcaires d'Aranc (CRO 1 à 78 - 115 m)

Ont été regroupés dans ces formations les différents faciès rencontrés sous les niveaux ptérocériens et successivement appelés par P. BERNIER : Calcaires d'Aranc, Couches de Prapont inférieures, Calcaires de la Semine, Couches de Prapont supérieures. Il faut alors noter la difficulté de séparer les Calcaires d'Aranc des couches du Morillon sous-jacentes, celles-ci présentant souvent des niveaux riches en oncolithes. De plus une faille, dont le rejeu est inappréciable, scinde la coupe dans sa partie basale.

Calcaires et Marnes de Chargey (CRO 79 à 93 - 12,5 m)

Equivalents des Couches à ptérocères du Bois de Trequin, ils montrent des calcaires mudstones à wakestones, dans lesquels on peut récolter ptérocères, bivalves et brachiopodes : Terebratula suprajurensis nov. subsp. G. La microfaune fait apparaître un nouveau foraminifère : Everticyclammina virgulliana (KOECHLIN), commun aux formations ptérocériennes du Sud.

Calcaires des Gorges de Nouailles

Calcaires à Stromatoporidés de Matafelon (CRO 94 à 98 - 10,50 m)

Ils constituent la suite séquentielle logique des Calcaires et Marnes de Chargey, déjà rencontrés dans le Jura septentrional. Ces calcaires présentent le faciès habituel du membre, riche en stromatoporidés mais toutefois envahi par la dolomitisation.

Calcaires de Chougeat (CRO 99 à 132 - 40 m)

Ont été placés dans ce membre les 40 premiers mètres de l'ensemble appelé par P. BERNIER "Couches du Chailley". Ce sont des calcaires wakestones à grainstones à tubulures montrant parfois des tendances marquées à l'émersion. Les microorganismes sont peu différents de la formation précédente.

Calcaires de Foncine-le-Bas (CRO 133 à 155 - 37 m)

C'est la première description d'une formation qui se développera principalement sur l'axe calcaire. Dans la coupe des Crozets, elle comprend les 35 derniers mètres (éch. CR 133 à CR 155) de l'ancien ensemble cité précédemment. Ces calcaires sont riches en Dasycladales (Campbelliella striata (CAROZZI), Clypeina jurassica FAVRE, Salpingoporella annulata CAROZZI, Cayeuxia plae FROLLO). Ces calcaires à algues constituent la base de la séquence du Kimméridgien supérieur.

3-1-9 Coupe du bois de Trequin

Situation géographique :

Moirans à 1/50 000. Département du Jura

Synthèse de la coupe :

Couches du Morillon (TRE 1 à 22 - 36 m)

Les couches du Morillon correspondent dans la coupe du Bois de Trequin à des calcaires oolithiques à structure entrecroisée sans cimentation de diagénèse précoce. Ils sont dénommés ici par P. BERNIER "Calcaires oolithiques de Corveissiat".

Calcaires d'Aranc (TRE 22 à 55 - TT 1 à 8 - environ 20 m)

Les formations à oncolithes situées sous les Calcaires de Chargey et appelées par P. BERNIER "Calcaires de la Semine" ont été rebaptisées et jointes aux calcaires d'Aranc. La séparation des deux formations oncolithiques (Calcaires d'Aranc et Calcaires de la Semine) faite sur des critères d'associations micropaléontologiques devient alors caduque. Nous verrons plus loin quelle explication donner à cette différenciation faunique. Les niveaux oncolithiques rencontrés ici sont riches en microorganismes et présentent parfois des accumulations lumachelliques à nérinées.

Calcaires et Marnes de Chargey

Anciennement appelée "Couches à Ptérocères du Bois de Trequin", la formation montre un important développement des faciès ptérocériens comparables à ceux du Nord.

Calcaires de Chargey (TT 9 à 27 - 21 m)

Ce sont des calcaires massifs et riches en débris, disposés en gros bancs décimétriques et souvent limités par une surface irrégulière, parfois fortement bioturbée.

Marnes de Rang (TT 28 à 39 - 4 m)

La formation des "Couches à ptérocères du Bois de Trequin" de BERNIER, montre à son sommet des niveaux marneux riches en bivalves, ptérocères et brachiopodes. Ces derniers ont fourni une faune semblable à celle reconnue dans les Marnes de Rang avec en particulier : Terebratula suprajurensis ETALLON, T. suprajurensis nov. subsp. G.

Calcaires des Gorges de Nouailles

Calcaires à Stromatoporidés de Matafelon (TT 40 à 62 - 15 m)

Les faciès caractéristiques du membre s'observent parfaitement dans la coupe de Trequin. Ce sont des calcaires wakestones à tubulures et stromatoporidés en boule ou arborescents (15 m).

Calcaires de Chougeat (TT 63 à 117 - 25 m)

De même que pour la coupe des Crozets, l'ensemble dénommé "Couches du Chailley" par P. BERNIER pour sa région occidentale a été divisé en deux : les Calcaires de Chougeat (TT 65 à TT 117), membre des Calcaires des Gorges de Nouailles, et les Calcaires de Foncine-le-Bas (TT 118 à TT 200), premier terme de la séquence virgulienne.

25 m de calcaires à tubulures sont donc typiques des Calcaires de Chougeat. Ceux-ci montrent de nombreux indices d'émersions à leur sommet.

Calcaires de Foncine-le-Bas (TT 118 à 200 - 58,50 m)

La richesse et l'abondance des algues caractérisent au mieux cette formation. Il est à noter toutefois que la base de la formation affiche également de nombreuses figures d'émersion.

3-1-10 Coupe de Montcusel (fig. 32)

Situation géographique :

Moirans à 1/50 000. Département du Jura

Coupe levée sur la route de Chancia à Montcusel (D 295), au Nord du lieu dit "Bujette", non loin du point coté 456.

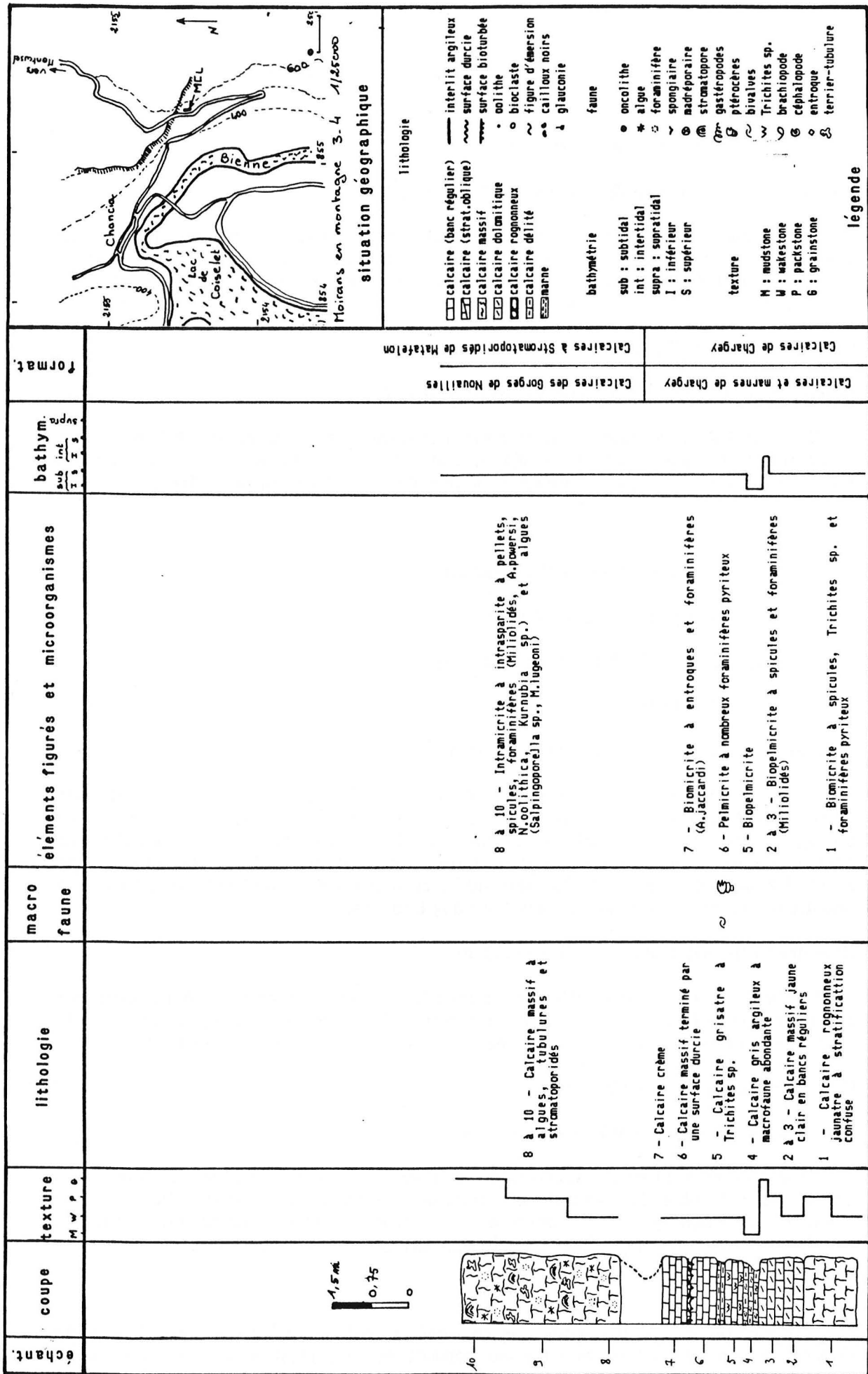


Fig. 32 : Coupe lithostratigraphique de Montcusel (formations et interprétation bathymétrique).

Synthèse de la coupe :

Calcaires et Marnes de Chargey (MCL 1 à 7 - 3,90 m)

La coupe offre des faciès fort peu différents de ceux observés au Bois de Trequin. Ce sont 4 m de calcaires jaunâtres, argileux, à bivalves et ptérocères, parfois soulignés par des surfaces durcies. La lacune de visibilité du sommet pourrait correspondre aux Marnes de Rang.

Calcaires des Gorges de Nouailles

Calcaires à stromatoporiés de Matafelon (MCL 8 à 10 - 3,20 m)

Environ 4 m de calcaires massifs ont été interprétés comme étant la base des Calcaires à stromatoporiés de Matafelon. La falaise située au-dessus serait alors l'équivalent des Calcaires de Chougeat rencontrés au Bois de Trequin.

3-1-11 Coupe de Corveissiat

Situation géographique :

Moirans à 1/50 000. Département du Jura.

Synthèse de la coupe :

Couches du Morillon (CVS 1 à 41 - 44,80 m)

La formation des "Calcaires oolithiques de Corveissiat", définie par P. BERNIER, est intégrée aux Couches du Morillon. Faciès particulier de cette dernière formation, elle montre un fort développement d'ensembles oolithiques dans la région. C'est également l'équivalent de l'oolithe de Ramasse décrite par A. RICHE au siècle dernier. Au sein de la formation apparaissent des niveaux à oncolithes identiques à ceux rencontrés aux Crozets.

Calcaires d'Aranc (CVS 42 à 65 - 17,50 m)

17,5 m de calcaires oncolithiques, riches en microorganismes, sont l'équivalent des Calcaires d'Aranc, sous-jacents aux couches à ptérocères. Contrairement à la coupe des Crozets, aucun niveau d'émersion n'a pu être mis en évidence.

Calcaires et marnes de Chargey

Calcaires de Chargey (CVS 66 à 81 - 24 m)

Ainsi que pour la coupe de Trequin, la base des "Couches à ptérocères du Bois de Trequin" de BERNIER est l'équivalent des Calcaires de Chargey. Ce sont des calcaires à tubulures, mudstones à wakestones, parfois riches en nérinées, bivalves et brachiopodes : Terebratula suprajurensis nov. subsp. G.

Marnes de Rang

Au premier abord, il semble que ce membre soit absent. Cependant, une zone broyée, marneuse, est observable au sommet de la formation et peut fort bien correspondre aux Marnes de Rang.

Calcaires des gorges de Nouailles

Calcaires à stromatoporidés de Matafelon (CVS 82 à 92 - 19,50 m)

Environ 20 m de calcaires de faciès identiques à ceux de la formation précédente surmontent les couches à ptérocères, mais la présence de stromatoporidés confirme l'appartenance à ce membre.

Calcaires de Chougeat (CVS 93 à 112 - 39 m)

Le sommet de la coupe est entièrement compris dans ce dernier membre. Le faciès à tubulures rencontré dans les formations sous-jacentes prend ici toute son importance. Il montre toutefois des zones fortement dolomitisées.

3-1-12 Coupe de Matafelon

Situation géographique :

Moirans à 1/50 000. Département du Jura

Synthèse de la coupe :

Couches du Morillon (MAT 1 à 50 - 42 m)

Ainsi que dans les coupes précédentes, celle-ci débute par une importante masse oolithique. Les calcaires pauvres en organismes montrent des stratifications planes. Au sommet, apparaissent des madréporaires et des stromatoporidés.

Calcaires d'Aranc (MAT 51 à 65 - 8,75 m)

Caractérisés par la présence d'oncolithes, ces calcaires montrent de rares niveaux à figures d'émersions et cailloux noirs.

Calcaires et Marnes de Chargey (MAT 70 à 83 - 22 m)

Ce sont des calcaires mudstones gris rognonneux à ptérocères, brachiopodes et bivalves. Certains présentent déjà des tubulures. Les Marnes de Rang sont difficilement reconnaissables dans cette coupe. Cependant des niveaux marneux, riches en faune, existent au sommet de la formation (3,50 m)

Calcaires des Gorges de Nouailles

Calcaires à Stromatoporidés de Matafelon (MAT 84 à 102 - 8,5 m)

Localité-type de ce membre, la coupe ne présente pas néanmoins la plus grande extension des Calcaires à Stromatoporidés. Ce sont des calcaires wakestones riches en stromatoporidés soit massifs soit branchus. Les tubulures sont présentes bien que peu développées. Les microorganismes y sont également peu abondants.

Calcaires de Chougeat (MAT 102 à 120 - 23 m)

De meme que pour le membre précédent, la coupe de Matafelon est la localité-type des Calcaires de Chougeat. Ils sont caractérisés par des calcaires mudstones à wakestones à tubulures, parfois très fortement bioturbés. Le sommet est souligné par un niveau à ptérocères et brachiopodes, en particulier Terebratula nov. sp. M. Ce niveau, que l'on retrouvera également au Pont-de-la-Chaux, correspond à la base de la deuxième séquence kimméridgienne (séquence virgulienne) et peut être considéré comme l'équivalent de la base des Calcaires et Marnes de Savoyeux.

Calcaires de Foncine-le-Bas (MAT 121 à 156 - 47 m)

Les calcaires montrent une disparition des niveaux à tubulures et la prédominance de niveaux riches en algues dasycladales (Salpingoporella annulata CAROZZI, Clypeina jurassica FAVRE, Campbelliella striata (KOECHLIN)).

3-1-13 Coupe de Montmerle (fig. 33)

Situation géographique :

Bourg en Bresse à 1/50 000. Nantua à 1/80 000. Département de l'Ain

Coupe levée sur la route de Montmerle à Dhuys (N 436), sur le premier talus à droite après le carrefour de la Rixouse.

Historique :

Situés non loin du gisement de la Rixouse où a été trouvé un reptile crocodylien dans les formations kimméridgiennes, les affleurements de Montmerle ont souvent été cités mais sans indication particulière. F. BERGERAT fait mention de cette coupe et en donne même une description. Malheureusement, celle-ci est inutilisable à l'heure actuelle.

Synthèse de la coupe :

Calcaires d'Aranc (MRL 1 à 14 - 11 m)

Peu caractéristique dans cette coupe, la formation montre des calcaires gris, rognonneux alternant avec des niveaux massifs biomicritiques parfois riches en oncolithes. Les algues y sont nombreuses avec Marinella lugeoni PFENDER et Cayeuxia sp. Le banc sommital est riche en huîtres, brachiopodes et nérinées. Un tel banc est reconnaissable également au Bois de Trequin.

Calcaires et Marnes de Chargey (MRL 15 à 27 - 11 m)

Seul le membre des Calcaires de Chargey est représenté sur la coupe. Ce sont des calcaires mudstones à wakestones, à spicules, pellets et foraminifères (Lituolidés, Epistomonidés). Le sommet de la coupe est souligné par un niveau riche en brachiopodes et ptérocères qui a fourni : Terebratula suprajurensis nov. subsp. G.

3-1-14 Coupe de Grand-Corent (fig. 34)

Situation géographique :

Nantua à 1/50 000. Nantua à 1/80 000. Département de l'Ain

Coupe levée dans une carrière sur la route de Villereversure à Cize, dans les monts de Corent, au sommet de l'anticlinal de Grand-Corent.

Historique :

Entre 1896 et 1919, A. RICHE note de nombreux affleurements à faciès ptérocérien tels que les carrières de Grand-Corent, la route de Meyriat en face Champeillon et le gisement de Chateauvieux. Ce sont des calcaires argileux à ptérocères et faune de bivalves abondante (*Pholadomya* sp., *Alectryonia* sp.). Il précise en outre que ces niveaux perdent leur individualité plus au Sud et à l'Est dans les environs de Cormaranche, Hotonnes, Tenay, Saint-Rambert et Saint-Germain-de-Joux (faciès coralligène).

Synthèse de la coupe :

Calcaires d'Aranc (GCO 1 à 5 - 6,60 m)

La formation montre ici un faciès particulier à tubulures, madréporaires et *Trichites* sp.. Ce faciès a déjà été rencontré aux Crozets, dans la partie sommitale de la même formation, au-dessus de niveaux riches en oncolithes. Nous verrons qu'il se développe de façon plus nette dans la région d'Oyonnax, où les faciès ptérocériens sont absents.

Calcaires et Marnes de Chargey (GCO 6 à 15 - 6 m)

Ainsi que pour Montmerle, seul le membre inférieur de la formation est visible au niveau de la coupe. Ce sont des calcaires riches en débris, foraminifères et algues (*Marinella lugeoni* PFENDER, *Terquemella* sp.) qui passent à des niveaux plus délités où abonde une faune de petits bivalves et brachiopodes : *Terebratula* cf. *subsella* (LEYMERIE), *Zeillerina* cf. *astartina* (ROLLIER) et *Postepithyris dubisiensis* BOULLIER.

Le niveau des Marnes de Rang peut correspondre aux prés qui se trouvent aux alentours de la carrière.

Calcaires des Gorges de Nouailles

Les autres carrières de Grand-Corent montrent des calcaires à tubulures bien développées, surmontés de niveaux plus délités qui semblent être l'équivalent du deuxième niveau à ptérocères de Matafelon.

3-1-15 Coupe d'Allemant (fig. 35)

Situation géographique :

Nantua à 1/50 000. Nantua à 1/80 000. Département de l'Ain

Coupe située sur la route en rive droite de l'Ain, entre Poncin et Allemant, en face de Champeillon, à l'extrémité méridionale des lanières du Berthiand.

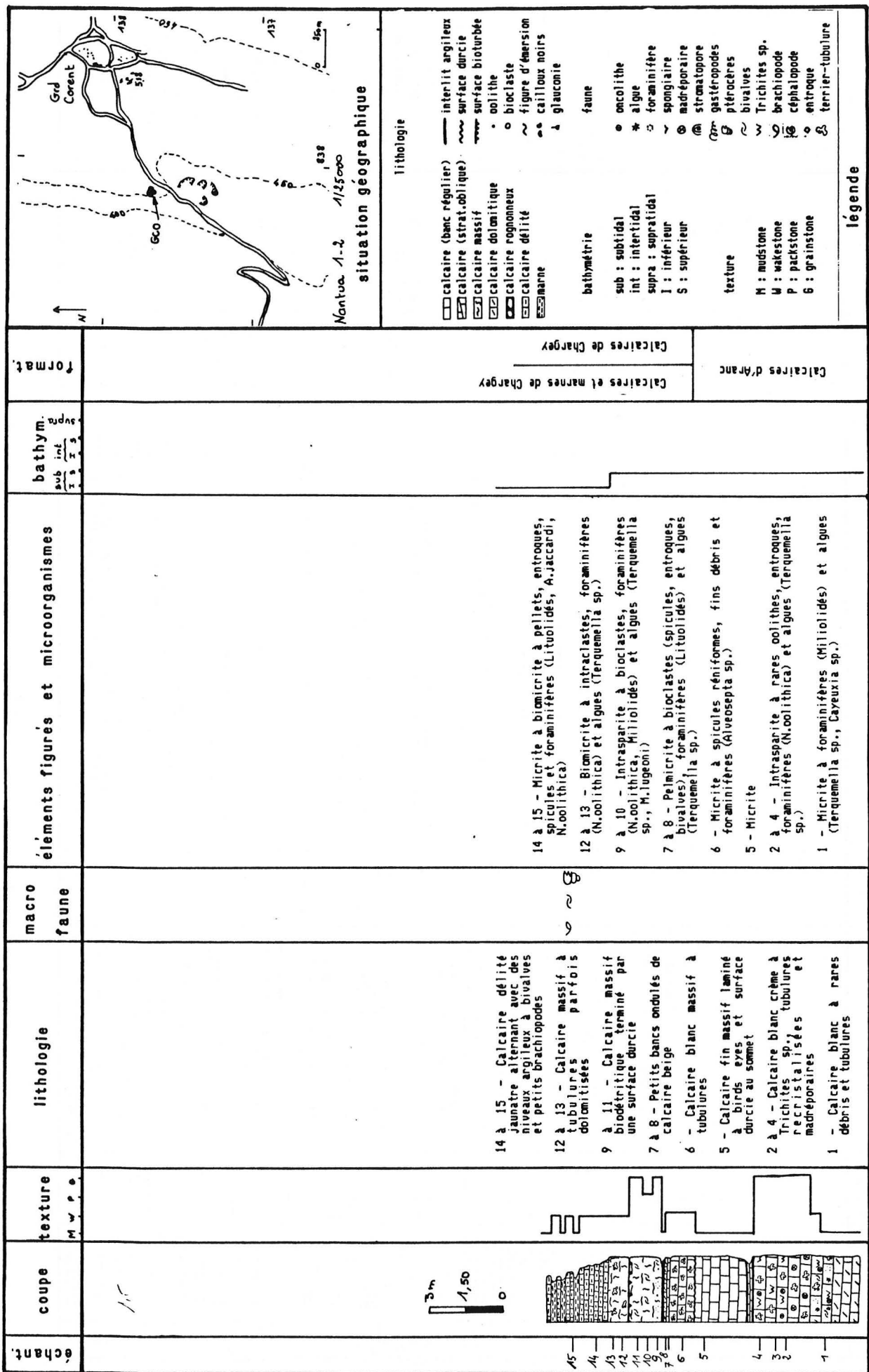


Fig. 34 : Coupe lithostratigraphique de Grand-Corent (formations et interprétation bathymétrique).

Synthèse de la coupe :

Calcaires d'Aranc (ALM 1 à 8 - 6 m)

Ainsi que pour celle de Grand-Corent, la coupe d'Allemant développe les faciès terminaux des Calcaires d'Aranc à tubulures et surfaces d'arrêt de sédimentation. Ces surfaces, particulièrement jolies à Allemant, sont encroutées par des ostréidés.

Calcaires et Marnes de ChargeyCalcaires de Chargey (ALM 9 à 15 - 4,65 m)

Le faible développement des Calcaires de Chargey annonce la disparition de ce faciès au Sud. Ce sont des calcaires jaunâtres, massifs parfois très biodétritiques à Trichites sp., huîtres, géodes et brachiopodes : Terebratula subsella (LEYMERIE) et Zellerina sp. Les surfaces irrégulières y sont nombreuses.

Marnes de Rang (ALM 16 à 23 - 2,25 m)

Bien que le faciès marneux soit peu développé dans cette coupe, j'ai quand même placé dans ce membre les niveaux sommitaux de la formation, riches en faune de bivalves et brachiopodes : T. suprajurensis ETALLON. Le microfaciès de la formation dans son ensemble correspond toujours à des micrites et biomicrites à spicules et pellets.

Calcaires des Gorges de NouaillesCalcaires à Stromatoporidés de Matafelon

Fortement dolomitisée pour une bonne part, la formation n'offre pas les faciès caractéristiques rencontrés jusqu'ici. Cependant quelques stromatoporidés justifient l'attribution de ces niveaux à ce membre.

3-1-16 Coupe de Chateaufieux (fig. 36)

Situation géographique :

Bourg en Bresse à 1/50 000. Département de l'Ain

Affleurement situé sous le pont du Suran, en aval de la grotte préhistorique, sur la route de Neuville-sur-Ain à Soblay, après Chateaufieux.

Synthèse de la coupe :

Calcaires et Marnes de Chargey (CHV 1 à 6 - 2,80 m)

Le gisement de Chateaufieux, qui est l'affleurement le plus méridional observé, ne permet pas de décrire dans leur totalité les faciès ptérocériens. Cependant cette coupe, qui confirme leur réduction d'épaisseur déjà entrevue à Allemant, montre des calcaires jaunâtres, riches en pyrite et bivalves.

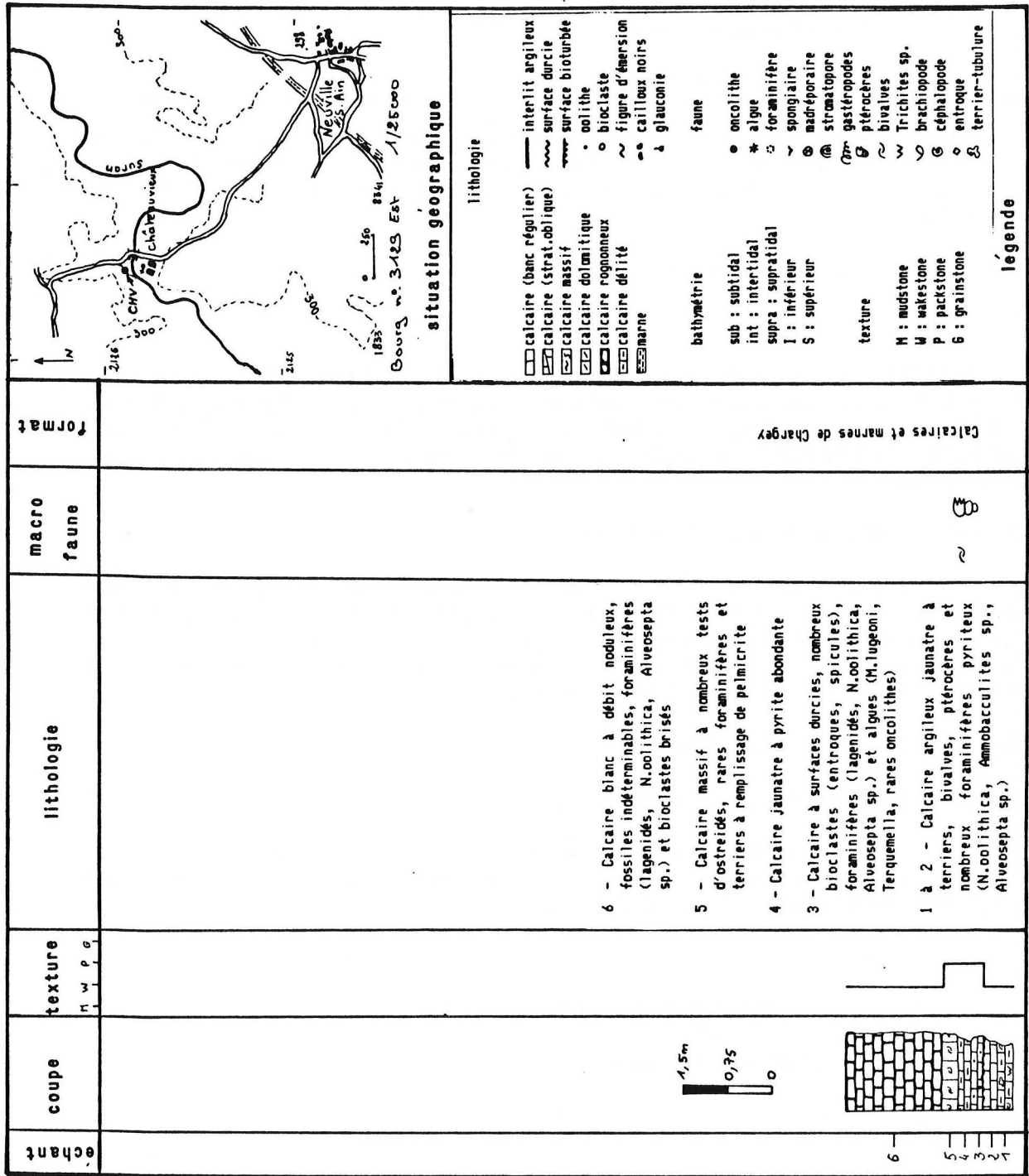


Fig. 36 : Coupe lithostratigraphique de Chateaufieux (formations).

3-2 Conclusion à l'étude de la région

Cette région correspond donc en partie à la région occidentale décrite par P. BERNIER (1984 - volume 1 - pp. 264 à 372) pour laquelle il cite cinq formations intéressantes le Kimméridgien : les Calcaires d'Aranc, les Calcaires oolithiques de Corveissiat, les Calcaires de la Semine, les Couches à ptérocères du Bois de Trequin et les Calcaires à stromatoporiés de Matafelon.

Dans la nouvelle nomenclature proposée, se surimposent aux formations énoncées précédemment deux nouveaux ensembles : les Calcaires de Chougeat et les Calcaires de Foncine-le-Bas. Leur présence entraîne des modifications dans l'organisation séquentielle proposée par P. BERNIER. De la même façon, des modifications d'ordre chronostratigraphique seront également apportées.

Cadre stratigraphique

A l'inverse de ce que l'on observe dans la région septentrionale, les éléments de datation sont rares et moins précis. Hormis la présence d'Alveosepta jaccardi (SCHRODT), des nautilés et une faune de brachiopodes statuent en faveur d'un âge Kimméridgien inférieur pour les Calcaires et Marnes de Chargey (Couches à ptérocères du Bois de Trequin de BERNIER).

Les nautilés récoltés, entre autres à Valfin-les-Saint-Claude et Chaux-des-prés, imposent un âge Kimméridgien inférieur pour les niveaux sommitaux des Calcaires et Marnes de Chargey, en référence à des formes récoltées en Bavière dans des niveaux rapportés à la zone à Platynota. Ce sont :

- Eutrephoceras aff. claromontanum (KUHN);
- Paracenoceras aff. staffelbergensis (KUHN);

De plus, d'autres exemplaires récoltés par d'anciens auteurs dans les mêmes ensembles confirment ces données.

Les brachiopodes montrent de nettes affinités avec les faunes du Nord. Des formes, telles que "Terebratula suprajurensis ETALLON, associée à Postepithyris dubisiensis BOULLIER, se retrouvent de la même façon au Nord et au Sud, dans les Marnes de Rang. Toutefois "T. suprajurensis ETALLON présente des variations morphologiques qui nécessitent la distinction de deux sous-espèces géographiques.

Mise en place des séquences (fig. 37)

Ainsi que pour la région septentrionale, l'ensemble des termes lithologiques observés correspond à une séquence majeure, dite ptérocérienne, limitée par les discontinuités U0 et U5. Celle-ci est, pour sa plus grande part, datée du Kimméridgien inférieur.

La formation des Calcaires d'Aranc est soulignée à son toit par la discontinuité U0 remarquable sur l'ensemble de la région. Elle correspond à un niveau à surface durcie et oxydée, riche en oncolithes, nérinées et ciment de diagenèse précoce.

La discontinuité U5 reste, pour sa part, très discrète et ne se caractérise que par un mince banc de calcaire délité ou un lit marneux parfois riche en faune.

La reconnaissance des séquences mineures est rendue délicate par l'homogénéité des faciès dans les Calcaires des Gorges de Nouailles. De plus, les

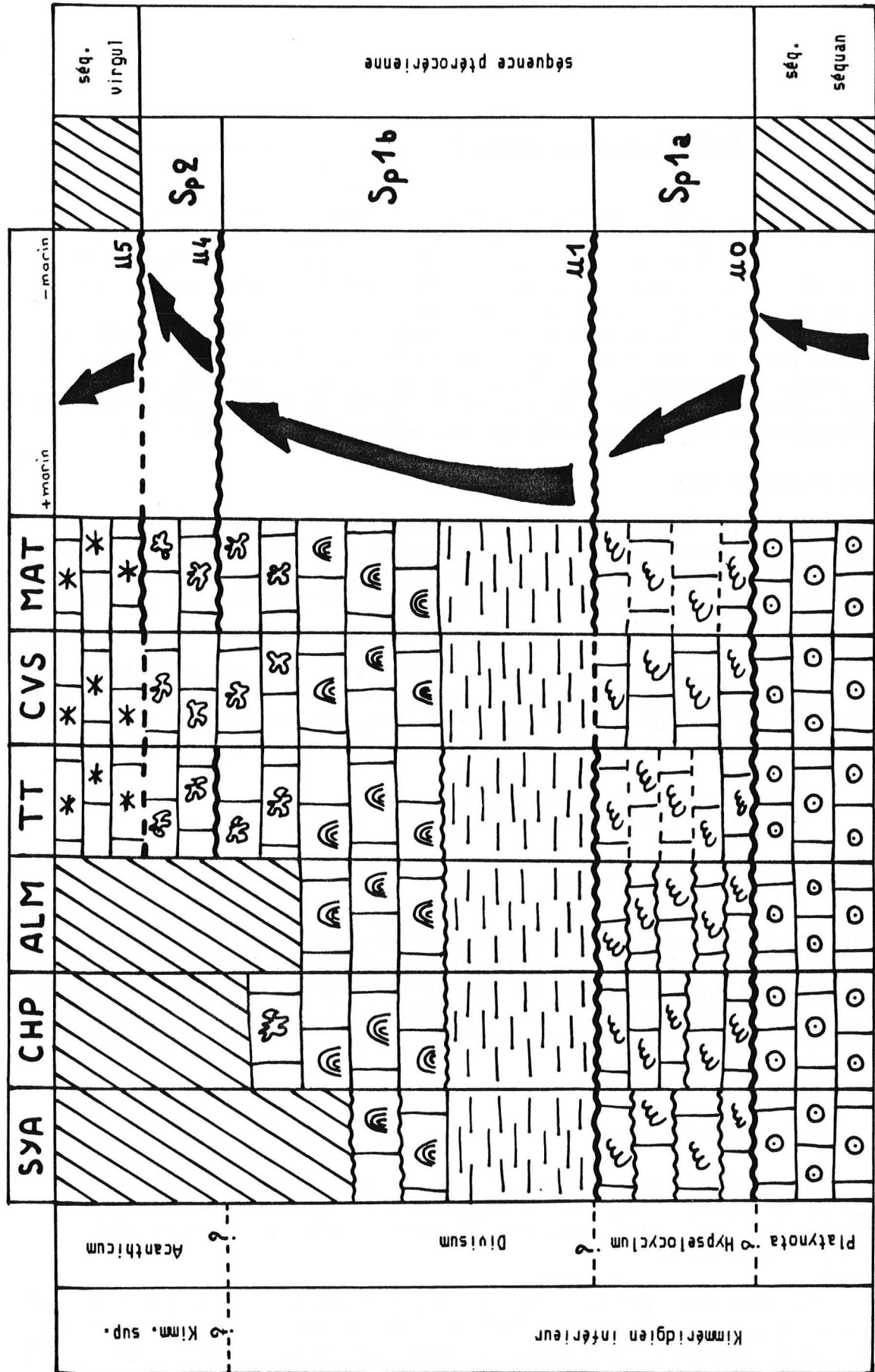


Fig. 37 : Analyse séquentielle de quelques coupes et évolution générale de la séquence ptérocérienne pour la région méridionale.

discontinuités nombreuses ne présentent pas d'extension notoire sur l'ensemble de la région.

La discontinuité U1, décrite dans la région septentrionale, également reconnue au toit des Calcaires de Chargey dans la région méridionale, est marquée par une surface irrégulière durcie surmontée de niveaux marneux riches en brachiopodes.

Une autre discontinuité U2, discrète dans la région bisontine (lumachelle à brachiopodes au sommet des Marnes de Rang), s'affirme dans, la région considérée, au toit des Marnes de Rang.

Les termes carbonatés qui se succèdent au-dessus (Calcaires des Gorges de Nouailles) forment un ensemble homogène au sein duquel les coupures sédimentaires sont rares et souvent locales.

Ainsi, la discontinuité U3 de la région septentrionale n'est plus observable au toit des Calcaires de Matafelon. En revanche, une discontinuité U4 est caractérisée par les perturbations sédimentaires enregistrées dans les bancs sommitaux du membre des Calcaires de Chougeat (faciès intertidaux et supratidaux).

Cet examen permet la subdivision de la séquence majeure ptérocérienne en deux séquences régionales de durée inégale.

La séquence Sp1

De la même façon que pour la région septentrionale, la séquence régionale Sp1 se divise en deux séquences mineures Sp1a et Sp1b.

La première, Sp1a, se corréle en tous points à la séquence mineure des Calcaires de Chargey du Jura franc-comtois. L'abondance de surfaces de bancs irrégulières, encroutées ou bioturbées confirme l'instabilité sédimentaire de cette époque.

En revanche, la séquence Sp1b englobe non seulement les membres des Marnes de Rang et les Calcaires de Matafelon mais également la partie inférieure des Calcaires de Chougeat. Les faciès homogènes indiquent alors des conditions de dépôt stables sur une plate-forme protégée.

La séquence Sp2

De durée vraisemblablement plus courte, elle correspond aux termes lithologiques sommitaux des Calcaires de Chougeat. Les faciès d'émersion annoncent une recrudescence de l'instabilité des conditions de dépôt, contemporaine de celle enregistrée dans les autres régions.

L'évolution séquentielle pour la région méridionale se calque sur celle de la région septentrionale. Toutefois la séquence Sp2 semble se mettre en place plus tardivement au Sud où elle est matérialisée à sa base par la discontinuité U4 et non par la discontinuité U3.

Corrélations (fig. 38)

L'analyse des données biostratigraphiques et séquentielles permet de corréler les ensembles lithologiques proposés par P. BERNIER et ceux définis dans le cadre d'une nouvelle nomenclature, synthèse de ce travail.

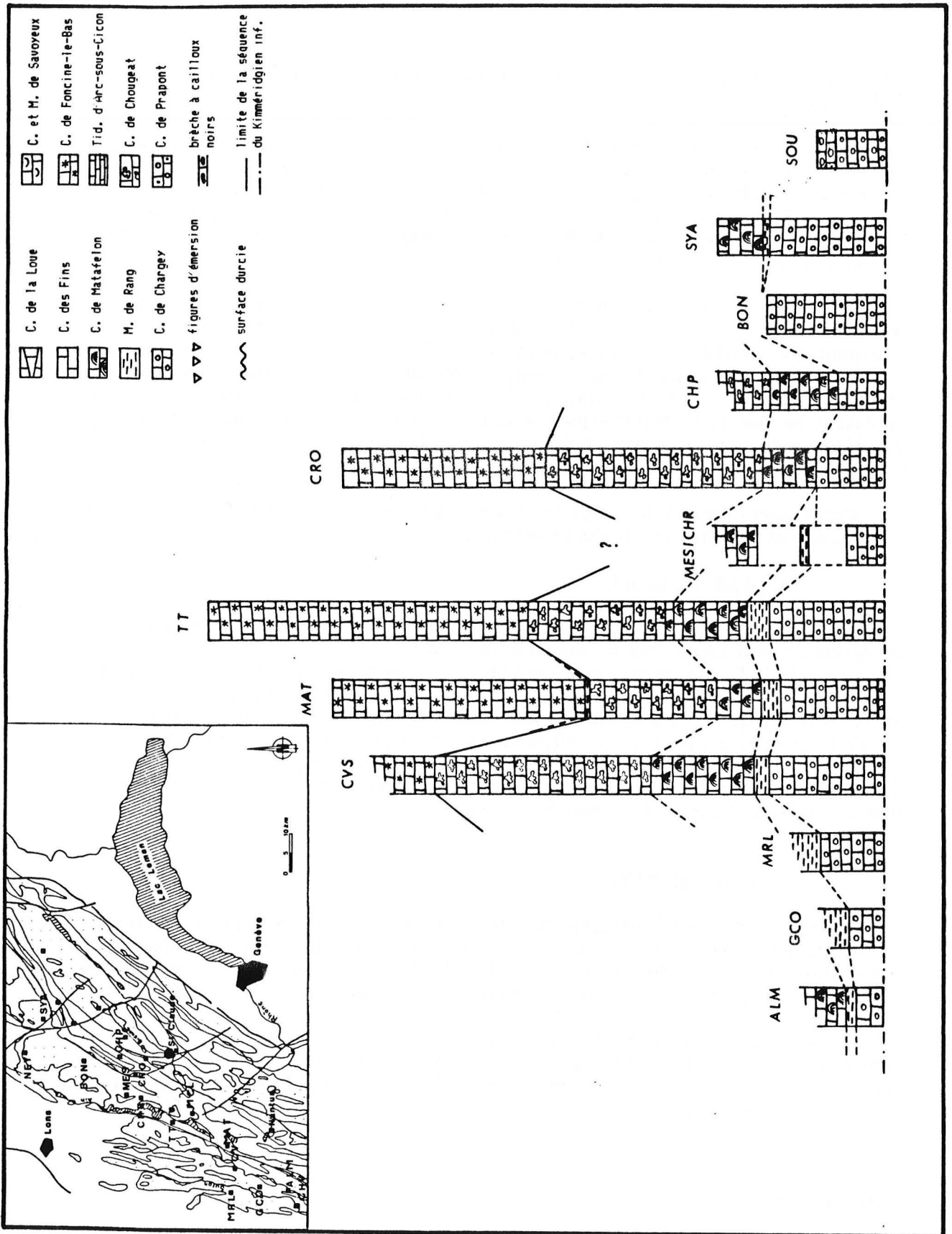


Fig. 38 : Tableau de corrélations des coupes de la région méridionale.



Les renseignements biostratigraphiques, fournis par l'étude des nautilus et des brachiopodes, conduisent à admettre un âge Kimméridgien inférieur pour les Calcaires et Marnes de Chargey (Couches à ptérocères du Bois de Trequin de BERNIER) et la base des Calcaires de Matafelon. Ceci va à l'encontre de l'hypothèse formulée par P. BERNIER qui, par corrélation séquentielle, proposait un âge Kimméridgien terminal pour ces niveaux.

En regard de ces nouvelles datations, les calcaires oncolithiques observés au mur des Calcaires de Chargey (Calcaires de la Semine pars de BERNIER) deviennent alors l'équivalent latéral des Calcaires d'Aranc, datés en certains points du Jura méridional de la zone à Platynota.

En conséquence, la formation sous-jacente des Calcaires oolithiques de Corveissiat de BERNIER constitue le prolongement méridional des Couches du Morillon d'âge Oxfordien supérieur.

L'ensemble Couches du Morillon - Calcaires d'Aranc contient les termes ultimes de la dernière séquence oxfordienne. On peut noter que les Couches du Morillon renferment en leur sein des intercalations oncolithiques parfois épaisses, d'où la confusion possible avec la véritable formation des Calcaires d'Aranc.

Les calcaires à tubulures, sus-jacents aux Calcaires à stromatoporidés de Matafelon et réunis par P. BERNIER sous le vocable "Couches du Chailley pars", constituent le membre des Calcaires de Chougeat, équivalent lithostratigraphique des Calcaires des Fins.

Enfin, la dernière formation décrite, à savoir les Calcaires de Fonce-le-Bas, riche en algues et également dénommée "Couches du Chailley" par P. BERNIER, représente le terme basal de la séquence majeure virgulienne pour la région méridionale.

4- LES AXES "RESISTANTS"

Les deux axes "résistants", définis dans les préliminaires, présentent ou non, suivant les endroits, les Calcaires et Marnes de Chargey. Ces derniers sont alors surmontés ou remplacés le plus souvent par des faciès de haute énergie proches de l'émergence. Plus précisément, ces axes correspondent à des environnements de plate-forme carbonatée où les intercalations marneuses des Marnes de Rang sont absentes ou réduites à de très minces lits argileux. D'autre part, la formation des Calcaires des Gorges de Nouailles montre de grandes masses calcaires où se développent des faciès extrêmement variés.

L'axe salinois offre des formations caractéristiques, bien individualisées et datées rigoureusement à leur sommet. Les coupes sont d'Est en Ouest (fig. 39) :

- coupe des Fins
- coupe de Gilley
- coupe d'Arc-sous-Cicon
- coupe de la Loue
- coupe d'Ivrey

En revanche, le développement extrême des dépôts carbonatés sur l'axe calcaire Nantua - Pontarlier et leur monotonie rendent difficile la caractérisation de formations sur le terrain. Dans le but de faciliter cette caractérisation et afin de compléter au mieux les données lithologiques afférentes aux levés des coupes, je me référerai aux données bibliographiques existantes pour les régions du Risoux, de Saint-Claude, Oyonnax et Nantua. Les descriptions sont du Nord au Sud (fig. 39) :

- coupe d'Hauterive
- coupe de la Cluse-et-Mijoux
- coupe de la Planée
- coupe de Mignovillard
- coupe de Mouthe
- coupe de Foncine-le-Bas
- la région du Risoux et du Mont Tendre
- coupe du Pont-de-la-Chaux
- coupe du Col de la Savine
- coupe des Frasses
- coupe de Valfin-lès-Saint-Claude
- la région de Saint-Claude
- la région de Nantua et d'Oyonnax

4-1 Description des coupes : l'axe salinois

4-1-1 Coupe des Fins (fig. 40a et 40b)

Situation géographique :

Morteau à 1/50 000. Département du Doubs.

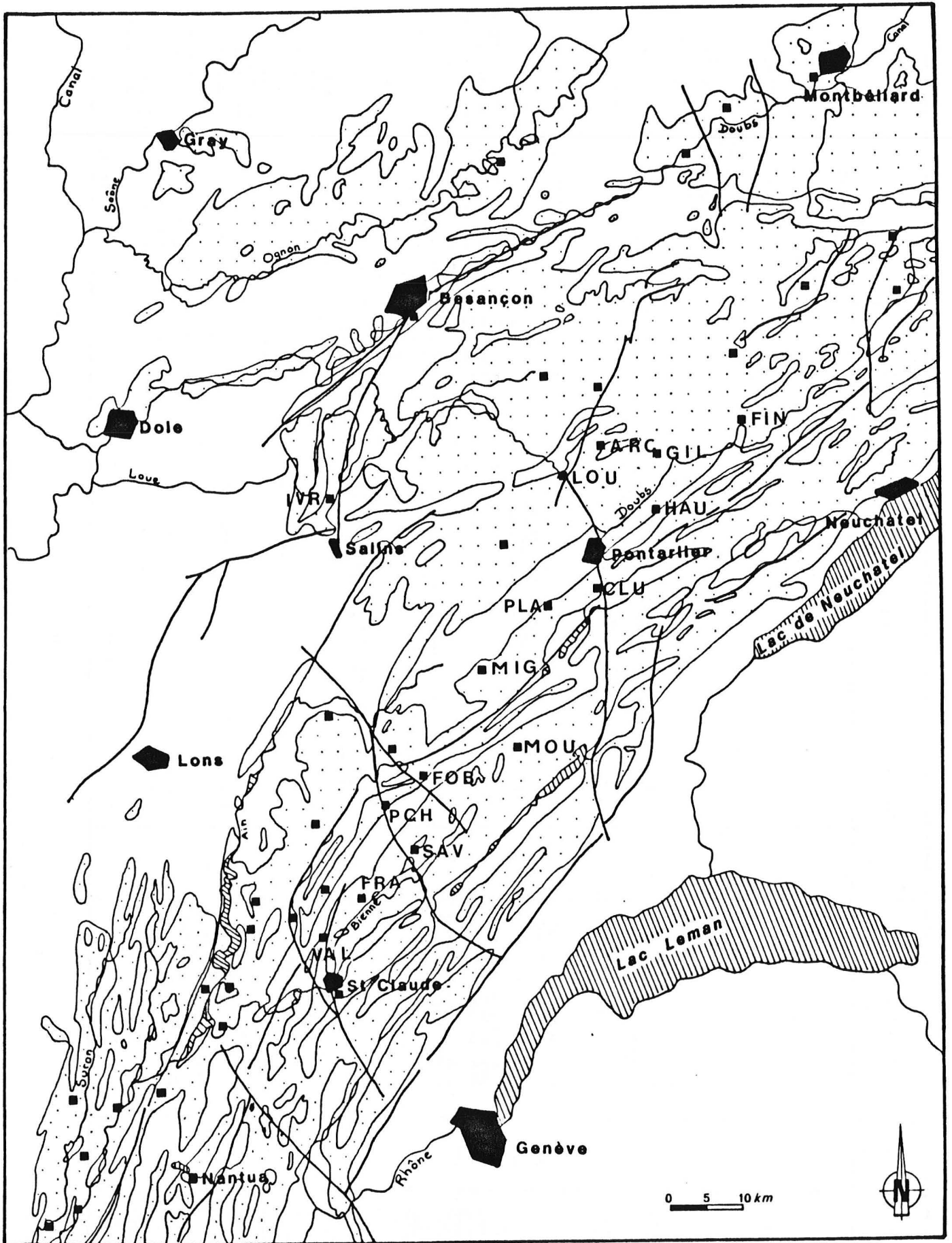


Fig. 39 : Répartition des coupes sur l'axe salinois et l'axe calcaire de Nantua - Pontarlier.

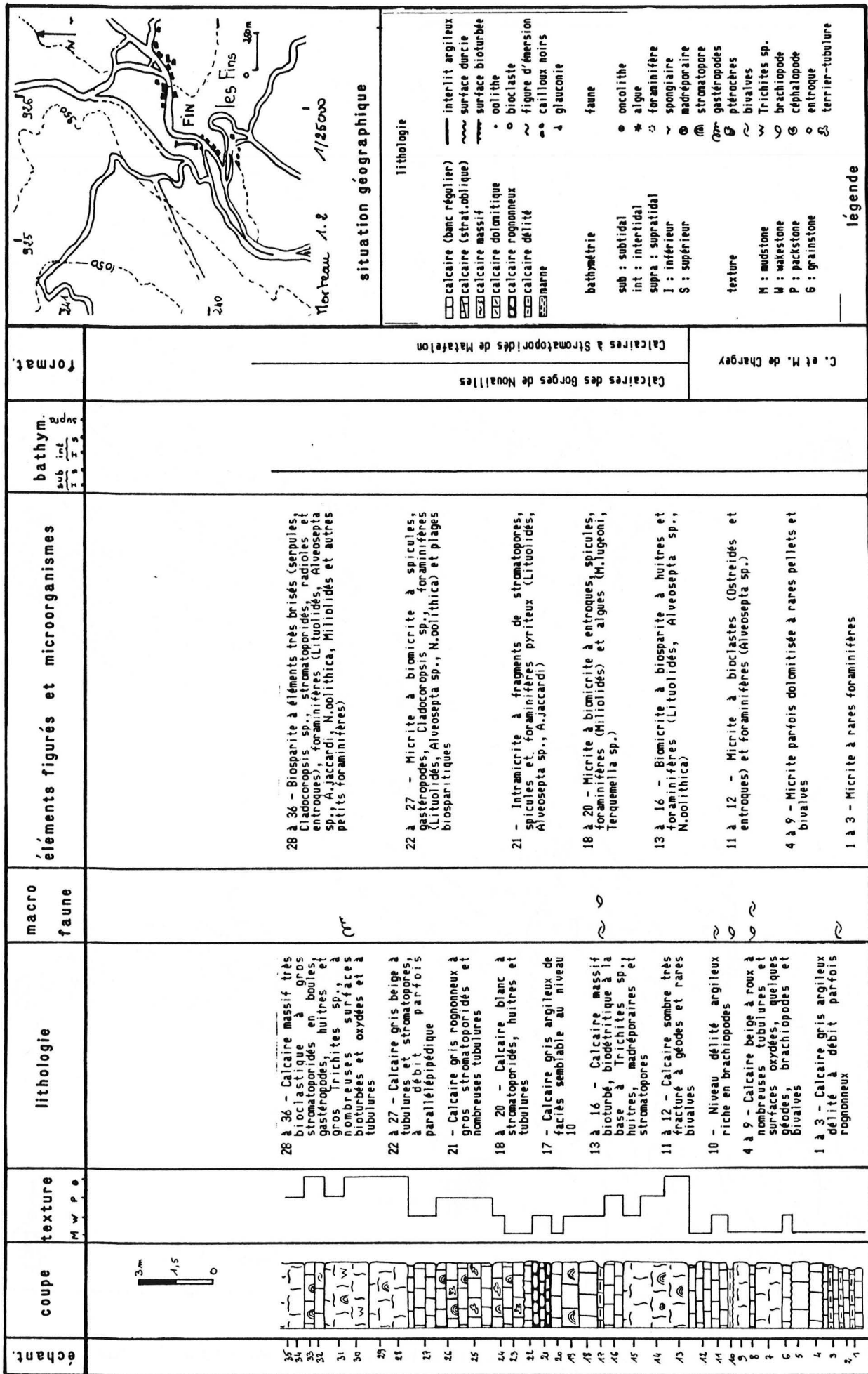


Fig. 40a : Coupe lithostratigraphique des Fins (formations et interprétation bathymétrique).

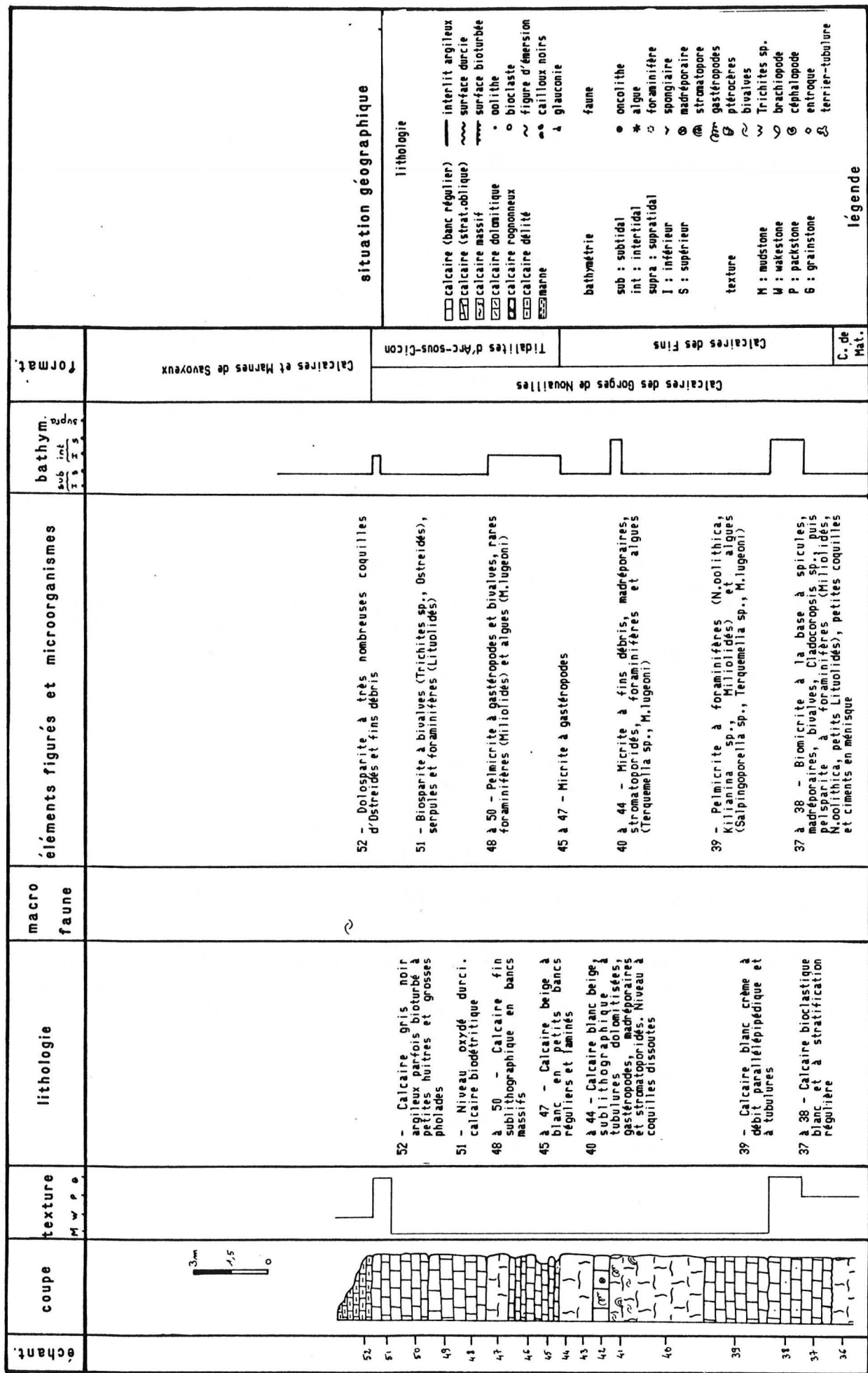


Fig. 40b : Coupe lithostratigraphique des Fins (formations et interprétation bathymétrique).

Coupe levée dans la grande carrière située à la sortie nord du village des Fins, sur la N 437, à l'extrémité nord du synclinal des Fins.

Synthèse de la coupe :

Calcaires et Marnes de Chargey (FIN 1 à 12 - 7,50 m)

Dans la coupe des Fins et dans les autres coupes décrites par la suite, le membre des Marnes de Rang n'est jamais présent. Les faciès carbonatés envahissent complètement la formation et la faune y est beaucoup plus rare, voire absente. Dans la coupe des Fins, ce sont des calcaires gris argileux à la base, passant à des calcaires roux biodétritiques, à tubulures, brachiopodes et bivalves. Le niveau 10 a livré entre autres : Terebratula suprajurensis nov. subsp. G.

Calcaires des Gorges de Nouailles

Calcaires à Stromatoporidés de Matafelon (FIN 13 à 36 - 17,40 m)

Très épais dans la carrière, des calcaires massifs, bioclastiques et à nombreuses surfaces irrégulières, montrent un fort développement des stromatoporidés de forme massive ou branchue (Cladocoropsis sp.). Ceux-ci disparaissent par endroit et sont remplacés par des niveaux riches en tubulures. Des bivalves (ostreidés et Trichites sp.), ainsi que des foraminifères, souvent indéterminables, forment alors l'essentiel de la faune.

Calcaires des Fins (FIN 37 à 44 - 11 m)

Localité-type de ce membre, la coupe développe une dizaine de mètres de calcaires blancs crayeux à grains fins (pellets et petits bioclastes). Deux niveaux à figures d'émersion sont observables (FIN 38 et FIN 41). Le deuxième niveau, d'extension assez vaste, est visible dans la région de Consolation-Maisonnette. Des fragments de Cladocoropsis sp. s'observent encore à la base.

Tidalites d'Arc-sous-Cicon (FIN 45 à 51 - 7,50 m)

Les indices d'émersion, entrevus dans les calcaires sous-jacents, voient leur développement s'amplifier au sein de ce membre. Ce sont des calcaires en petits bancs réguliers et finement laminés, passant à un calcaire lithographique en bancs massifs. Le sommet du membre est souligné par un épais niveau durci et oxydé, témoin d'une sédimentation ralentie ou absente.

Calcaires et Marnes de Savoyeux (FIN 52)

La base de la formation, visible dans les autres carrières du village des Fins, est marquée par des calcaires gris-noir, argileux, à petites huitres et grosses pholades.

4-1-2 Coupe de Gilley (fig. 41)

Situation géographique :

Morteau à 1/50 000. Département du Doubs.

Coupe levée le long de la voie ferrée, sous le pont de la départementale D 132, sur le flanc sud-ouest du synclinal de Remonot.

Historique :

Lors d'une étude sur les faciès séquanien de la région de Pontarlier, H.J. OERTLI et M. ZIEGLER citent, dans la coupe des Combottes, des niveaux marneux intercalés dans des calcaires délités jaunâtres à petites huitres et rares térébratules, au-dessus de calcaires blancs crayeux attribués par M. ZIEGLER (1956) au Séquanien.

Synthèse de la coupe :

Calcaires de Besançon (35 m)

La base de la coupe montre un fort développement des calcaires fins de l'Oxfordien supérieur, ainsi que les décrivent H.J. OERTLI et M. ZIEGLER dans la coupe des Combottes (1978).

Calcaires et Marnes de Chargey (GIL 1 à 8 - 6,20 m)

La formation est constituée de calcaires biodétritiques à glauconie à la base, passant à des calcaires gris délités et rognonneux à bivalves et ptérocères. Une faune de brachiopodes a livré : Terebratula suprajurensis nov. subsp. G.

Calcaires des Gorges de Nouailles

Calcaires à Stromatoporidés de Matafelon (GIL 9 à 13 - 6,70 m)

Le sommet de la coupe permet l'observation de calcaires blancs à gris, parfois massifs, à stromatoporidés, gastéropodes et tubulures. Une algue (Marinella lugeoni PFENDER) est abondante à certains niveaux.

4-1-3 Coupe d'Arc-sous-Cicon (fig. 42a et 42b)

Situation géographique :

Ornans à 1/50 000. Département du Doubs.

Coupe située dans une nouvelle carrière à l'ouest du village d'Arc-sous-Cicon, sur la route d'Arc à La Main, dans le synclinal d'Arc-sous-Cicon (faisceau salinois).

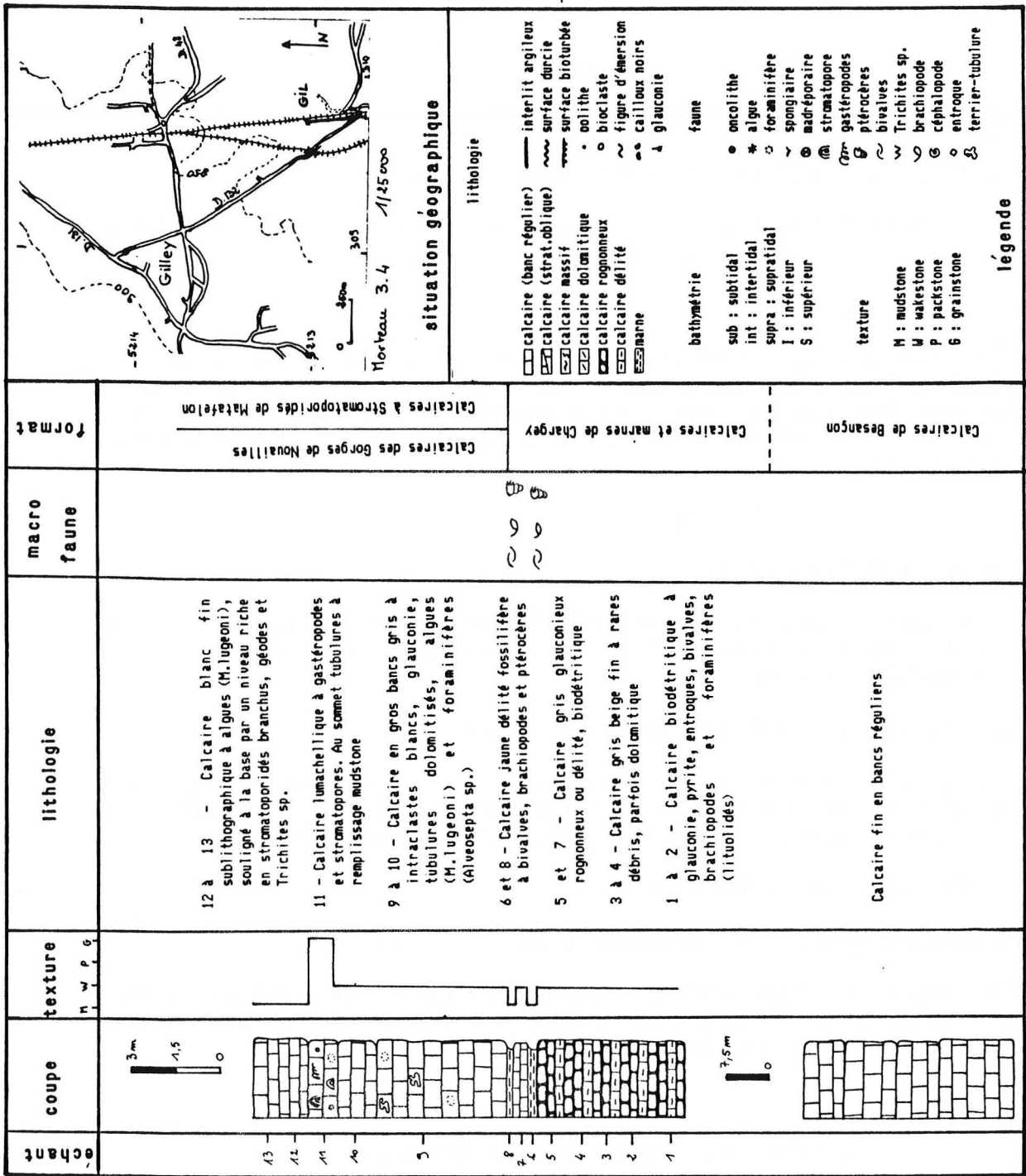


Fig. 41 : Coupe lithostratigraphique de Gilley (formations).

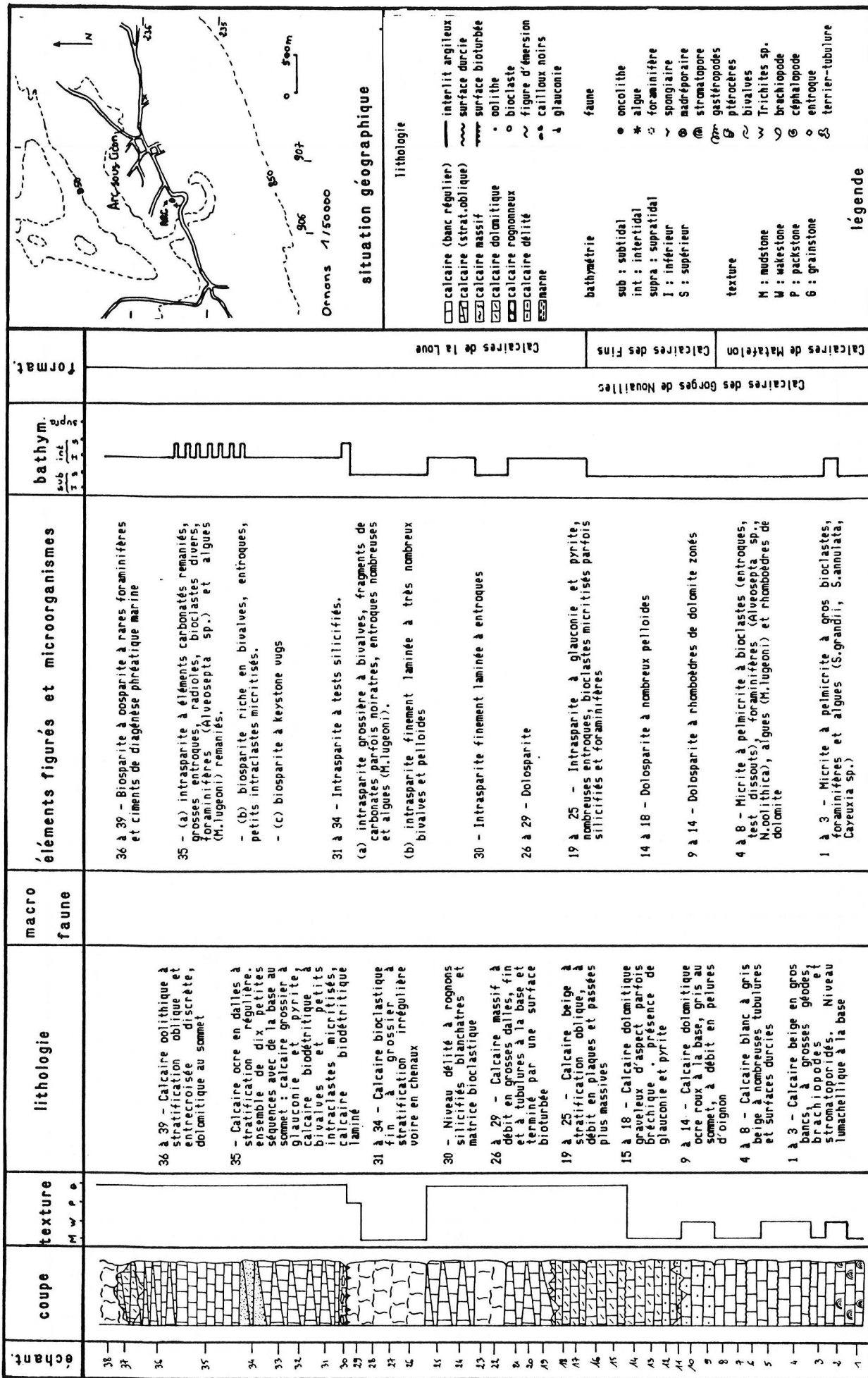
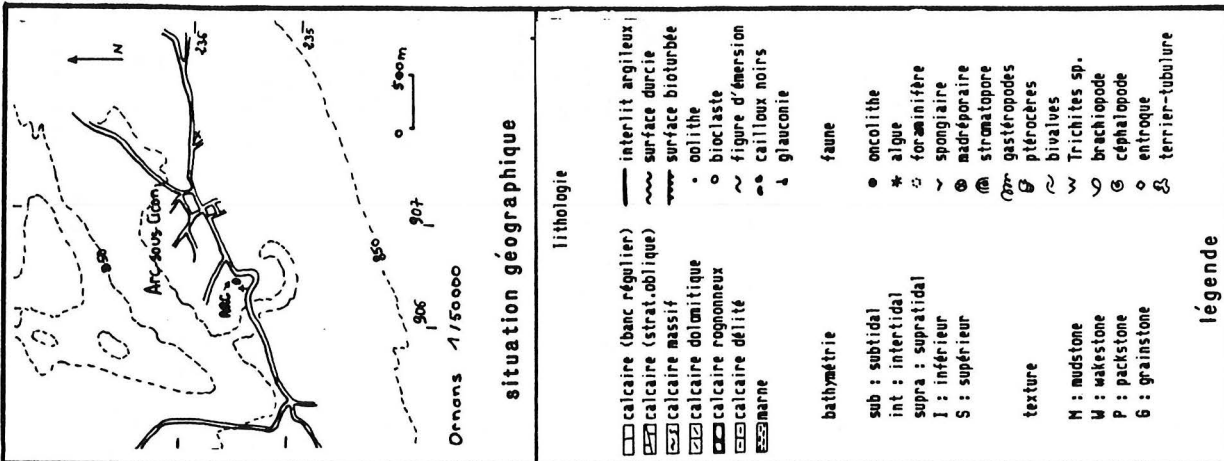


Fig. 42a : Coupe lithostratigraphique d'Arc-sous-Cicon (formations et interprétation bathymétrique).



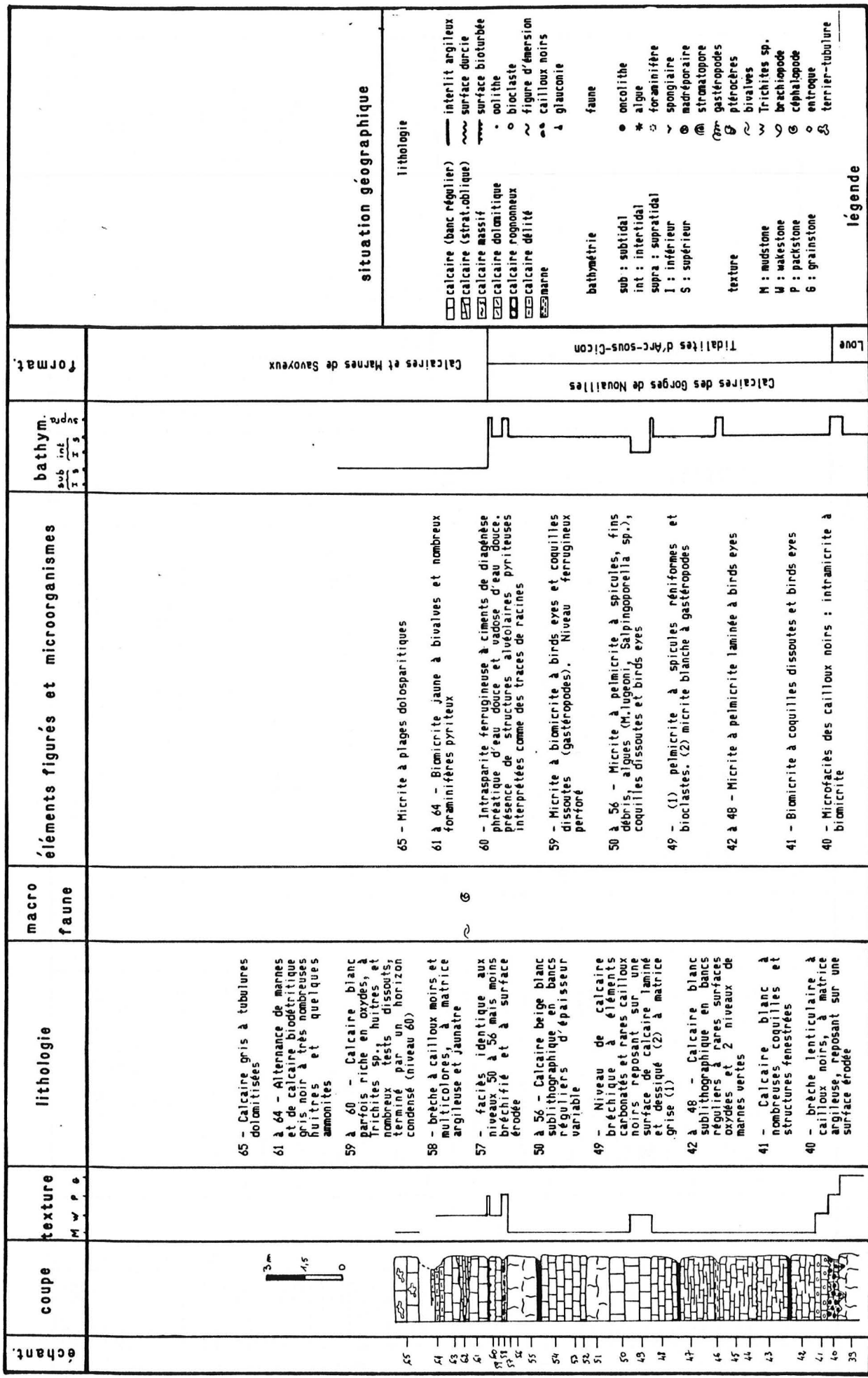


Fig. 42b : Coupe lithostratigraphique d'Arc-sous-Cicon (formations et interprétation bathymétrique).

Synthèse de la coupe :

Calcaires des Gorges de NouaillesCalcaires à Stromatoporidés de Matafelon (ARC 1 à 8 - 6 m)

Seule la formation des Calcaires des Gorges de Nouailles est présente dans cette coupe. Toutefois, le long de la route en amont de la carrière, affleurent des calcaires gris jaunâtres et délités assimilables aux Calcaires et Marnes de Chargey.

Ce sont des calcaires beiges en gros bancs, à stromatoporidés à la base et grosses tubulures au sommet. Les algues dasycladales y sont nombreuses (Salpingoporella grudii RADOICIC, Salpingoporella annulata CAROZZI, Cayeuxia sp.).

Calcaires des Fins (ARC 9 à 16 - 5,10 m)

J'ai attribué à ce membre quelques mètres de dolomie sableuse à rhomboédres zonés, montrant par endroit des surfaces durcies. De nombreux grains peuvent être interprétés comme des pellets (pelmicrite ?).

Calcaires de la Loue (ARC 17 à 40 - 20,10 m)

Le membre présente ici des calcaires bioclastiques, parfois oolithiques. Ceux-ci s'organisent en deux séquences terminées chacune par un niveau brêchique (à silex ou à cailloux noirs) à matrice jaune, dolomitique pour le premier niveau.

La première séquence offre des calcaires bioclastiques à glauconie et pyrite et débris parfois silicifiés.

La deuxième séquence s'organise en une suite de petits cycles dans des calcaires très bioclastiques, à nombreux fragments de bivalves et terminés par des niveaux à keystones vugs.

La formation est tranchée à son sommet par une importante brèche à cailloux noirs reposant sur une surface érodée et chenalisée.

Tidalites d'Arc-sous-Cicon (ARC 41 à 60 - 13,70 m)

Déjà entrevu au Nord, ce membre voit ici son développement maximum. Ce sont des calcaires finement laminés, à nombreuses structures fenestrées (Birds eyes) et quelques surfaces de dessiccation.

La formation s'organise en trois cycles, débutant par des niveaux laminés pour finir par des calcaires à tubulures détruisant la lamination. Des niveaux de marnes vertes et des brèches sont également visibles (ARC 46, ARC 49, ARC 57 à 58). Les marnes vertes ont fourni : Macrodentina sp., ostracode attestant une salinité inférieure à 5 pour 1000.

Ainsi que pour les Calcaires de la Loue, les Tidalites d'Arc-sous-Cicon sont limitées à leur sommet par une surface d'érosion sur laquelle repose une brèche à cailloux noirs. Celle-ci est à son tour surmontée de calcaires oxydés à coquilles dissoutes formant un niveau condensé.

Calcaires et Marnes de Savoyeux (ARC 61 à 65 - 3 m)

Reposant sur cette surface durcie, viennent des calcaires argileux, délités, gris-noir à ammonites (Orthaspidoceras liparum (OPPEL)) et bivalves. Ils passent rapidement à des niveaux à grosses tubulures, le plus souvent dissoutes.

4-1-4 Coupe de la Loue (fig. 43a et 43b)

Situation géographique :

Ornans à 1/50 000. Département du Doubs.

Coupe située le long de la route de Mouthier à La Main (N 67), à l'ouest du lieu dit "la Creuse", au niveau des différents belvédères, dans les lanières du faisceau salinois.

Historique :

M. MATTAUER (1958) puis C. GRANDJACQUET (1959) mentionnent tour à tour les deux niveaux à cailloux noirs de la route de Mouthier. Mais ils ne décrivent pas précisément cette coupe magnifique qui offre entre autres des faciès de plate-forme rapportés au kimméridgien.

Synthèse de la coupe :

Calcaires de Besançon (LOU 1 - 0,50 m)

La formation est représentée, sur la coupe, par un seul banc de calcaire massif beige terminée par une surface durcie. Néanmoins, en aval de la coupe, les Calcaires de Besançon montrent leur développement habituel, falaise surplombant les gorges de Nouailles.

Calcaires et Marnes de Chargey (LOU 2 à 19 - 10,20 m)

Ce sont des calcaires gris à beige, parfois bioturbés et à surfaces irrégulières, livrant des Trichites sp. et des huitres dans les parties les plus délitées. Le sommet de la formation expose des calcaires jaunâtres et glauconieux à bivalves qui pourraient être l'équivalent lithologique des Marnes de Rang (2,10 m). Le tout est terminé par une surface durcie à tubulures et nombreux débris de bivalves.

Calcaires des Gorges de Nouailles

C'est la seule coupe qui montre le développement complet de cette formation avec, de bas en haut :

- les Calcaires à Stromatoporiés de Matafelon;
- les Calcaires des Fins;
- les Calcaires de la Loue;
- les Tidalites d'Arc-sous-Cicon.

Calcaires à Stromatoporiés de Matafelon (LOU 20 à 34 - 12,80 m)

Bien développés dans la coupe de la Loue, les Calcaires de Matafelon ne présentent pas cependant les caractères habituels de la formation. Les stromatoporiés y sont rares et certains niveaux présentent déjà des faciès annonçant des conditions de sédimentation observables dans les formations suivantes (Calcaires de la Loue).

Les Calcaires de Matafelon sont terminés par une surface durcie à nombreux débris d'huitres et Trichites sp..

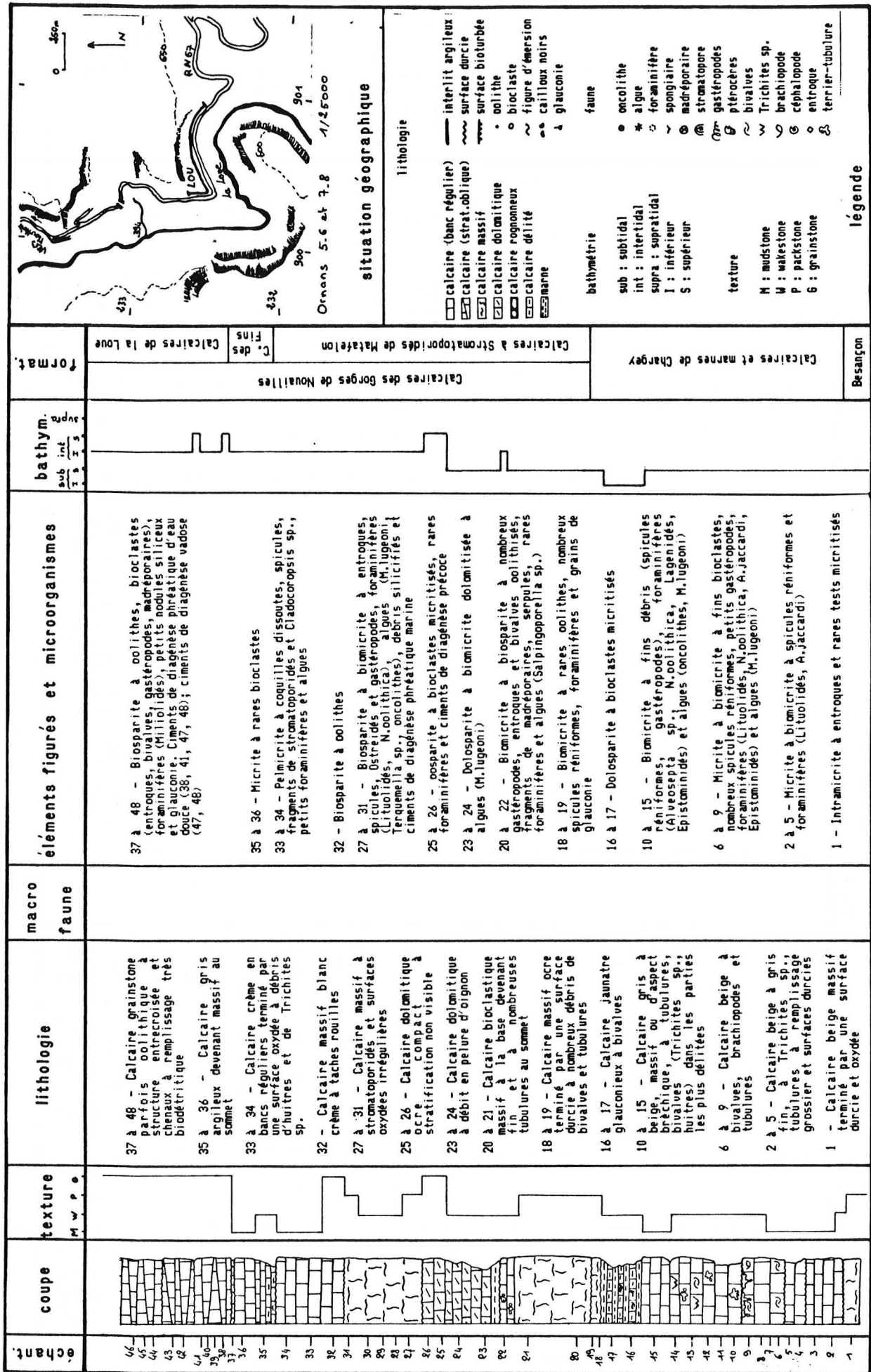


Fig. 43a : Coupe lithostratigraphique de la Loue (formations et interprétation bathymétrique).

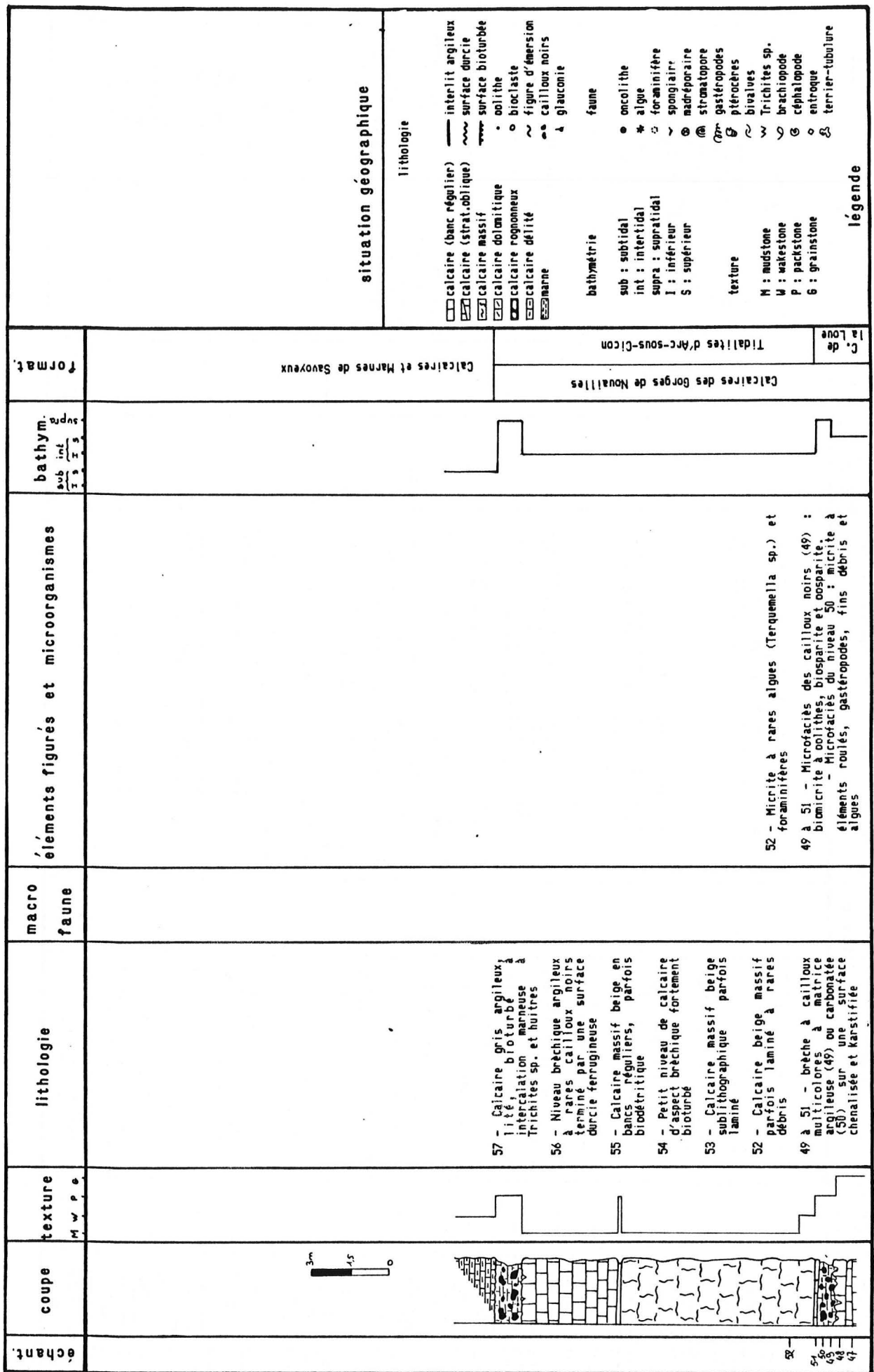


Fig. 43b : Coupe lithostratigraphique de la Loue (formations et interprétation bathymétrique).

Calcaires des Fins (LOU 35 à 36 - 1,70 m)

A ce membre sont rapportés environ 2 m de calcaires gris fins sans faune particulière et limités par deux surfaces oxydées au mur et au toit.

Calcaires de la Loue (LOU 37 à 50 - 6,20 m)

Ce sont des calcaires grainstones, parfois oolithiques, à stratification faiblement entrecroisée et chenaux. Des ciments de diagénèse précoce sont identifiables en divers points.

Le membre est limité au toit par une brèche à cailloux noirs identique à celle d'Arc-sous-Cicon. Celle-là repose sur une surface karstifiée et chenalisée. La brèche disparaît latéralement; elle est remplacée par des calcaires blancs massifs à éléments multicolores, gastéropodes, fins débris et algues.

Tidalites d'Arc-sous-Cicon (LOU 51 à 56 - 12,90 m)

A la base, ce sont des calcaires massifs sublithographiques parfois laminés à rares algues et foraminifères. Ils passent par l'intermédiaire d'un banc bréchique à des calcaires en bancs minces, rarement biodétritiques. La formation est également terminée à son toit par une surface durcie ferrugineuse sur laquelle repose une deuxième brèche à gros éléments roulés et rares cailloux noirs.

Calcaires et Marnes de Savoyeux (LOU 57)

Ce sont des calcaires gris, argileux et bioturbés à Trichites sp. et huitres.

4-1-5 Coupe d'Ivrey (fig. 44)

Situation géographique :

Quingey à 1/50 000. Département du Doubs.

Coupe levée aux abords de la route de La Chapelle-sur-Furieuse à Ivrey (D 261e), à l'est du virage en épingle à cheveux. C'est la dernière coupe du Kimméridgien avant la bordure occidentale du Jura.

Historique :

Cette coupe a déjà fait l'objet de nombreuses observations; en particulier, elle est décrite dans la notice de la carte géologique à 1/50 000 de Quingey (P. CELET 1975). F. SEQUEIROS et D. VALDIVIA (1983) citent 61,50 m de calcaires à faciès ptérocérien au sein desquels les niveaux marneux riches en ptérocères sont apparemment absents.

Synthèse de la coupe :

Calcaires et Marnes de Chargey (IVR 1 à 4 - 27 m)

Il n'a pas été possible de distinguer les deux membres habituels au sein de cette coupe. On observe alors des calcaires noduleux gris argileux à faune abondante à la base puis, surmontant un banc massif, des calcaires argileux délités à passées biodétritiques (27 m).

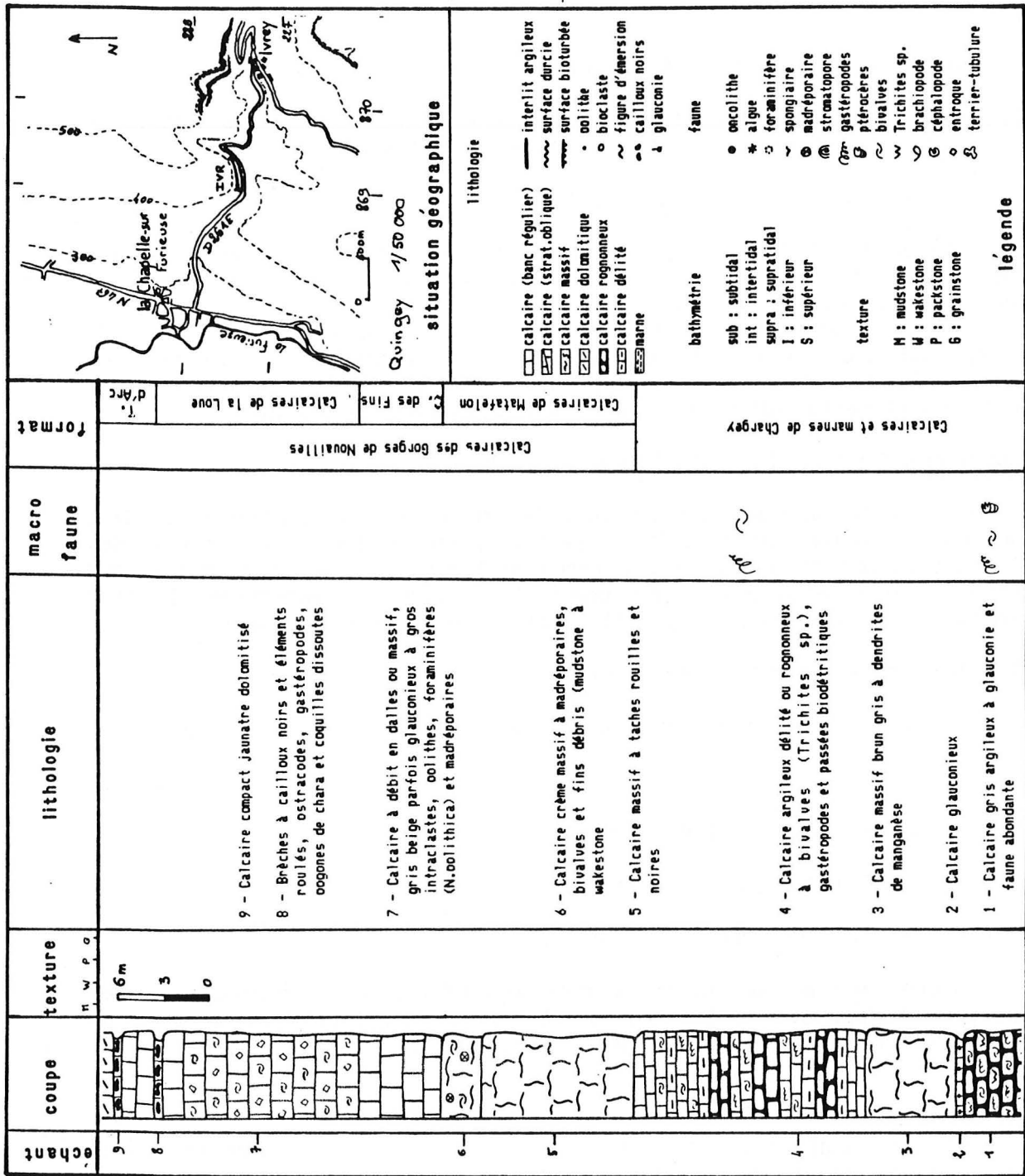


Fig. 44 : Coupe lithostratigraphique d'Ivrey (formations).

Calcaires des Gorges de Nouailles

Calcaires à Stromatoporidés de Matafelon (IVR 5 à 6 - 13 m)

13 m de calcaires massifs à fins débris et bivalves au sommet ont été attribués à ce membre.

Calcaires des Fins (5 m)

Ce membre serait particulièrement réduit ici puisqu'il ne présenterait que 5 m de calcaires en gros bancs à intraclastes et foraminifères.

Calcaires de la Loue (IVR 7 - 13,50 m)

Comme les membres précédents, celui-ci n'est pas caractéristique dans la coupe d'Ivrey. Il est formé de calcaires massifs gris beige, parfois glauconieux, à intraclastes, oolithes et madréporaires, limités à leur sommet par une brèche à cailloux noirs, éléments roulés, ostracodes, gastéropodes et coquilles dissoutes.

Tidalites d'Arc-sous-Cicon (IVR 8 à 9 - 2,50 m)

On peut leur attribuer 2,50 m de calcaire blanc massif limité à son sommet par une deuxième brèche à cailloux noirs.

Calcaires et Marnes de Savoyeux

Les calcaires dolomitiques massifs et diaclasés du sommet de la coupe ont été rattachés à cette formation.

4-2 Description des coupes : l'axe calcaire de Nantua - Pontarlier

4-2-1 Coupe d'Hauterive (fig. 45)

Situation géographique :

Pontarlier à 1/50 000. Département du Doubs.

Suite d'affleurements situés le long de la route des Alliés à Hauterive-la-Fresse, au lieu dit "la Combe d'Hauterive-Dessous", à l'extrémité nord-est de l'anticlinal de la forêt de Ban.

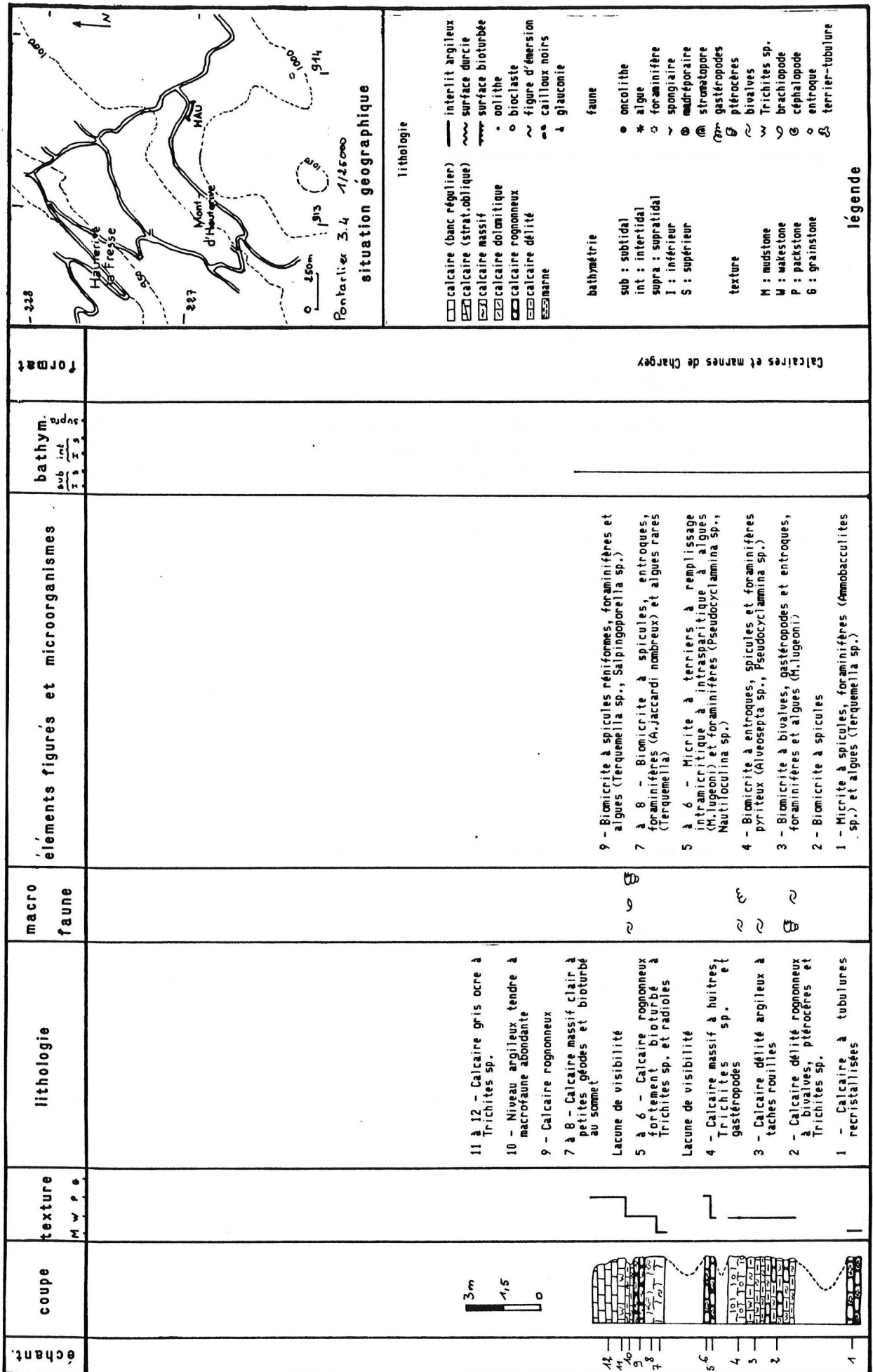


Fig. 45 : Coupe lithostratigraphique d'Hauterive (formations et interprétation bathymétrique).

Synthèse de la coupe :

Calcaires et Marnes de Chargey (HAU 1 à 10 - 10,80 m)

La formation montre des bancs de calcaires micritiques à spicules et foraminifères. La faune y est abondante et livre des gastéropodes, ptérocères, brachiopodes (Terebratula suprajurensis ETALLON) et bivalves dont des huitres et Trichites sp. Quelques bancs sont riches en tubulures.

4-2-2 Coupe de la Cluse et Mijoux (fig. 46a et 46b)

Situation géographique :

Pontarlier à 1/50 000. Département du Doubs.

Coupe levée sur la route de Pontarlier à Lausanne (Suisse), à hauteur du fort de Joux, le long de la voie ferrée, à l'extrémité sud-ouest du flanc sud-est de l'anticlinal du Larmont. Des compléments à la coupe seront apportés par les falaises du fort du Larmont, sur l'autre versant de la cluse.

Synthèse de la coupe :

Calcaires de Besançon

Non représentés sur la coupe, ils s'observent bien sous le fort du Larmont. Ce sont des calcaires fins disposés en grands ensembles massifs et monotones.

Calcaires d'Aranc (CLU 1 à 25 - 13,8 m)

A cette formation ont été attribués des calcaires gris beiges massifs biodétritiques à foraminifères (épistominidés, Lenticulina sp.) et nombreux oncolithes. Toutefois, la distinction de cette formation et des Calcaires de Besançon semble être un phénomène local qu'il faut considérer avec précaution.

Calcaires et Marnes de Chargey (CLU 26 à 39 - 12,3 m)

L'aspect rognonneux et jaunâtre des calcaires et la présence de foraminifères tels qu'Alveosepta jaccardi (SCHRODT) m'ont conduit à placer cet ensemble épais d'une dizaine de mètres dans les Calcaires et Marnes de Chargey. Il est certain que cette formation ne présente pas les caractères essentiels, mais les observations faites au mur et au toit conduisent à cette hypothèse.

Calcaires des Gorges de Nouailles**Calcaires à Stromatoporidés de Matafelon (CLU 40 à 52 - 12,10 m)**

De même que pour la formation précédente, les critères de reconnaissance ne sont pas particulièrement évidents. Cependant la présence de petits stromatoporidés et d'algues (Marinella lugeoni PFENDER) au sommet conduisent à placer cet ensemble dans la formation habituellement rencontrée au-dessus des Calcaires et Marnes de Chargey.

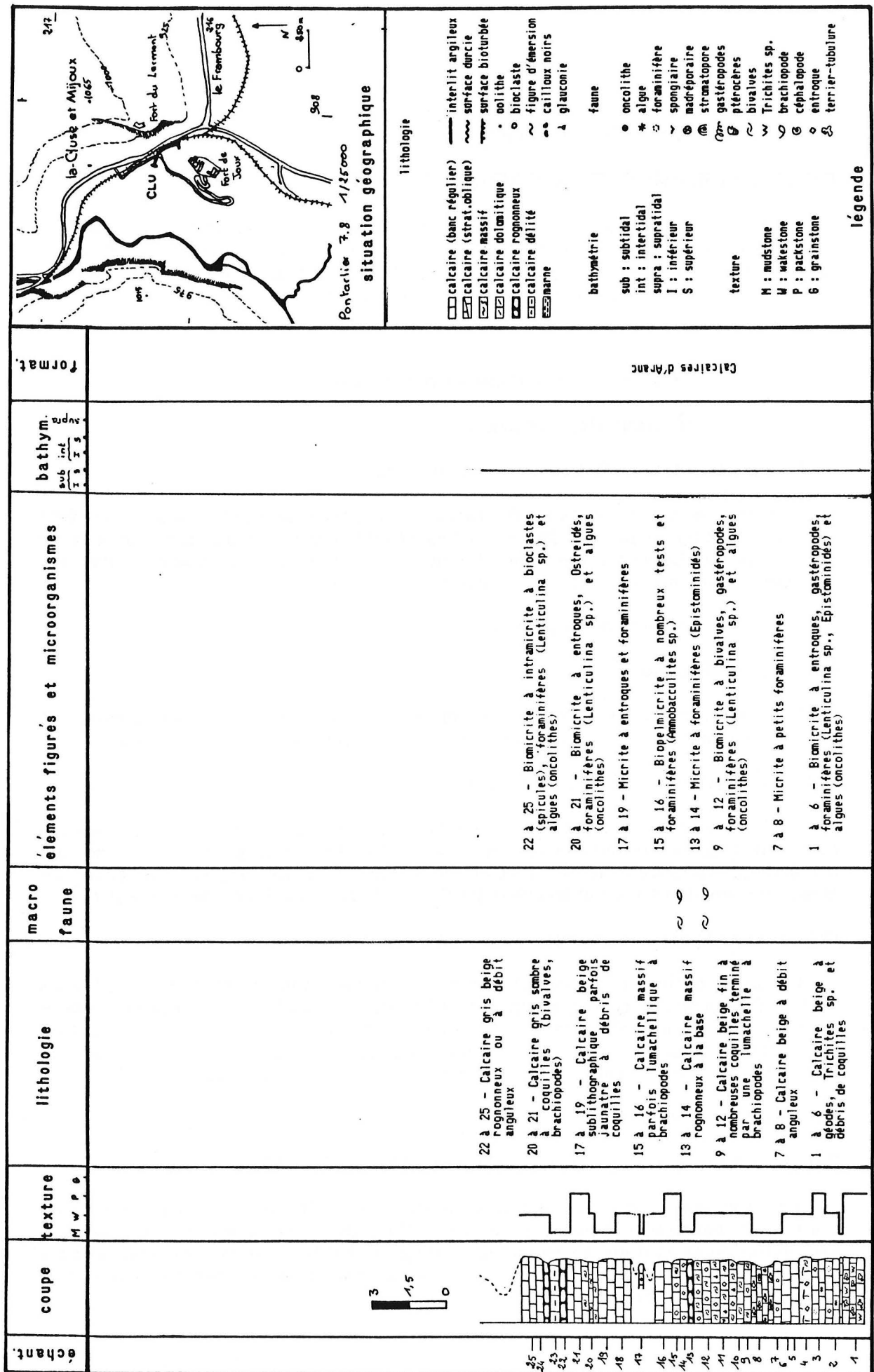


Fig. 46a : Coupe lithostratigraphique de Cluse-et-Mijoux (formations et interprétation bathymétrique).

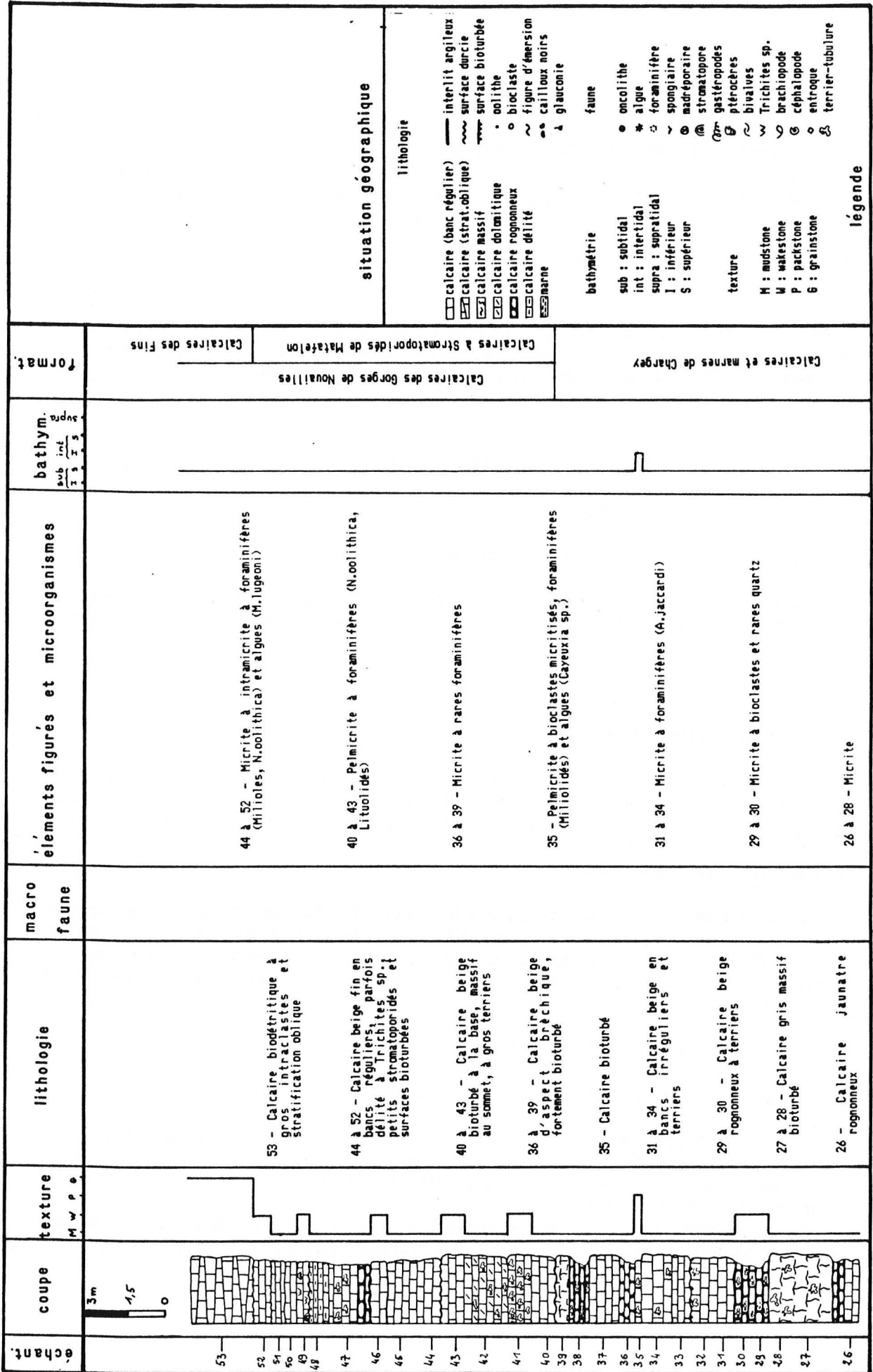


Fig. 46b : Coupe lithostratigraphique de Cluse-et-Mijoux (formations et interprétation bathymétrique).

Calcaires des Fins

Ils sont également visibles sous le fort du Larmont et limités à leur base par des calcaires biodétritiques à stratification oblique. Le sommet du membre est souligné par une petite vire de calcaires délités, équivalente au deuxième niveau à ptérocères de Matafelon, situé au sommet des Calcaires de Chougeat.

Calcaires et Marnes de Savoyeux

Une grande masse de calcaires fins, bréchiques, surmonté de calcaires délités alternant avec des bancs plus massifs seraient l'équivalent des Calcaires et Marnes de Savoyeux. Cependant, le premier ensemble de la base pourrait correspondre aux Calcaires de Foncine-le-Bas, déjà développés dans cette région.

4-2-3 Coupe de la Planée (fig. 47)

Situation géographique :

Pontarlier à 1/50 000. Département du Doubs.

Coupe située sur la route de Bannans à la Planée, dans le bois de Chole au lieu dit "les Hauts-de-Saint-André", sur le flanc sud-est de l'anticlinal du bois de la Bourgeoise.

Synthèse de la coupe :

Couches du Morillon (PLA 1 à 5 - 3,90 m)

Calcaires massifs à stratification oblique, ils présentent de nombreux foraminifères (lituolidés, miliolidés) et algues (Terquemella sp., Marinella lugeoni PFENDER, Heteroporella sp.), ainsi que des ciments de diagénèse précoce.

Calcaires et Marnes de Chargey (PLA 6 à 17 - 9,10 m)

Peu développés dans cette région, les Calcaires de Chargey sont représentés par des calcaires massifs à tubulures alternant avec des niveaux délités riches en faune (Trichites sp., huitres, brachiopodes avec Sphaeroidothyris nov. sp. et ptérocères). Les tubulures en sommet de banc sont parfois affectées d'une cimentation diagénétique précoce.

Calcaires des Gorges de Nouailles

Calcaires à Stromatoporiés de Matafelon (PLA 18 à 30 - 9 m)

Contrairement à la formation sous-jacente, Les Calcaires de Matafelon montrent des faciès bien typiques. Les stromatoporiés nombreux et, en général, de forme massive sont parfois accompagnés d'accumulations de nérinées suivant la même disposition qu'à Rang.

Le microfaciès est riche en microorganismes, en particulier des spicules et des algues (Salpingoporella annulata CAROZZI, Terquemella sp., Campbelliella sp.).

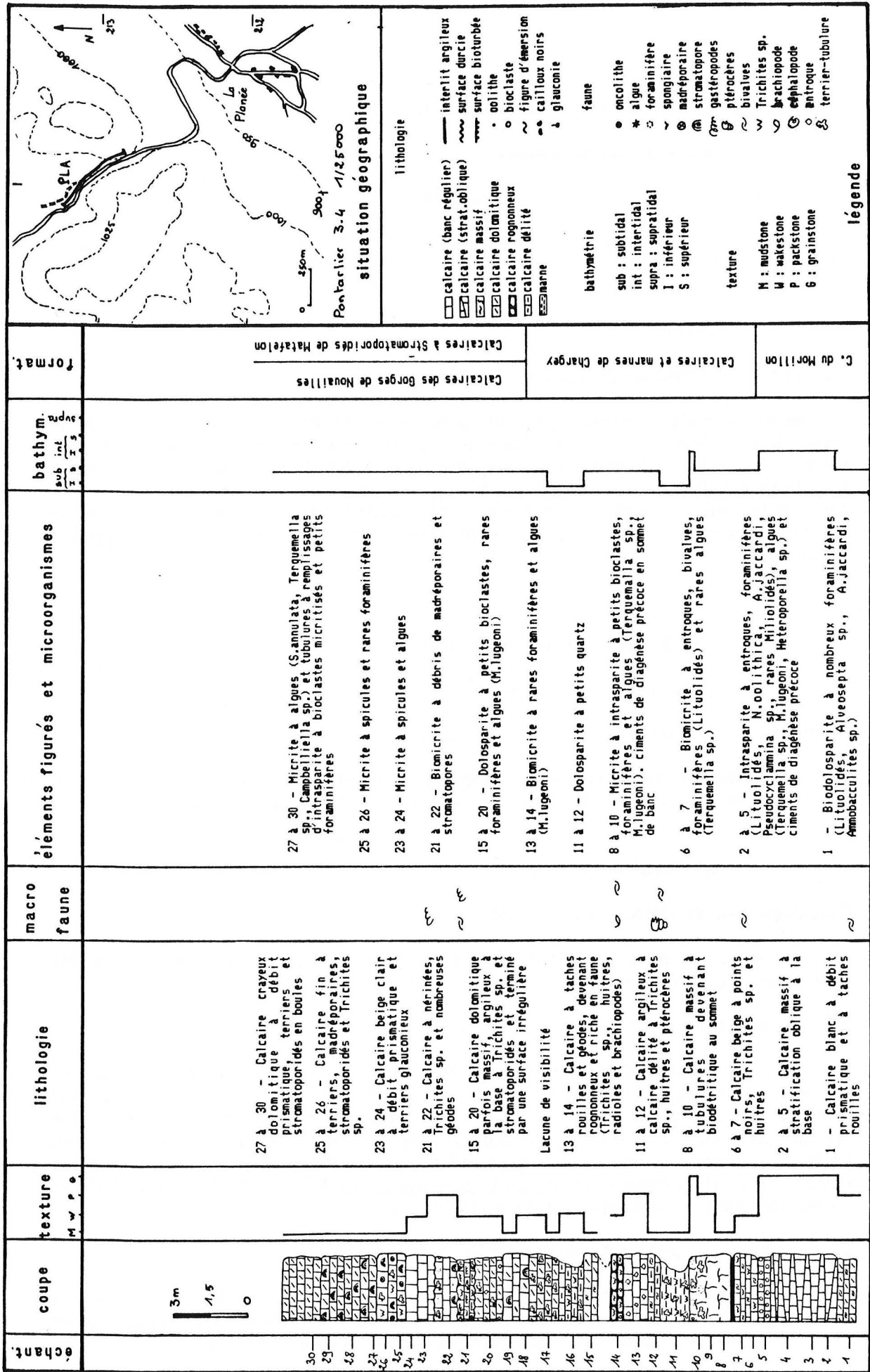


Fig. 47 : Coupe lithostratigraphique de La Planée (formations et interprétation bathymétrique).

4-2-4 Coupe de Mignovillard (fig. 48)

Situation géographique :

Mouthe à 1/50 000. Département du Jura.

Coupe levée au lieu dit "la Combe Noire", au nord-est de la Départementale D 55, entre Mignovillard et Mouthe, sur le flanc sud-ouest du synclinal de la forêt du Prince.

Synthèse de la coupe :

Calcaires et Marnes de Chargey (MIG 1 à 14 - 8,7 m)

Seule formation présente sur la coupe, elle montre des faciès proches de la coupe de La Planée. Outre les calcaires à tubulures et les calcaires gris argileux riches en faune (ptérocères, bivalves et brachiopodes avec Terebratula suprajurensis ETALLON, Sphaeroidothyris nov. sp.), on peut observer un niveau caractéristique à patches de madréporaires isolés (MIG 9) avec un cortège de radioles d'oursins. Les algues ne sont représentées que par Marinella lugeoni PFENDER.

4-2-5 Coupe de Mouthe (fig. 49)

Situation géographique :

Mouthe à 1/50 000. Département du Jura.

Coupe située sur la route de Mouthe à la frontière suisse (D 389), au point coté 1044, au nord du lieu dit "chez Liadet", sur le flanc nord-ouest de l'anticlinal du Risoux.

Synthèse de la coupe :

Calcaires d'Aranc (MOU 1 à 2 - 1,2 m)

Environ 1 m de calcaires à oncolithes, Trichites sp. et à terriers ont été attribués à cette formation.

Calcaires et Marnes de Chargey (MOU 3 à 18 - 9,75 m)

Ainsi que pour Chateaufvieux au Sud, la coupe de Mouthe est le dernier gisement observé, vers l'Est, avant la vallée de Joux (Suisse). Les faciès ptérocériens, bien qu'encore assez épais, semblent se réduire pour disparaître sur le flanc est du Risoux (coté Suisse). Ce sont des calcaires rognonneux ou délités, souvent argileux, à faune abondante (ptérocères et bivalves) et niveaux riches en brachiopodes / Terebratula suprajurensis ETALLON. Le sommet de la formation offre des passées riches en nérinées.

Calcaires des Gorges de Nouailles (MOU 19 à 22 - 2,70 m)

Les derniers bancs de la coupe ont été rassemblés dans cette formation. Ce sont des calcaires à tubulures et surfaces irrégulières. Ces faciès observés ne permettent pas d'y reconnaître les deux membres habituellement séparés.

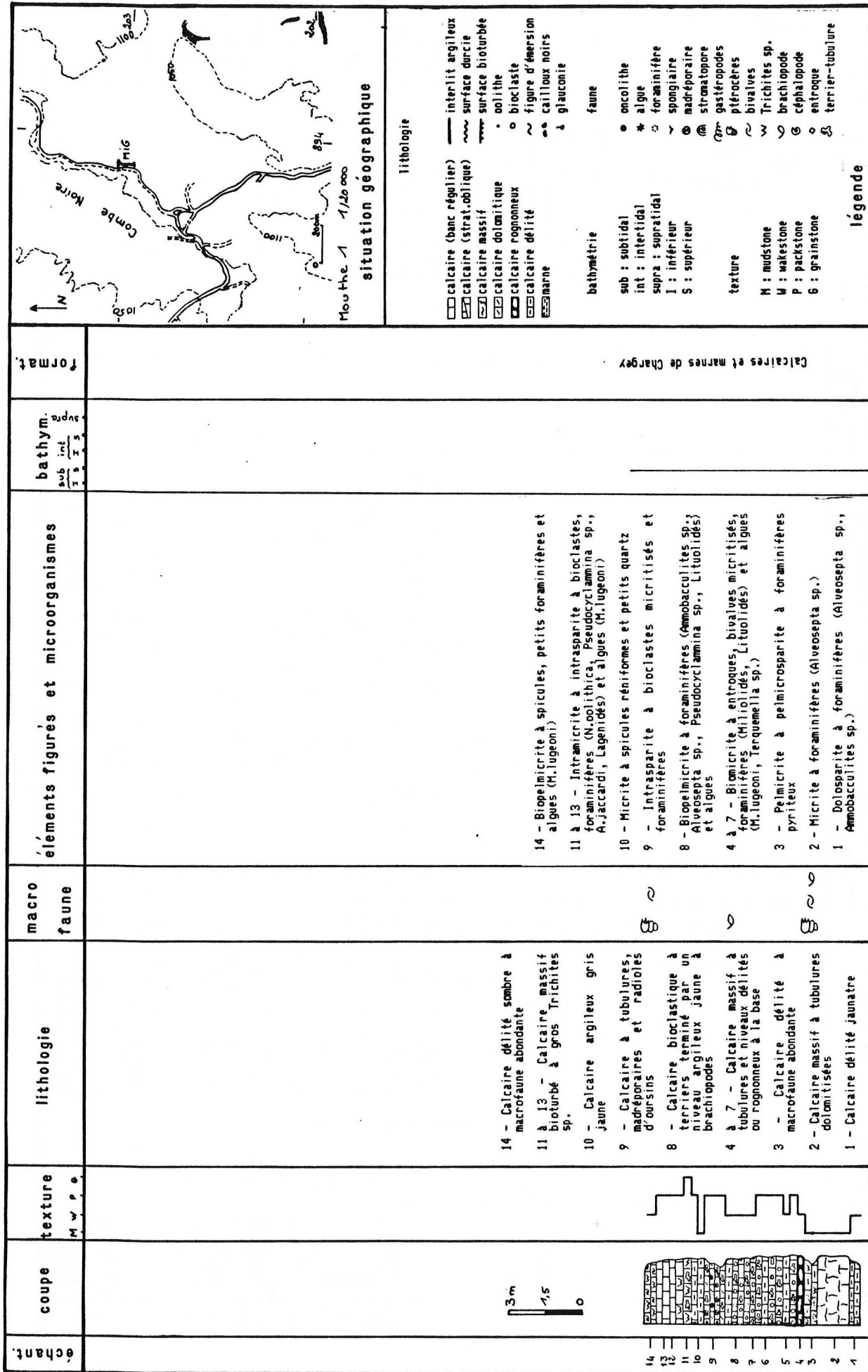


Fig. 48 : Coupe lithostratigraphique de Mignovillard (formations et interprétation bathymétrique).

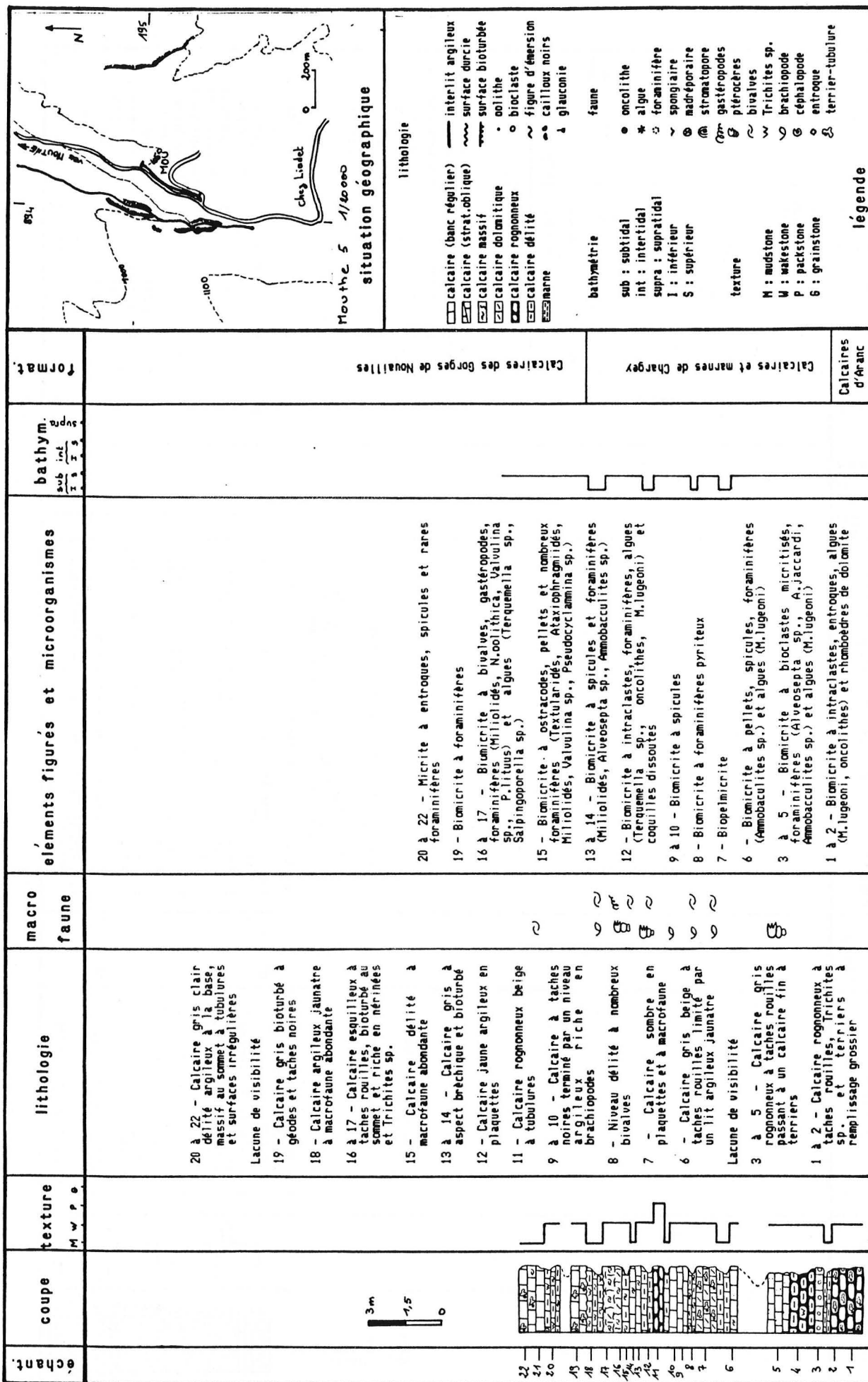


Fig. 49 : Coupe lithostratigraphique de Mouthé (formations et interprétation bathymétrique).



4-2-6 Coupe de Foncine-le-Bas (fig. 50a, 50b, 50c et 50d)

Situation géographique :

Champagnole à 1/50 000. Département du Jura.

Coupe levée le long de l'ancienne voie ferrée (actuel GR) de Foncine-le-Bas aux Planches-en-Montagne, en rive droite de la Saine, sur le flanc sud-est de l'anticlinal des Planches. Elle est comprise entre le tunnel et le pont du torrent qui se jette dans la Saine.

Historique :

Cette coupe tout aussi magnifique que celle de la vallée de la Loue a fait l'objet de nombreuses descriptions et discussions. Il faut ici retenir deux études :

E. BOURGEAT (1888) cite, sur la rive gauche de la Saine, un niveau de marnes à ptérocères (0,20 m) et à polyptiers épars au sein de formations oolithiques.

A. GUILLAUME (1958 et 1960) remarque, pour sa part, l'absence de niveaux caractéristiques à ptérocères. Toutefois, il note des bancs à huitres, Trichites sp. et rares brachiopodes, sous un ensemble de calcaires biodétritiques et oolithiques. En l'absence de niveaux repères, les corrélations, dans la région, sont effectuées à l'aide des microorganismes (bancs à lituolidés, bancs à dasycladacées, niveau à Everticyclammina virguliana). Ces distinctions ne semblent pas fournir de bases solides pour la cartographie.

Synthèse de la coupe :

Calcaires de Besançon (FOB 1 à 12 - 11,60 m)

Ils viennent au-dessus de calcaires biodétritiques et oolithiques, équivalent des Couches du Morillon. Le passage aux Calcaires et Marnes de Chargey se fait de façon continue et sans variation notable de faciès. Le critère de séparation est alors le premier banc offrant une faune dégageable.

Ce sont donc des calcaires beiges, fins, en gros bancs réguliers à Trichites sp., pellets, spicules et foraminifères. La présence d'algues telles que Cayeuxia sp. et des oncolithes sont en faveur d'un milieu moins profond que les vasières à ptérocères et rendent plausible l'attribution de ces calcaires à la séquence oxfordienne.

Calcaires et Marnes de Chargey (FOB 13 à 29 - 21,80 m)

Très épais au niveau de la coupe de Foncine-le-Bas, ils apparaissent formés de calcaires gris massifs, parfois argileux, à rares bivalves et gastéropodes aplatis. Les foraminifères (Alveosepta jaccardi (SCHRODT), Nautiloculina oolithica MOHLER) et les algues (Marinella lugeoni PFENDER, Terquemella sp.) forment donc l'essentiel de la faune.

Calcaires des Gorges de Nouailles

Calcaires à Stromatoporidés de Matafelon (FOB 30 à 66 - 30,15 m)

Malgré leur épaisseur, ils ne sont pas caractéristiques. Les niveaux FOB 30 à FOB 50 délimitent deux petites séquences débutant par des calcaires fins à rares foraminifères qui s'enrichissent en bioclastes, foraminifères (milliolidés, lituolidés) et algues (Marinella lugeoni PFENDER, Macroporella sp., Terquemella

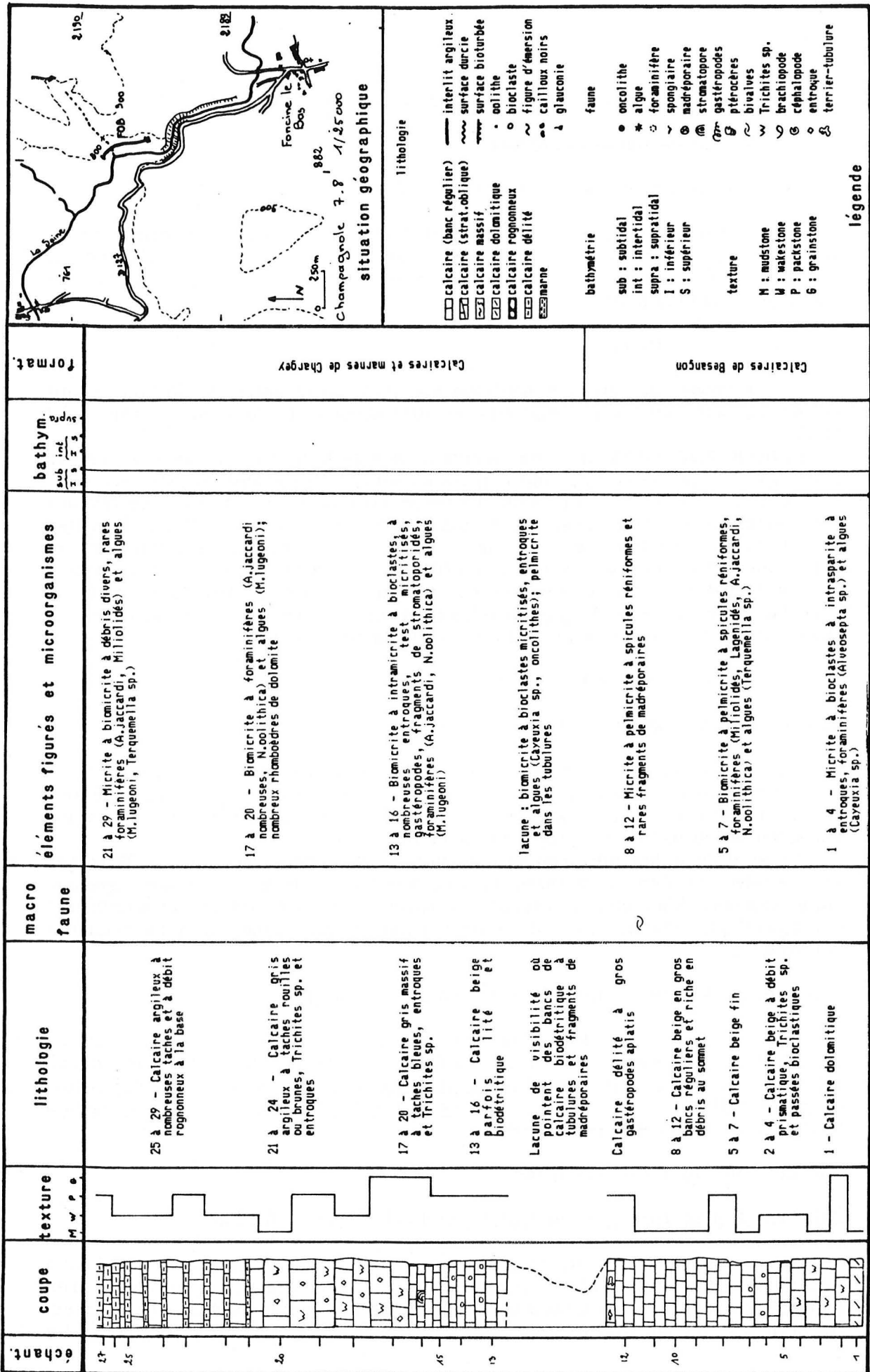


Fig. 50a : Coupe lithostratigraphique de Foncine-le-Bas (formations et interprétation bathymétrique).

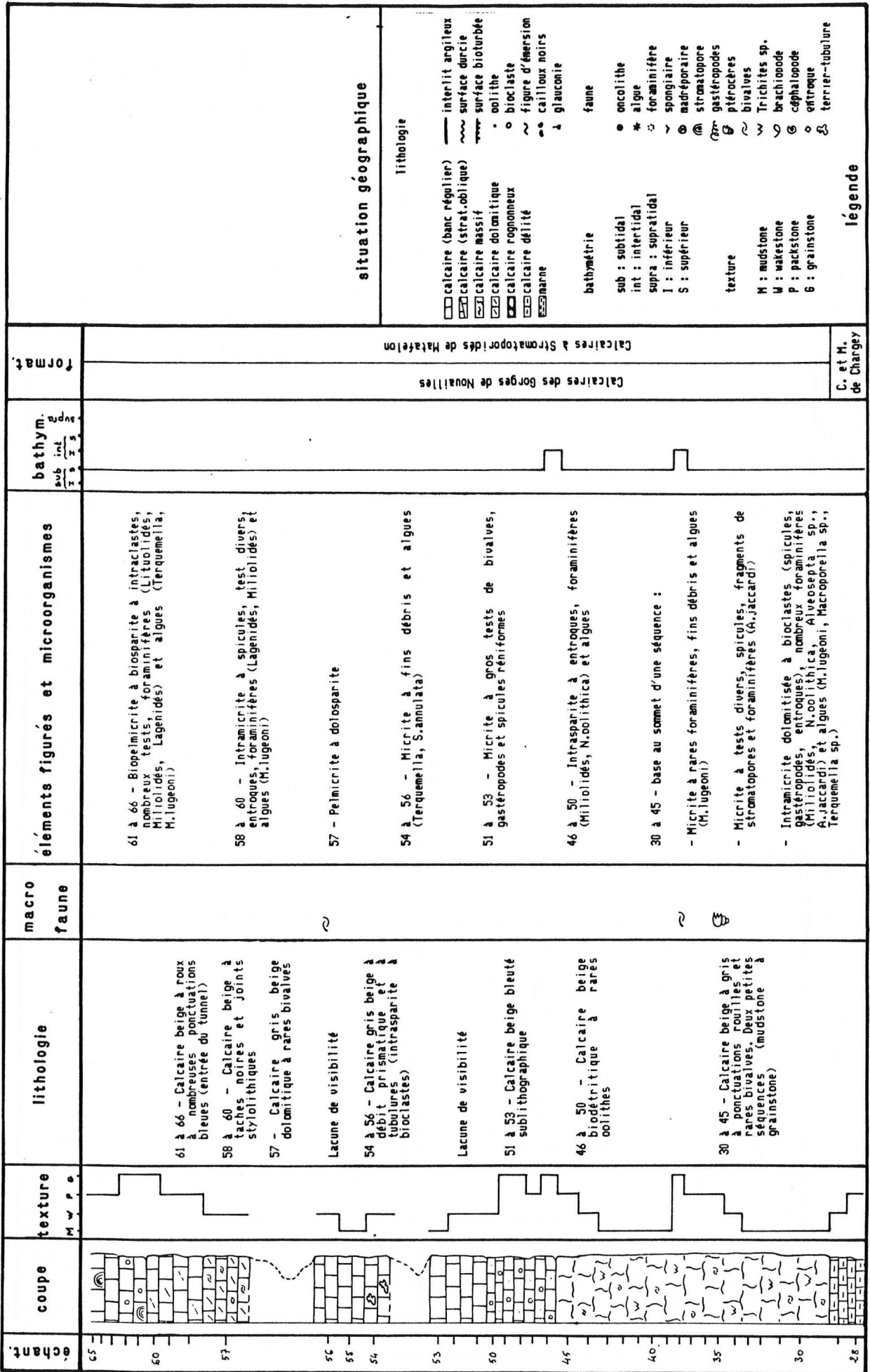


Fig. 50b : Coupe lithostratigraphique de Foncine-le-Bas (formations et interprétation bathymétrique).

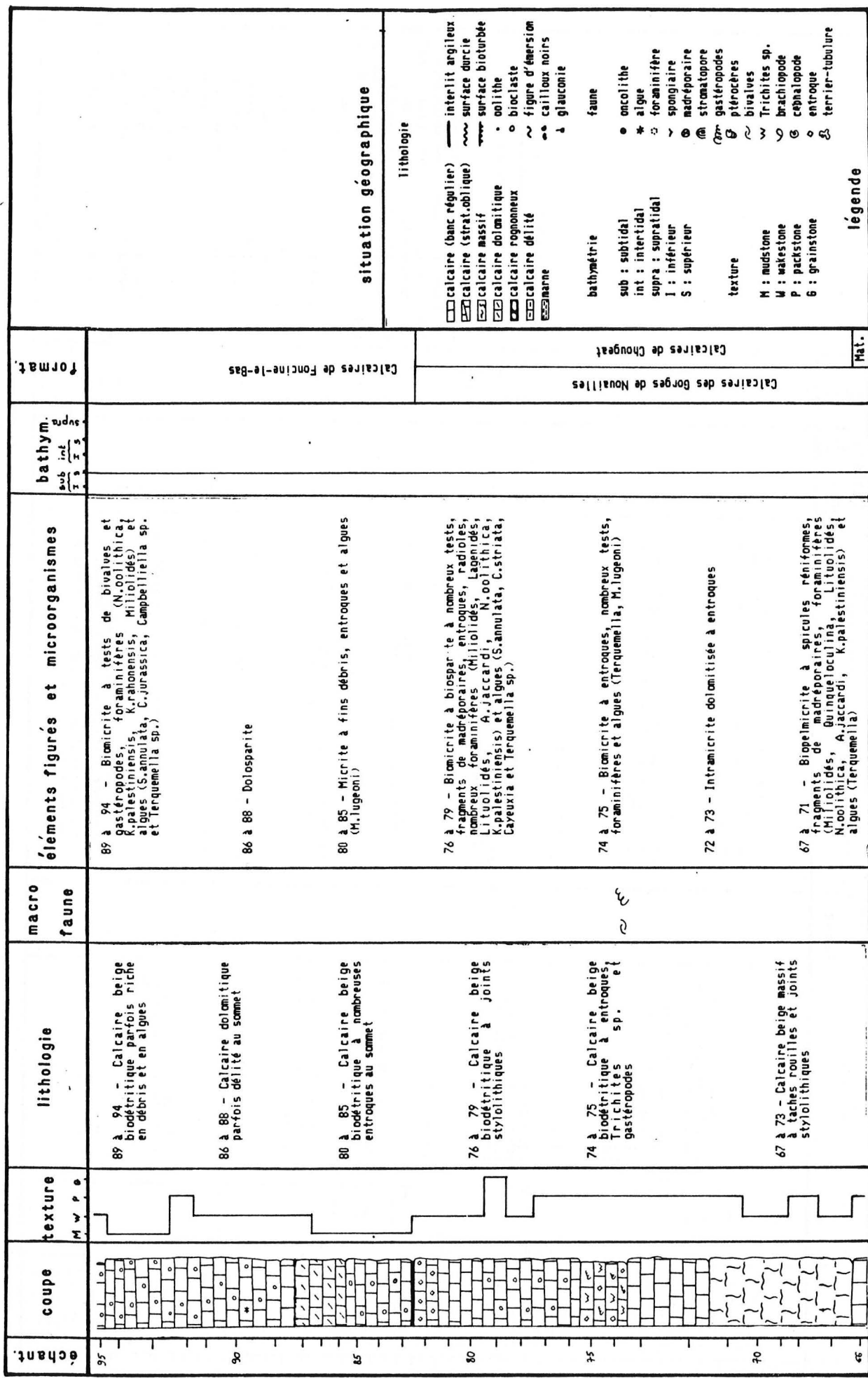


Fig. 50c : Coupe lithostratigraphique de Foncine-le-Bas (formations et interprétation bathymétrique).

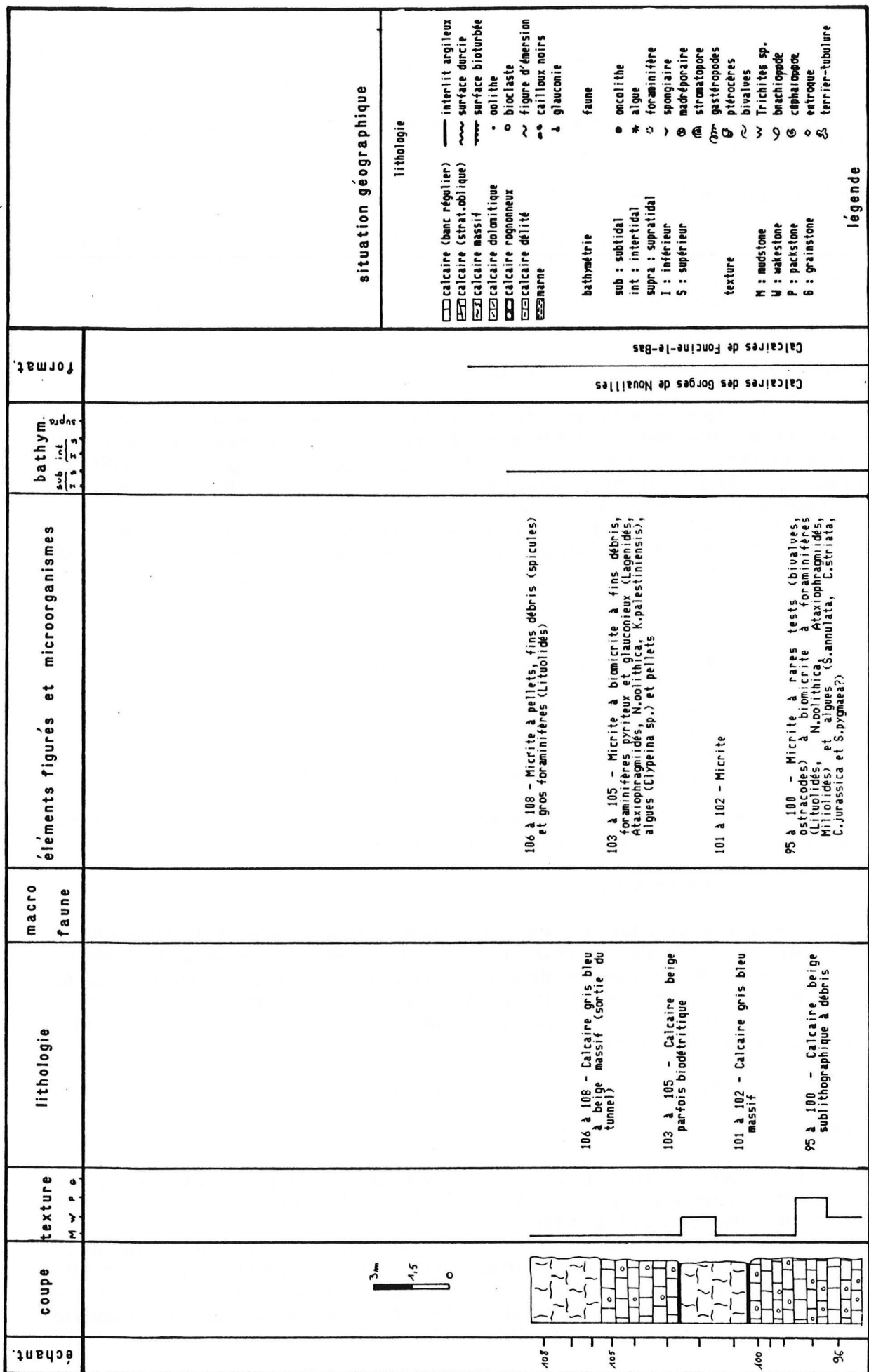


Fig. 50d : Coupe lithostratigraphique de Foncine-le-Bas (formations et interprétation bathymétrique).

sp.). Le sommet de la formation montre les seuls stromatoporidés et des calcaires à tubulures.

Calcaires de Chougeat (FOB 67 à 82 - 17,40 m)

Cette formation, qui caractérise la fin de la séquence ptérocérienne dans la région méridionale, se retrouve dans la coupe de Foncine-le-Bas sous la forme de calcaires beiges massifs à taches rouilles et joints stylolithiques à passées plus biodétritiques à Trichites sp. et gastéropodes. Ces niveaux sont également riches en algues (Cayeuxia sp., Salpingoporella sp., Campbelliella sp.).

Calcaires de Foncine-le-Bas (FOB 83 à 108 - au total 50 m)

C'est la constance de cette formation dans la région méridionale et sur l'axe calcaire qui m'a amené à créer cette formation. Celle-ci montre un important développement des algues dasycladales (Salpingoporella annulata CAROZZI, Salpingoporella grudii RADOICIC, Campbelliella striata (CAROZZI), Cayeuxia sp., Terquemella sp., Clypeina jurassica FAVRE).

Elle est parfois soulignée à la base par un niveau marneux à rares ptérocères (Matafelon, Pont-de-la-Chaux) ou sans faune particulière (Foncine-le-Bas, Grand-Corent).

4-2-7 La région du Risoux et du mont Tendre

Situation géographique :

Morez-Bois d'Amont à 1/50 000. Département du Jura.
Carte topographique de la Suisse à 1/50 000 n° 250 et 260.

Successions d'affleurements dans les chaînes du Risoux et du Mont Tendre permettant de reconstituer une série synthétique de la région.

Historique :

Cette région a fait l'objet d'une étude cartographique et stratigraphique complète par D. AUBERT en 1941. Il cite une formation ptérocérienne, équivalente des marnes du Banné, dans les deux massifs du Risoux et du Mont Tendre. D'après lui, celle-ci se trouverait stratigraphiquement au dessus des Couches à céphalopodes datés, pour leur part, du Kimméridgien inférieur. Nous verrons plus loin quelle valeur accorder à cette hypothèse.

Synthèse des observations de terrain :

LE RISOUX

La séquence ptérocérienne n'a pu être reconnue que par le seul terme des Tidalites d'Arc-sous-Cicon, au sein duquel les laminites cryptalgaires sont particulièrement bien développées.

Les faciès, qui surmontent cet ensemble, apparaissent constitués de calcaires fins, devenant rapidement biodétritiques, riches en entroques et stromatoporidés (Cladocoropsis sp.). Un niveau à nérinées forme la base de calcaires fins à tubulures qui passent à des niveaux riches en algues (Salpingoporella annulata CAROZZI, Heteroporella lemensis BERNIER).

LE MONT TENDRE

Il semble que les Calcaires et Marnes de Chargey ne soient pas présents dans la succession des formations du Mont Tendre. Ils sont remplacés par des calcaires argileux délités à Modiola perplicata (Couches à Céphalopodes). Cet ensemble vient au-dessus de calcaires fins à bivalves et natices.

Puis s'observent des calcaires fins beiges à fragments de madréporaires qui passent à des niveaux grossiers à bioclastes et petits cailloux noirs, termes ultimes de la séquence ptérocérienne.

Les ensembles supérieurs montrent à nouveau des calcaires fins à foraminifères (Alveosepta sp., Nautiloculina sp.), huitres et tubulures. Des passées marneuses sont parfois riches en bivalves et nérinées. L'agencement de ces faciès n'est pas sans rappeler ceux des Calcaires et Marnes de Savoyeux.

La formation à algues rencontrée au Risoux s'observe également au Mont Tendre. Celle-ci semble un bon critère de reconnaissance lithostratigraphique du Portlandien. Il faut cependant ajouter qu'elle ne peut pas se raccorder à la formation des Calcaires de Foncine-le-Bas, kimméridgienne, qui présente pourtant les memes faciès.

4-2-8 Coupe du Pont-de-la-Chaux (fig. 51a et 51b)

Situation géographique :

Champagnole à 1/50 000. Département du Jura.

Coupe levée sur la nationale N 5 de Champagnole à Saint-Laurent-en-Grandvaux, entre le carrefour de la route d'Entre-Deux-Monts et le hameau du Saut, sur le flanc sud-est de l'anticlinal d'Entre-deux-Monts.

Historique :

Ainsi que pour celle de Foncine-le-Bas, les géologues ont décrit cette coupe de nombreuses fois en essayant d'y trouver des critères stratigraphiques fiables. A. GUILLAUME (1961) cite pour sa part deux niveaux respectivement de 1,60 m et 0,30 m de puissance, de calcaires délités à térébratules, ptérocères et bivalves, surmontés de calcaires à polypiers et solénopores. Il place ces deux niveaux au sommet du Kimméridgien inférieur.

Synthèse de la coupe :

Calcaires de Besançon (PCH 1 à 14 - 17,10 m)

De même que pour Foncine-le-Bas, ces calcaires viennent au-dessus d'une importante formation biodétritique (Couches du Morillon). Ils présentent des calcaires beiges sublithographiques à fragments de madréporaires, Trichites sp. et tubulures. La formation est limitée au sommet par un niveau argileux bréchique à intraclastes ferrugineux.

Calcaires et Marnes de Chargey (PCH 15 à 40 - 24,75 m)

Importante dans la coupe du Pont-de-la-Chaux, la formation présente des calcaires beiges à roux, massifs et biodétritiques entrecoupés de rares niveaux argileux à faune abondante (ptérocères et bivalves). Les bancs massifs offrent parfois des ciments de diagénèse précoce au sein des tubulures. Un petit brachiopode a été récolté à la base de la formation : Zeillerina sp.

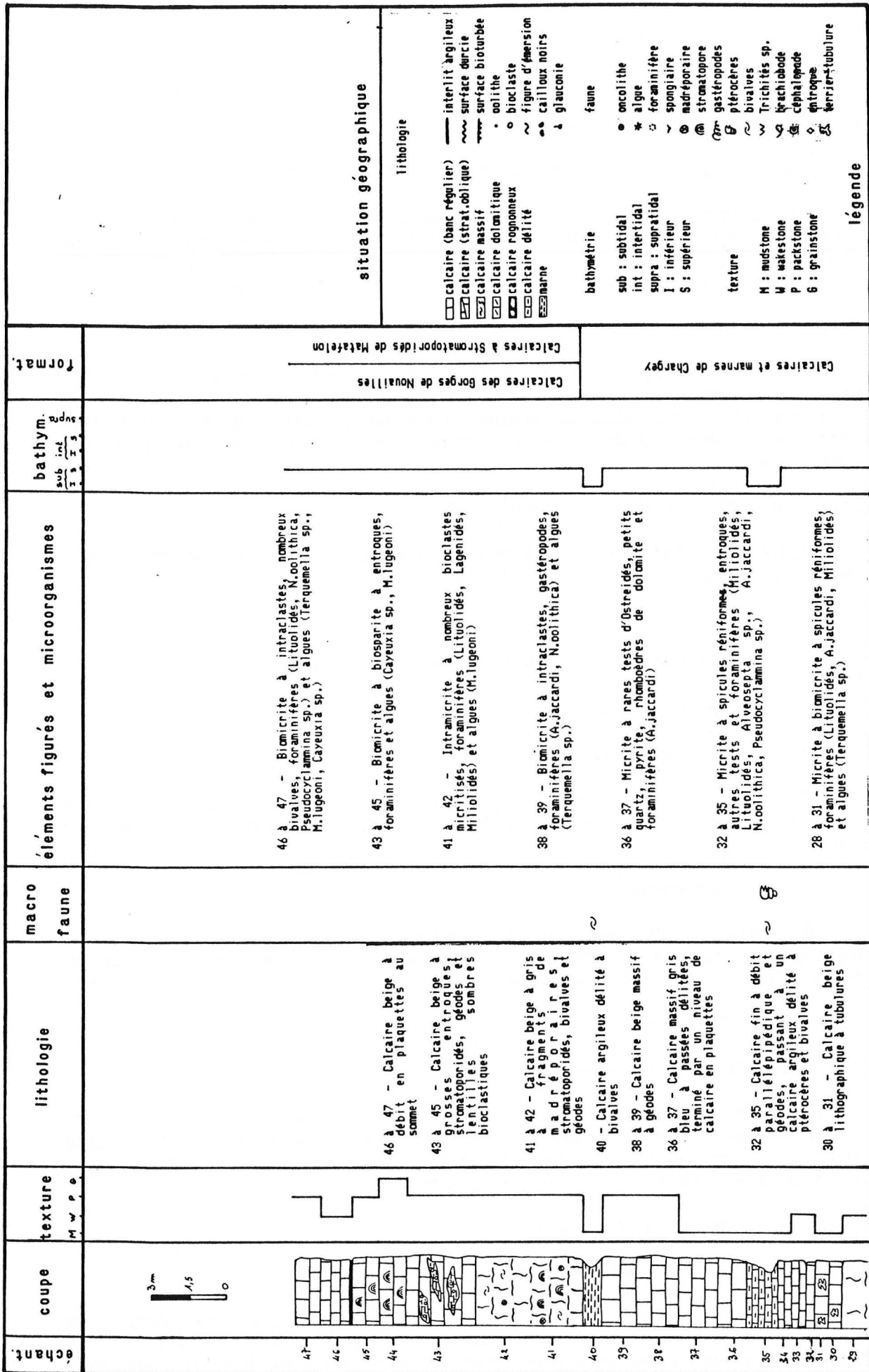


Fig. 51b : Coupe lithostratigraphique du Pont-de-la-Chaux (formations et interprétation bathymétrique).

Calcaires des Gorges de Nouailles

Calcaires à Stromatoporidés de Matafelon (PCH 41 à 47 - 31,50 m)

L'abondance des stromatoporidés au sein de calcaires biodétritiques à foraminifères et à algues (Marinella lugeoni PFENDER, Cayeuxia sp.) atteste de façon formelle l'attribution de cet ensemble aux Calcaires de Matafelon. On retrouve la grande épaisseur du membre déjà observée à Foncine-le-Bas.

Calcaires de Chougeat (9,80 m)

La séquence ptérocérienne se termine également par ce membre. Ce sont des calcaires beiges à gris, à nombreux joints stylolithiques et pistes de vers, limités à leur toit par un niveau argileux à ptérocères. Le sommet de la formation montre aussi une recrudescence des stromatoporidés associés à des calcaires biodétritiques.

Calcaires de Foncine-le-Bas (environ 30 m)

La formation est bien caractérisée par l'abondance d'algues. Cependant des faciès dolomitiques envahissent les bancs sommitaux.

4-2-9 Coupe du col de la Savine (fig. 52a et 52b)

Situation géographique :

Morez-Bois d'Amont à 1/50 000. Département du Jura.

Coupe située sur la route de Saint-Laurent-en-Grandvaux à Morez, entre "l'abri des carrières" et le point coté 993, sur le flanc sud-est de l'anticlinal du Mont Noir.

Historique :

A. ETALLON (1857) mentionne un gisement riche en fossiles (gastéropodes, brachiopodes, bivalves et zoophytes) mais sans céphalopodes sur la route de Morez à Saint-Laurent-en-Grandvaux.

Synthèse de la coupe :

Calcaires et Marnes de Chargey (SAV 1 à 12 - 12 m)

Ce sont des calcaires gris-beige à la base, passant à des bancs plus délités et riches en faune (ptérocères, bivalves et brachiopodes avec Terebratula suprajurensis nov. subsp. G)). Le sommet de la formation passe à des calcaires fins à débit en plaquettes et à bioclastes micritisés.

Calcaires des gorges de Nouailles

Calcaires à Stromatoporidés de Matafelon (SAV 13 à 30 - 15,60 m)

Très riches en stromatoporidés, massifs à la base et branchus au sommet, ces calcaires offrent des niveaux rogneux voire délités, récurrence du milieu de sédimentation des vasières à ptérocères. Le même phénomène a été observé à

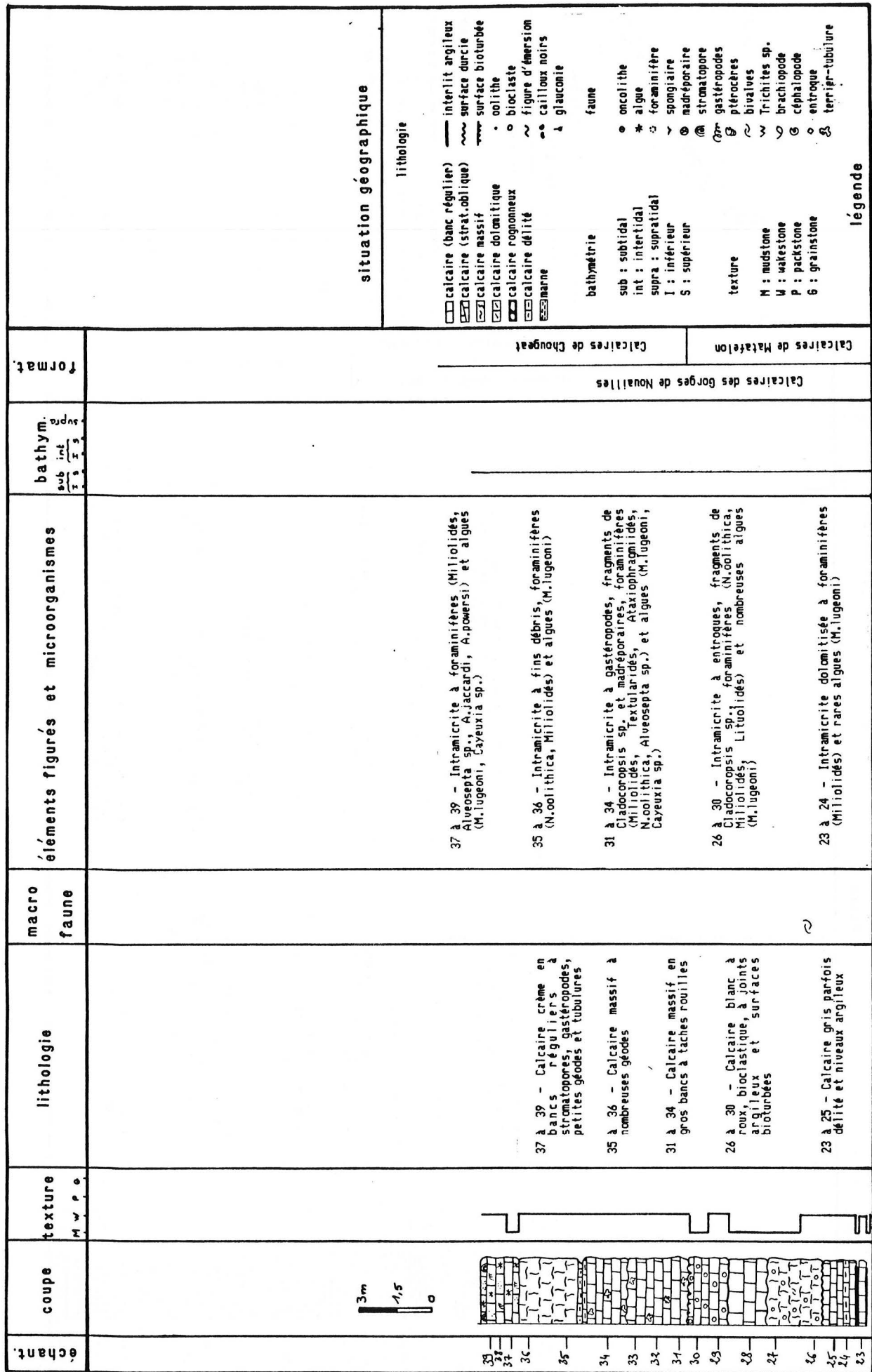


Fig. 52b : Coupe lithostratigraphique du Col de la Savine (formations et interprétation bathymétrique).

Syam et à Bonlieu. Les derniers bancs sont riches en algues (Marinella lugeoni PFENDER, Cayeuxia sp.).

Calcaires de Chougeat (SAV 31 à 39 - 8,40 m)

Seule la base de la formation est visible et limitée au mur par une surface durcie et oxydée. Le faciès à tubulures apparaît dès les premiers bancs et présente encore des débris de Cladocoropsis sp.

4-2-10 Coupe des Frasses (fig. 53)

Situation géographique :

Morez-Bois d'Amont à 1/50 000. Département du Jura.

Coupe située dans les carrières de part et d'autre de la nationale N 437, entre Saint-Claude et Château-des-Prés, au Nord-Ouest du point coté 903 (Bois de la Pontoise), sur le flanc sud-est de l'anticlinal de la forêt de la Joux-Devant.

Historique :

C'est E. BOURGEAT dans son étude sur les formations coralligènes du Jura qui le premier a insisté sur le développement des récifs aux dépens des couches marneuses fossilifères ptérocériennes. A ce sujet, il décrit deux coupes à la frontière des deux faciès : les Frasses et Valfin-lès-Saint-Claude. Ce sont 2 à 5 m de calcaires délités, peu riches en fossiles, englobés dans un ensemble de calcaires à polyptères, radioles et pectinidés. Plus à l'Est, selon BOURGEAT, à Valfin et Cinquétral, de même que plus au Sud, vers Oyonnax, les couches à ptérocères disparaissent et font place au récif de Valfin.

Synthèse de la coupe :

Couches du Morillon (FRA 1 à 7 - 5,30 m)

Les premiers bancs de la coupe sont riches en débris, tubulures et Cladocoropsis sp. Ceci confirme donc la présence des Couches du Morillon sous-jacentes aux couches à ptérocères.

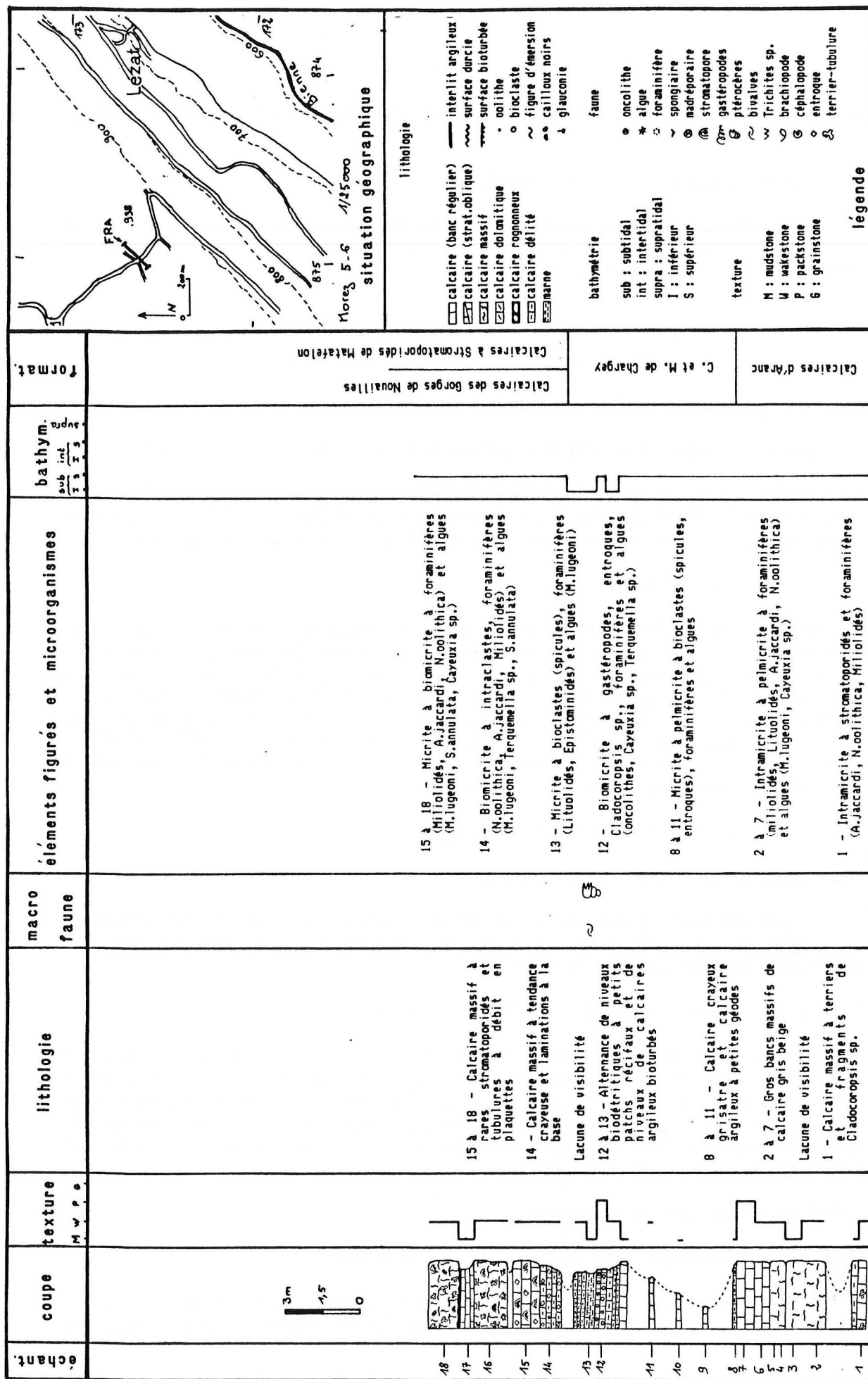
Calcaires et marnes de Chargey (FRA 8 à 13 - environ 6 m)

Très peu épaisses au niveau des Frasses, ces couches sont les derniers témoins des faciès ptérocériens avant les ensembles périrécifaux de la région de Valfin. Les niveaux délités riches en faune (ptérocères, bivalves et brachiopodes avec Terebratula suprajurensis ETALLON, T. suprajurensis nov. subsp. G) alternent avec des bancs de calcaires biodétritiques à petits patchs récifaux et algues (Cayeuxia sp., oncolithes).

Calcaires des Gorges de Nouailles

Calcaires à Stromatoporiidés de Matafelon (FRA 14 à 18 - 5,40 m)

Ce membre montre, outre des faciès riches en stromatoporiidés et en algues, des calcaires laminés qui ne sont pas sans rappeler les Tidalites d'Arc-sous-Cicon.



4-2-11 Coupe de Valfin-les-Saint-Claude (fig. 54)

Situation géographique :

Morez-Bois d'Amont à 1/50 000. Département du Jura.

Coupe située dans la carrière à l'Est de la route de Saint-Claude à Chaux-des-Prés, au lieu dit "sur la cote", sur le flanc sud-est de l'anticlinal de la forêt de la Joux-Devant.

Synthèse de la coupe :

Couches du Morillon (VAL 1 à 11 - 4,20 m)

Ce sont des calcaires jaunâtres à faune abondante (madréporaires, stromatoporidés et gastéropodes), algues et ciments de diagénèse phréatique marine et d'eau douce en sommet de banc. Le sommet de la formation toujours riche en algues, montre également des tubulures.

Calcaires et Marnes de Chargey (VAL 12 à 13 - 1,80 m)

Cette coupe, très importante pour la compréhension de l'organisation des faciès, montre l'extrême avancée des faciès ptérocériens dans les formations récifales de Valfin, déjà entrevue aux Frasses. De plus, la découverte d'un nautille, Paracenoceras aff. staffelbergensis 'KUHNS), confirme l'appartenance des couches à ptérocères de l'axe calcaire au Kimméridgien inférieur. Ceci corrobore les datations proposées dans les autres régions. De rares petits brachiopodes ont également été récoltés : Terebratula suprajurensis ETALLON.

Le sommet de la formation est limitée par un niveau glauconieux.

Calcaires des Gorges de Nouailles

Calcaires à Stromatoporidés de Matafelon (VAL 14 à 26 - 6,80 m)

De faible épaisseur, ce membre offre à Valfin les faciès habituels rencontrés dans les autres coupes (calcaires beiges à tubulures, algues et Cladocoropsis sp. Cependant, au sommet de l'ensemble, des niveaux à cailloux noirs et birds-eyes se développent. Ces faciès d'émersions se continuent par des calcaires fins laminés à birds-eyes.

4-2-12 La région de Saint Claude

Situation géographique :

Saint-Claude à 1/50 000. Département du Jura.

Historique :

Bien que les faciès marneux ptérocériens ne soient plus visibles dans la région de Saint-Claude, A. ETALLON décrit tout de même 10 à 20 cm de calcaires "floconneux" riches en fossiles qu'il assimile à des faciès littoraux (voir la coupe de Chaux-des-Prés).

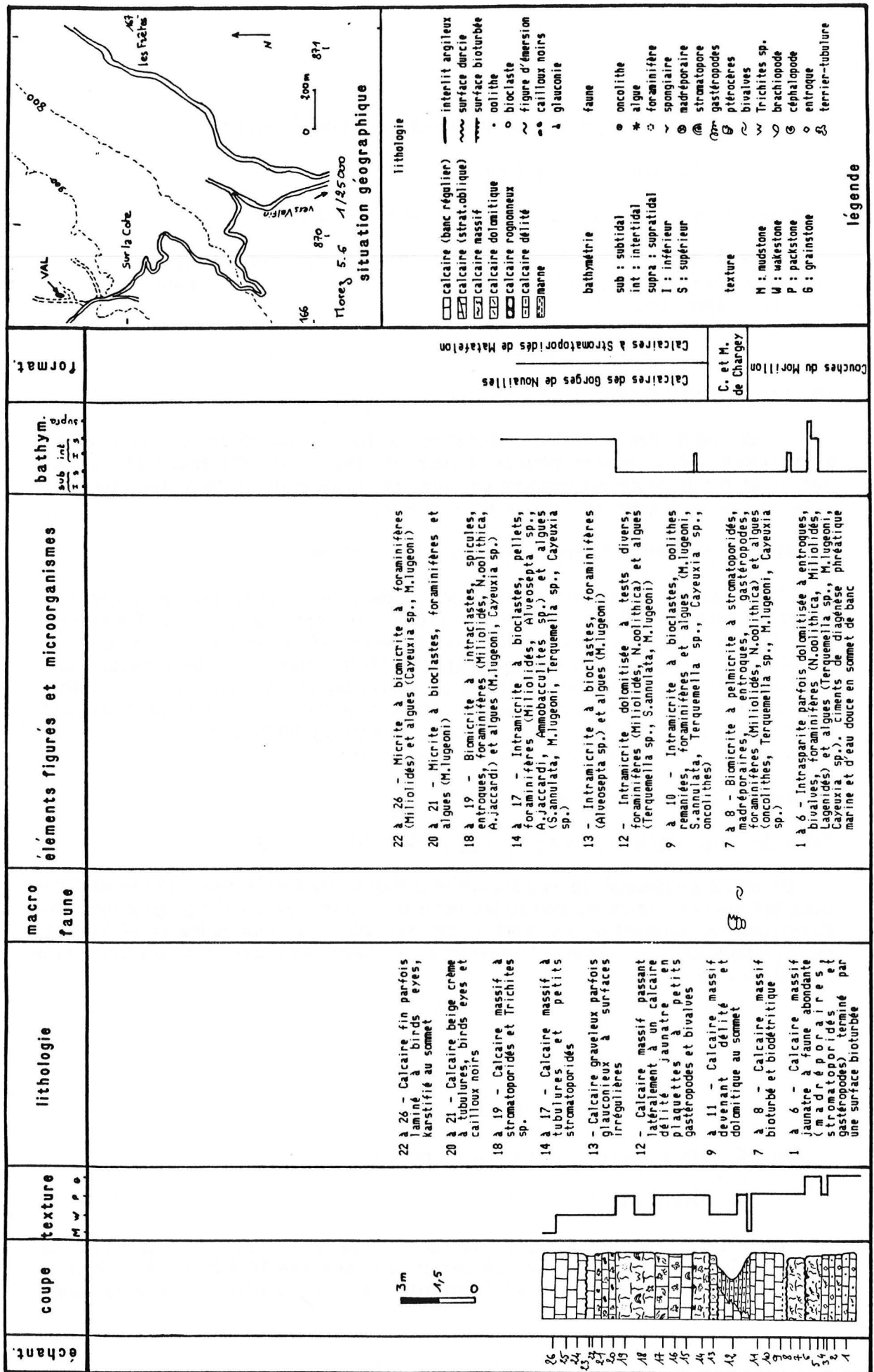


Fig. 54 : Coupe lithostratigraphique de Valin-les-Saint-Claude (formations et interprétation bathymétrique).

Synthèse des différentes coupes analysées :

Couches du Morillon (71,45 m)

Elles peuvent être épaisses dans la région de Saint-Claude, d'autant que les diverses observations conduisent à intégrer dans cette formation les ensembles sous-jacents aux faciès ptérocériens, à savoir des calcaires oolithiques, oncolithiques et bioclastiques.

Calcaires d'Aranc (10,40 m)

Les bancs sommitaux de la formation précédente montrent Parinvolutina aquitanica PELISSIE & PEYBERNES, foraminifère rencontré habituellement dans les calcaires d'Aranc, ainsi que Bacinella irregularis RADOICIC. Ceci conduit à placer ces bancs dans la formation. De rares oncolithes sont également visibles dans ces mêmes niveaux.

Calcaires et Marnes de Chargey (6,60 m)

Ce sont les derniers affleurements de la formation rencontrés dans la région de Saint-Claude. Ceux-ci, peu épais, offrent des calcaires mudstones blancs crayeux, à serpulidés pelotonnés et bivalves.

Calcaires des Gorges de Nouailles

Calcaires à Stromatoporiés de Matafelon (25,60 m)

Ils semblent particulièrement épais pour la région, mais présentent cependant les faciès habituels de la formation, associés à des madréporaires isolés.

La coupe de Montépile, située plus au Sud montre déjà 110 m de Couches à Céphalopodes, qui se biseautent aux environs de Saint-Claude.

4-2-13 Les régions de Nantua et d'Oyonnax (fig. 55)

Situation géographique :

Nantua à 1/50 000 et à 1/80 000. Département de l'Ain.

Historique :

Je renvoie au travail de P. BERNIER (1984) pour l'histoire géologique de la région.

Synthèse des coupes analysées :

Couches du Morillon et Calcaires Pseudolithographiques

De la même façon que pour les coupes de la région de Saint-Claude, j'ai été amené à reconsidérer l'ensemble des formations décrites par P. BERNIER dans les coupes de Molinges, Oyonnax, Chevillard et Saint-Martin du Fresne.

Les Couches du Morillon sont caractérisées par des calcaires oolithiques identiques à ceux déjà observés dans la région méridionale (Calcaires oolithiques de Corveissiat). Ceux-ci présentent des stratifications entrecroisées et de rares fossiles (madréporaires, bivalves et gastéropodes).

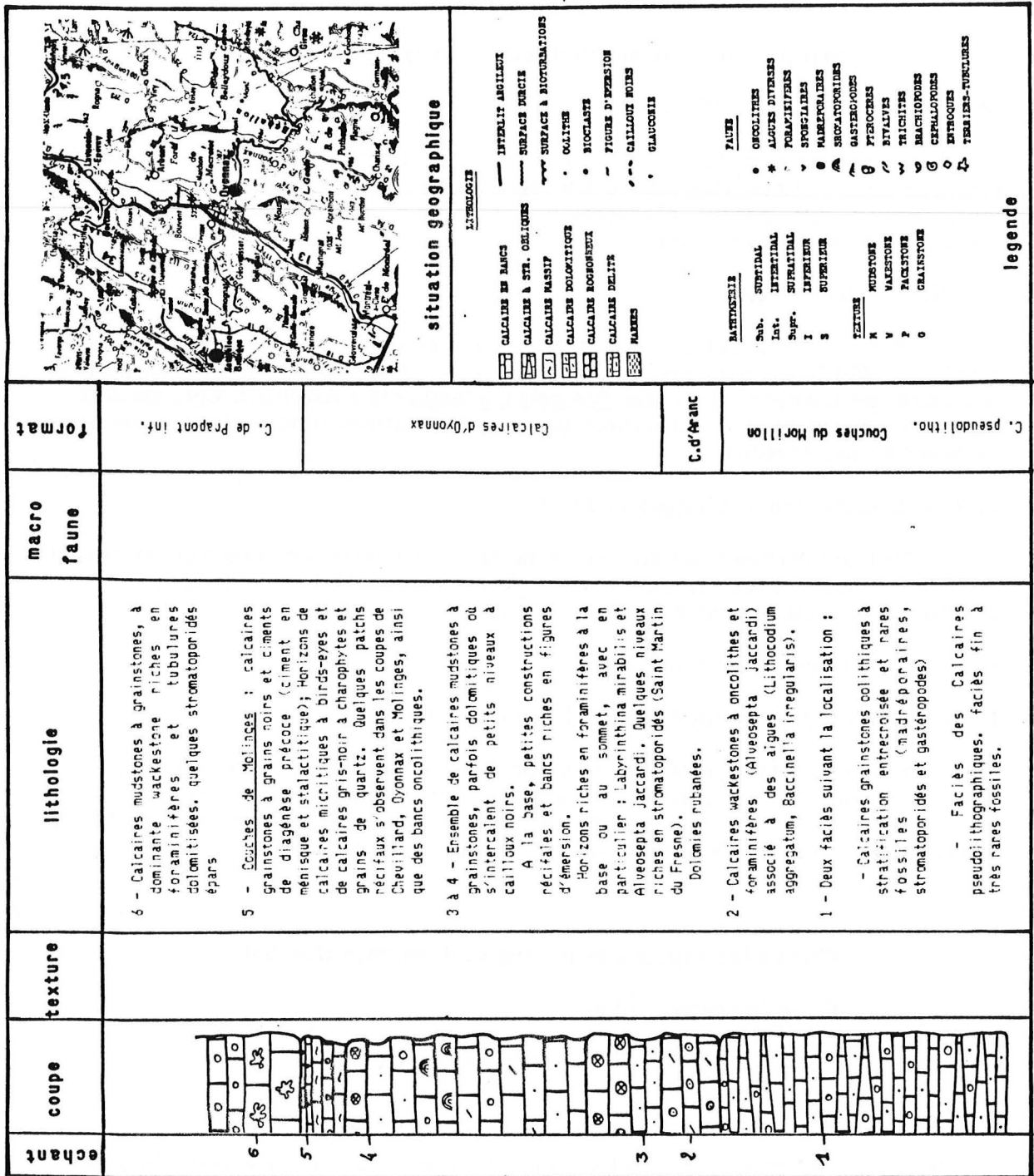


Fig. 55 : Coupe synthétique de la formation des Calcaires d'Oyonnax dans les régions de Nantua, Molingses et Oyonnax

Latéralement, la formation passe à des faciès carbonatés de plate-forme externe, les Calcaires Pseudolithographiques, terme lithologique présent dans tout le Jura méridional.

Calcaires d'Aranc (10 m)

J'ai regroupé dans cette formation plusieurs niveaux oncolithiques dénommés par P. BERNIER "Calcaires d'Aranc" dans les coupes de Saint-Martin du Fresne, Chevillard et Molinges et "Calcaires de la Semine" dans la section étudiée à Oyonnax. Des foraminifères tels que Alveosepta jaccardi (SCHRODT) et "Conicospirillina" basiliensis MOLHER associés à des algues (Bacinella irregularis RADOICIC) permettent d'attribuer ces niveaux à la formation.

Calcaires d'Oyonnax (34 m)

Absents dans la région d'Oyonnax, les faciès ptérocériens pourraient trouver leur équivalent dans des niveaux riches en foraminifères (calcaires à Labyrinthina mirabilis WEYNSCHENK - 10 m) observables dans la coupe de Molinges.

Cependant, le domaine de transition entre le bassin interne et le bassin externe pour la séquence ptérocérienne offre plutôt des faciès dolomitiques laminés et oolithiques (dolomies et calcaires dolomitiques rubanés - 7 m; calcaires oolithiques - 17 m) à Molinges et des faciès grainstones à figures d'émergence (ciments en ménisques, structures fenestrées et cailloux noirs) aux alentours d'Oyonnax.

Dans la région de Nantua, l'abondance des stromatoporiés à certains niveaux n'est pas sans rappeler les Calcaires de Matafelon. De petits patchs récifaux s'observent également à la base (coupes de Saint-Martin du Fresne et Oyonnax) et au sommet (coupes de Chevillard, Oyonnax et Molinges) de la formation.

Sur l'ensemble du territoire considéré, les termes lithologiques précédents sont limités à leur toit par des niveaux grainstones à cailloux noirs, ciments en ménisques et stalactitiques (Couches de Molinges de BERNIER) ou des niveaux à oncolithes et structures fenestrées.

Calcaires de Foncine-le-Bas

Seules les coupes de Molinges et de Chevillard offrent les termes basaux de la séquence virgulienne. Ceux-ci se caractérisent par des faciès semblables à ceux décrits dans la coupe de Foncine. Ils doivent cependant rapidement évoluer vers les faciès des Couches de Prapont inférieures.

4-3 Conclusion à l'étude de la région

La variété des faciès et leur agencement complexe soulignent une évolution des conditions de dépôts sensiblement différente sur l'axe salinois et sur l'axe calcaire de Nantua - Pontarlier.

Sur l'axe salinois, les Calcaires et Marnes de Chargey, encore bien individualisés évoluent vers des faciès de plus en plus margino-littoraux.

L'axe calcaire présente, pour sa part, deux zones particulières. Si, au Nord (région de Pontarlier), les formations ptérocériennes sont équivalentes à celles observées dans les régions septentrionale et méridionale, avec toutefois une nette augmentation de la subsidence, les régions de Nantua et Oyonnax se caractérisent par la disparition des Calcaires et Marnes de Chargey au profit d'ensembles lithologiques pararéclifaux (Calcaires d'Oyonnax).

Cadre stratigraphique

Les critères biostratigraphiques, récoltés lors des investigations de terrain, ne permettent pas d'établir un cadre stratigraphique rigoureux. Cependant, les faunes analysées sont en faveur d'un âge Kimméridgien inférieur. Plus précisément, l'étude des faunes de brachiopodes, récoltées sur le terrain, a permis de démontrer de nettes affinités avec les associations du Nord.

Ainsi les memes formes que celles récoltées en Franche-Comté ont été retrouvées dans les coupes des Fins, de Gilley et Hauterive. Celles de Mignovillard, la Planée, Mouthe et du col de la Savine ont, pour leur part, fourni des faunes identiques à celle de Chaux-des-Prés et de Trequin.

Le petit gisement de Valfin-lès-Saint-Claude a fourni un nautilaire, Paracenoceras aff. staffelbergensis (KUNN) qui donne un âge Kimméridgien inférieur et confirme ainsi les datations énoncées par ailleurs.

Enfin des ammonites de la zone à *Acanthicum* ont été trouvées plus au Nord, au sommet de la coupe d'Arc-sous-Cicon. Ce sont les memes espèces que celles de la région septentrionale récoltées à la base des Calcaires et Marnes de Savoyeux.

Mise en place des séquences (fig. 56)

La séquence ptérocérienne se schématise par l'enchaînement de deux séquences régionales, plus ou moins définies selon les endroits. En effet, les événements sédimentaires qui les caractérisent s'homogénéisent de façon spectaculaire entre Foncine-le-Bas et Pontarlier. La séparation des séquences majeures ptérocérienne et virgulienne en devient meme délicate.

L'axe salinois

Dans le faisceau salinois, des faciès caractéristiques permettent de bien distinguer les formations. De plus, ces dernières présentent, en général, des discontinuités franches, facilement repérables sur le terrain.

La discontinuité U0, qui marque le sommet de la séquence séquanienne, se caractérise sur le terrain par une surface durcie, irrégulière et oxydée.

La discontinuité U1, qui souligne le toit des Calcaires de Chargey dans les autres régions, est localement observable sur l'axe et supporte des niveaux plus délités et dolomitiques riches en bivalves. D'autres discontinuités locales s'organisent de part et d'autre de la précédente sous l'aspect de surfaces fortement bioturbées, parfois oxydées et de niveaux lumachelliques.

La discontinuité U3, reconnue au sommet des Calcaires de Matafelon correspond également à une surface irrégulière et durcie, cependant nettement moins marquée que dans la région septentrionale.

En revanche, les surfaces U4 (sommet des Calcaires de la Loue) et U5 (sommet des Tidalites d'Arc-sous-Cicon) sont soulignées par le développement massif de brèches à cailloux noirs et de surfaces rubéfiées, ainsi que des niveaux à coquilles dissoutes. De grande ampleur dans les coupes des gorges de la Loue et d'Arc-sous-Cicon, ces discontinuités deviennent discrètes aux environs de Morteau (coupe des Fins) et plus à l'Est, sur la frontière suisse.

Ces perturbations sédimentaires limitent donc deux séquences régionales sur l'axe salinois :

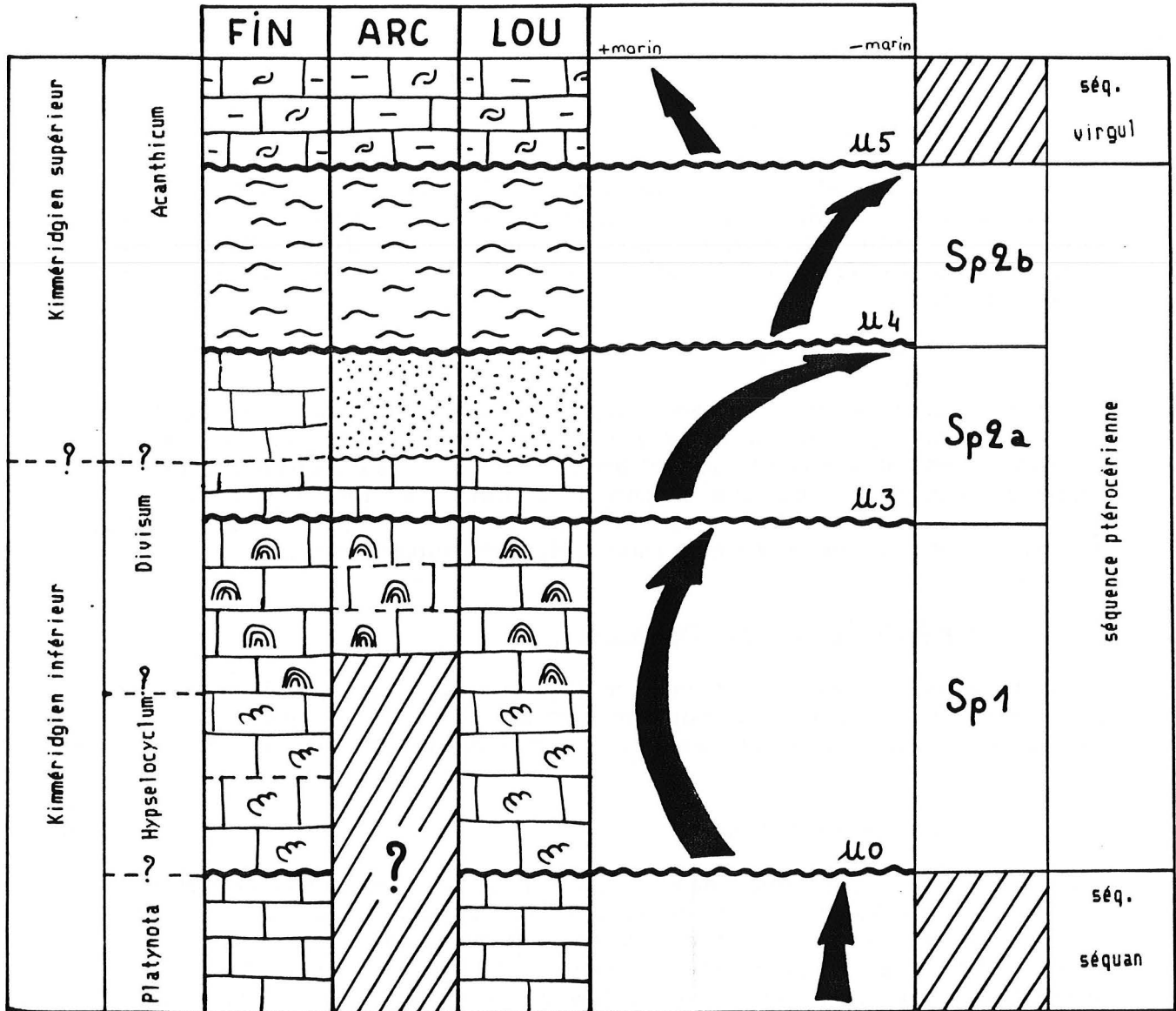


Fig. 56 : Analyse séquentielle de quelques coupes et évolution générale de la séquence ptérocérienne sur l'axe salinois.

La séquence Sp1

Elle comprend deux termes lithologiques, les Calcaires et Marnes de Chargey et les Calcaires de Matafelon, qui indiquent une continuité parfaite dans l'évolution du milieu de sédimentation. La discontinuité U1 qui limitait les séquences mineures Sp1a et Sp1b, paraît trop locale pour qu'on en tienne compte sur l'axe salinois.

La séquence Sp2

Elle se divise en deux séquences mineures Sp2a et Sp2b qui correspondent respectivement aux deux membres sommitaux des Calcaires des Gorges de Nouailles : Les Calcaires de la Loue et les Tidalites d'Arc-sous-Cicon. Les faciès observés dans ces formations annoncent et même dénotent des conditions intertidales à supratidales qui affirment les fluctuations sédimentaires déjà entrevues au sommet de la séquence majeure dans les autres régions.

L'axe calcaire de Nantua - Pontarlier

Il se caractérise par la mise en place d'une zone subsidente, où la monotonie des faciès complique la reconnaissance des séquences de deuxième ordre, et d'une zone de haut-fond, siège d'une sédimentation bioclastique et pararécifale.

La zone subsidente

Située entre le Pont-de-la-Chaux et Pontarlier, elle expose d'épais ensembles carbonatés à faciès homogènes et monotones. Quelques bancs, tels que des niveaux marneux riches en bivalves ou des horizons à stromatoporiés, permettent de saisir les différentes formations décrites jusqu'alors. Cependant, la discrétion des discontinuités, ainsi que leur caractère local, annulent tout espoir de préciser les séquences S1 et S2. Seule la séquence majeure est soulignée à son toit par un mince lit argileux azoïque ou fossilifère (2^{ème} niveau à ptérocères de Matafelon).

La zone de haut-fond

Etendue sur une ligne Nantua - Saint-Claude, cette zone montre des faciès de transition entre un domaine "externe" ou de mer ouverte et un domaine de plate-forme protégée. Ces faciès décrivent le biseutage et la disparition des Calcaires et Marnes de Chargey. Des niveaux à figures d'émergence et à cailloux noirs marquent de petites séquences locales, témoins de l'instabilité des milieux de sédimentation. Trop nombreuses et mal cernées dans leur ensemble, il serait osé de vouloir les raccorder aux systèmes proposés pour le reste du Jura.

Malgré tout, les termes décrits dans la coupe de Molinge et dénommés par P. BERNIER "Dolomies rubanées", "Calcaires oolithiques" et "Calcaires à Labyrinthines" pourraient être les équivalents lithologiques des termes des séquences Sp1b, Sp2a et Sp2b séparés par les discontinuités 2, 4 et 5.

En conclusion, sur l'axe salinois et l'axe de Nantua - Pontarlier se développe la séquence majeure ptérocérienne commune au reste du Jura. Celle-ci correspond au développement d'une plate-forme interne limitée au Sud par un haut-fond affecté par de nombreuses pulsations.

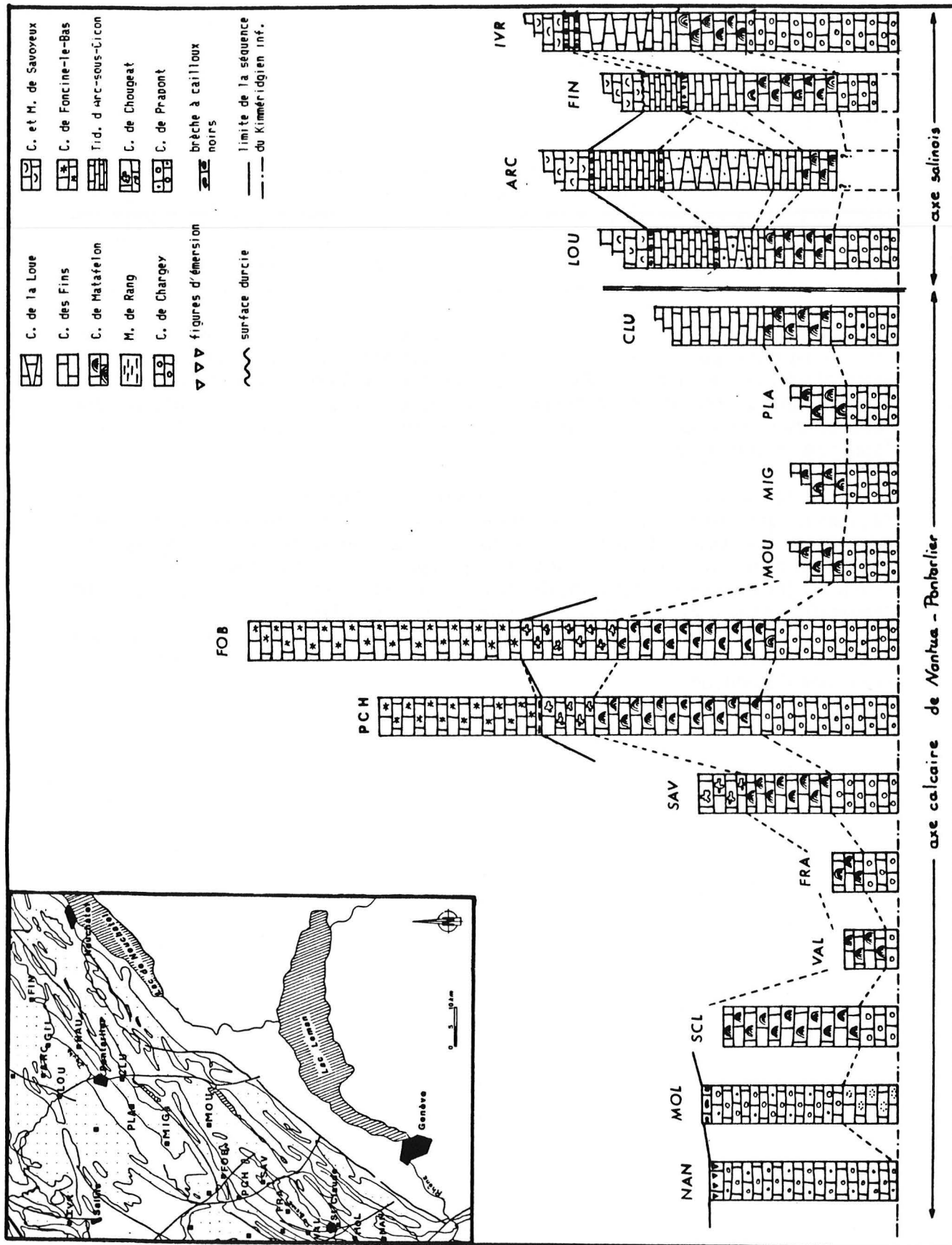


Fig. 57 : Tableau de corrélations des coupes sur l'axe salinois et l'axe calcaire de Nantua - Pontarlier.

Corrélations (fig. 57)

L'analyse des données lithologiques a permis, d'une part, de retrouver les grandes formations, Calcaires et Marnes de Chargey et Calcaires des Gorges de Nouailles et quelques uns de leurs membres caractéristiques (Calcaires de Matafelon, Calcaires de Chougeat), d'autre part, de cerner de nouveaux ensembles, les Calcaires de la Loue, Tidalites d'Arc-sous-Cicon et les Calcaires d'Oyonnax, issus d'une sédimentation de haut-fond parfois proche de l'émersion.

Grace aux rares éléments de datation, on admet un âge Kimméridgien inférieur pour la majeure partie de la séquence ptérocérienne. Sa limite supérieure est toutefois datée de la zone à *Acanthicum* sur l'axe salinois. Ceci corrobore l'âge proposé pour la région septentrionale. Les deux nouveaux membres décrits sur l'axe salinois sont donc les équivalents latéraux des Calcaires des Fins et des Calcaires de Chougeat.

Les formations des Calcaires et Marnes de Chargey et des Calcaires de Matafelon disparaissent aux environs de Nantua et Oyonnax et passent latéralement à des calcaires bioclastiques, les Calcaires d'Oyonnax, qui se développent tout au long de la séquence ptérocérienne. Cependant, des passées riches en foraminifères (labyrinthines) et/ou en stromatoporidés souligneraient l'apparition ponctuelle des biotopes typiques de la vasière.

La formation, peu épaisse, passe rapidement aux Couches de Prapont inférieures dans lesquelles se développent des patchs récifaux datés à leur base de la zone à *Eudoxus*.

SYNTHESE STRATIGRAPHIQUE

ET

PALEO GEOGRAPHIE

1 - GENERALITES

1-1 Zonation bathymétrique utilisée

Les différents termes de la zonation anglo-saxonne présentés succinctement ici (fig. 58) ont été analysés en détail et comparés à ceux proposés par J.M. PEREZ & J. PICARD (1959, 1961) dans le travail de P. BERNIER (1984), auquel je renvoie le lecteur.

La zonation anglo-saxonne, qui s'appuie essentiellement sur les phénomènes d'exondation et d'hydrodynamisme, définit ainsi trois termes bathymétriques :

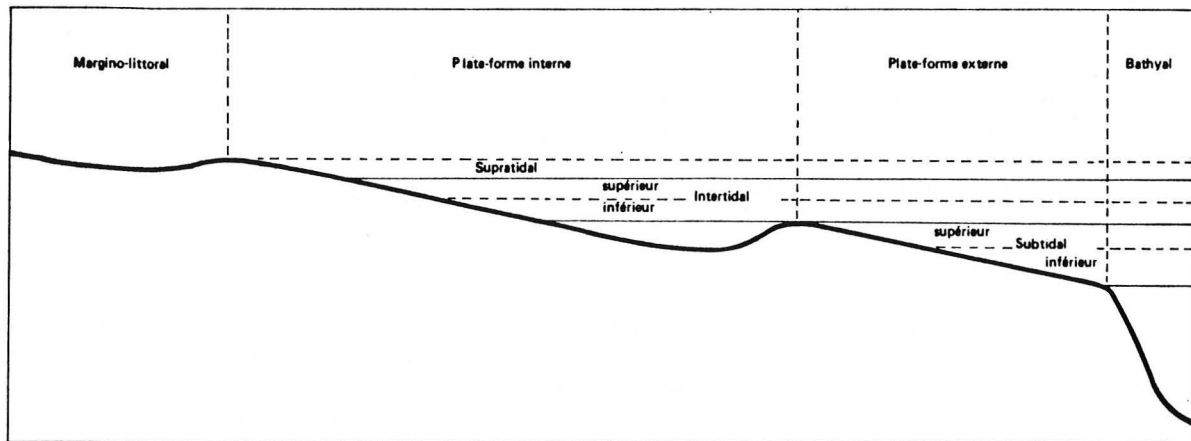


Fig. 58 : Schématisation des termes bathymétriques utilisés.

- la zone subtidale ou infratidale : bien que le terme infratidale soit plus correct sur le plan grammatical, j'emploierai celui de subtidal, plus couramment utilisé dans la littérature.
Constamment immergée, la zone subtidale s'étend depuis le bord externe de la plate-forme jusqu'à la limite inférieure de l'estran. La séparation en deux sous-zones (subtidal inférieur et subtidal supérieur) est fonction de l'influence des vagues sur le dépôt des particules.
- la zone intertidale correspond à la tranche d'eau comprise entre le niveau moyen des plus hautes mers et celui des plus basses mers. Elle s'étend sur l'estran, aire régie par le marnage, selon des cycles quotidiens, lunaires ou solaires. L'hydrodynamisme de cette zone dépend de la topographie du fond.
- la zone supratidale, située au-dessus du niveau moyen des plus hautes mers, est sujette aux embruns, tempêtes et marées de vives eaux, ainsi qu'aux influences continentales.

1-2 Généralités sur les plates-formes

Les plate-formes carbonatées constituent le moteur essentiel de la sédimentation du domaine jurassien au Jurassique supérieur. Leurs caractères morphologiques, étudiés en détail par H. PURSER (1975), sont désormais bien connus.

Ainsi le dépôt des particules est non seulement régi par l'épaisseur de la tranche d'eau mais également et surtout par l'énergie du milieu, fonction de la bathymétrie et de la topographie du fond. Des conditions de plate-forme interne et externe peuvent donc exister simultanément sans pour autant qu'une séparation physique (barrière récifale par exemple) apparaisse nécessairement entre ces deux domaines.

Il n'existe pas encore de construction récifale jouant le rôle de barrière au Kimméridgien inférieur mais seulement des seuils ou haut-fonds fréquemment émergés qui filtrent les échanges avec la mer ouverte.

Dans ce cadre, la vasière ptérocérienne, qui s'étend sur la majeure partie du Jura présente des caractères tels qu'elle est considérée comme étant issue d'une sédimentation de plate-forme protégée à polarité interne.

Différents modèles de plate-forme basés soit sur le jeu de flexures et de subsidence différentielle soit sur le concept de blocs basculés ont été avancés pour expliquer les déformations qui guident la sédimentation sur des plates-formes carbonatées. Notamment R. ENAY (1966) a émis des hypothèses quant à la sédimentation oxfordienne dans le Jura méridional. Nous verrons dans quelles mesures ces hypothèses peuvent être transposées à la plate-forme kimméridgienne.

2 - LES FORMATIONS

L'étude détaillée de nombreuses coupes a permis de définir une nouvelle nomenclature des formations kimméridgiennes qui complètera celle établie par P. BERNIER pour le Jura méridional. Ces corps sédimentaires ainsi caractérisés s'organisent selon un schéma stratigraphique dont le détail est donné par la figure 69.

2-1 Les formations de la séquence oxfordienne

Elles ont été récemment révisées dans un travail coordonné par R. ENAY (1986, sous presse), auquel je renvoie pour la synonymie, les coupes de références et les descriptions complètes. Seuls seront abordés des points particuliers tenant compte des nouvelles attributions chronostratigraphiques de certaines formations.

2-1-1 Calcaires de Besançon

Cette formation, qui marque le sommet de la séquence séquanienne, s'étend au Nord d'une ligne passant par les villes de Lons-le-Saunier, Champagnole, Pontarlier, La Chaux-de-Fonds (Suisse) et Mouthier (Suisse).

Elle est constituée de calcaires fins micritiques qui présentent quelques niveaux à Diceras, madréporaires isolés et figures d'émersions. La partie supérieure de la formation (= calcaires à Cardium) a livré un fragment d'ammonite, Idoceras sp., de la zone à Planula, dans la région de Maiche (Doubs).

2-1-2 Couches du Morillon

Décrite à Morillon, dans la région de Champagnole, la formation correspond à des calcaires grainstones biodétritiques, parfois oolithiques, à patchs récifaux et quelques figures d'émersions (keystone-vugs). Ce sont des faciès de haute-énergie qui s'étendent au Nord d'une ligne Pont-d'Ain, Corveissiat, Saint-Claude, Morez et Bienne (Suisse).

A. RICHE en 1902 indique dans les régions d'Arinthod et de Thoirette, de Corveissiat et de Chavannes-sur-Suran, un faciès oolithique d'âge Rauracien supérieur qu'il considère comme un faciès particulier des formations coralligènes de Champagnole. Cette assise oolithique, dénommée par l'auteur "Oolithe de Ramasse", passe progressivement au Sud à une assise de calcaires fins compacts, les Calcaires Pseudolithographiques.

Ce schéma lithostratigraphique est repris par R. ENAY (1966). Il date également les Calcaires Pseudolithographiques de la zone à Planula.

Redéfinie en 1984 sous le terme "Calcaires oolithiques de Corveissiat", cette assise oolithique est considérée par P. BERNIER non plus comme l'équivalent des Calcaires Pseudolithographiques mais comme celui des Couches de Prapont inférieures, placées dans la zone à Eudoxus.

La découverte récente de Nautilus d'âge Kimméridgien inférieur dans les Calcaires et Marnes de Chargey, formation sus-jacente à l'Oolithe de Ramasse de RICHE (= Calcaires oolithique de Corveissiat BERNIER) est en faveur du schéma formulé par A. RICHE. D'autre part, les brachiopodes récoltés dans les Marnes de Rang, datées de la zone à Hypselocyclum dans la région septentrionale, montrent une association unique dominée par la forme Terebratula suprajurensis ETALLON sur l'ensemble du Jura.

Ces données biostratigraphiques, qui offrent des bases sérieuses pour placer le toit de l'Oolithe de Ramasse dans les zones à Platynota ou Hypselocyclum, obligent à admettre un âge Kimméridgien basal pour le sommet des Couches du Morillon dans les régions de Thoirette et Corveissiat.

2-1-3 Calcaires d'Aranc

Désigné antérieurement sous le nom de "Pisolithe" par A. RICHE (1904) ou de "Calcaires à Momies principal" par R. ENAY (1966, = Couches de la Tour ENAY 1965), cet ensemble lithologique est repris par P. BERNIER (1984) sous l'appellation "Calcaires d'Aranc".

Ceux-ci sont constitués par des wakestones à grainstones très riches en oncolithes et qui se présentent en bancs d'épaisseur très variable, généralement très épais. Terme ultime de la séquence séquanienne, ils surmontent les Calcaires Pseudolithographiques, entre les vallées de l'Ain et de la Valserine et plus au Sud vers Belley, et les Couches du Morillon, dans la région de Champagnole.

Dans la région de Saint-Germain-de-Joux, R. ENAY (1965) distingue deux niveaux à oncolithes : le Calcaire à Momies principal et le Calcaire à Momies intermédiaire, ce dernier étant situé au sein des Couches de Prapont. P. BERNIER reprend cette distinction et renomme les niveaux :

- Calcaire à Momies principal = Calcaires d'Aranc;
- Calcaire à Momies intermédiaire = Calcaires de la Semine;

Il en reconnaît l'extension et les caractérise par deux associations micropaléontologiques A et B :

- A - Foraminifères : A. jaccardi; A. coprolithiformis; Ammobacculites sp.; Ataxophragmiidés; A. fourcadei; K. palestiniensis; L. mirabilis; Milliolidés; N. oolithica; P. lituus; T. alpina; V. lugeoni;
Algues : Cayeuxia sp.; H. lemensis; S. annulata; Terquemella sp.; T. parvovesiculifera;
- B - Foraminifères : Ammobacculites sp.; Ataxophragmiidés; C. basiliensis; Epistominidés; Epistomina sp.; Lenticulina sp.; lituolidés; N. oolithica; Nodosaridés; Nubécularidés; P. aquitana; Textularidés; T. morronensis;
Algues : B. irregularis; L. aggregatum;

A l'aide de celles-ci, il soutient l'existence, au mur des couches à ptérocères (= Couches à ptérocères du Bois de Trequin BERNIER, Calcaires et Marnes de Chargey), de niveaux équivalents aux Calcaires de la Semine. Dans un schéma lithostratigraphique et séquentiel, il corrèle l'ensemble "Couches à ptérocères, Calcaires de Matafelon" avec la partie supérieure des Couches de Prapont qui pourrait appartenir à la zone à Beckeri.

Le schéma proposé par A. RICHE et confirmé par les éléments paléontologiques précités amène à réfuter cette hypothèse.

Les niveaux oncolithiques intercalés entre les Couches du Morillon (= Calcaires oolithiques de Corveissiat BERNIER) et les Calcaires et Marnes de Chargey (= Couches à ptérocères du Bois de Trequin BERNIER) apparaissent comme le prolongement occidental des Calcaires d'Aranc. La différenciation des deux niveaux à oncolithes, Calcaires d'Aranc et Calcaires de la Semine, basée sur les deux associations micropaléontologiques A et B est donc remise en cause.

En revanche, ces deux associations semblent caractériser deux zones qui s'organisent de part et d'autre d'une ligne d'orientation SSW - NNE, passant par Ambérieu et Valfin-lès-Saint-Claude.

La première, où s'affirme l'association A, correspond au rebord de la plate-forme, zone "résistante" qui s'installe dès la base du kimméridgien, sur la Haute-Chaine et, plus au Sud, sur l'Île-Crémieu. La morphologie particulière des oncolithes (P. BERNIER, 1984, p. 576) ainsi que le développement de certains foraminifères (Tubiphytes morronensis, épistominidés) expriment une sédimentation en milieu de plate-forme à polarité externe.

La seconde zone, où se rencontre l'association B, se situe géographiquement sur le futur domaine d'une plate-forme protégée à polarité interne où se développera la vasière ptérocérienne. L'abondance des algues, des fragments de madréporaires et de stromatoporiidés, ainsi que les indices d'exondation locale montrent bien que la sédimentation s'est effectuée sous une faible tranche d'eau.

Cette seconde association se rencontre également dans le niveau oncolithique (Calcaire à Momies intermédiaire ENAY 1966; Calcaires de la Semine BERNIER 1984) intercalé au sein des Couches de Prapont.

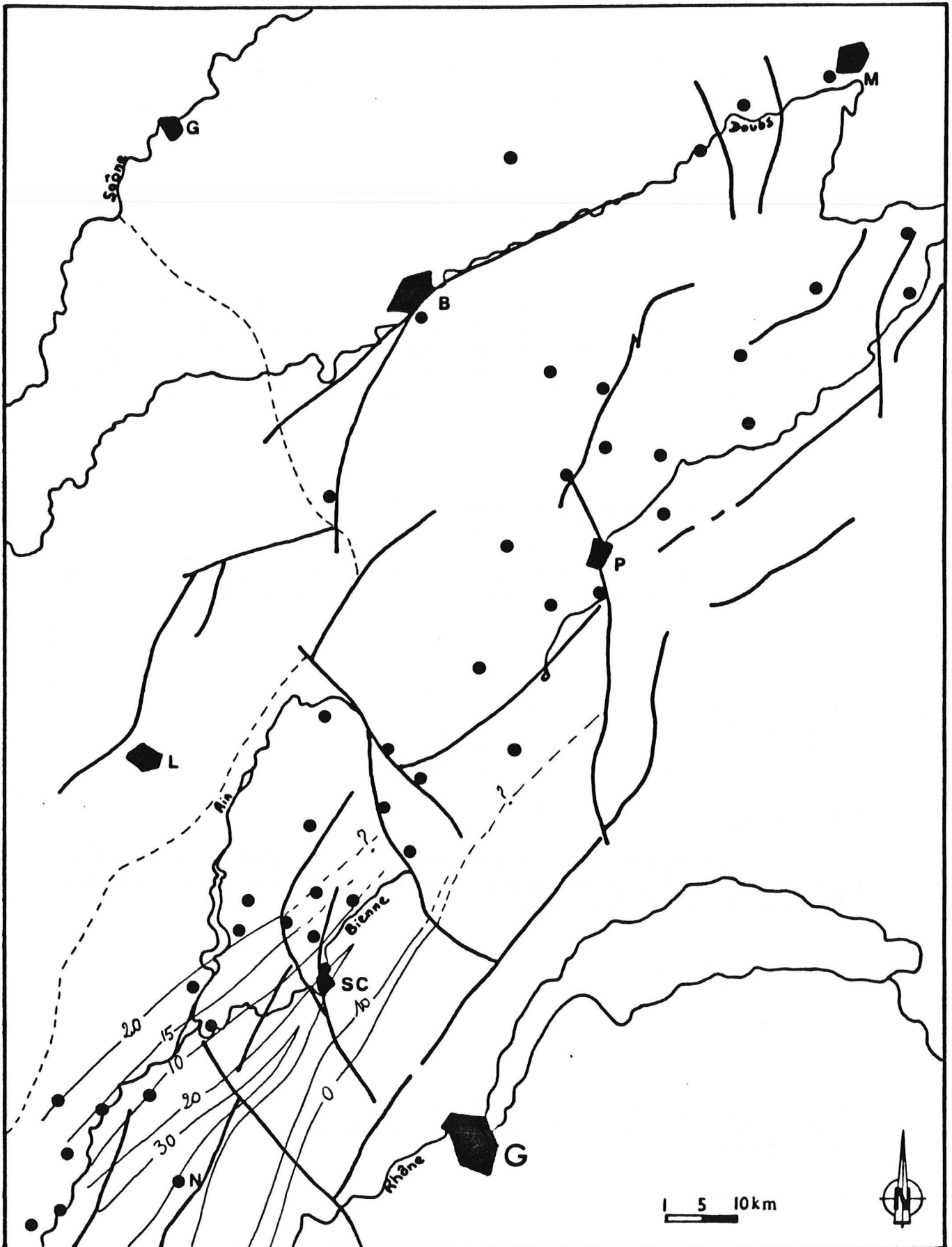


Fig. 59 : Carte des courbes isopaques interprétatives des Calcaires d'Aranc.

La construction des courbes isopaques fait clairement apparaitre de faibles épaisseurs à la jonction de ces deux domaines (fig. 59). Ces courbes délimitent une zone de flexure d'orientation SSW - NNE qui jouera tout au long du Kimméridgien.

2-2 Les formations de la séquence ptérocérienne

La séquence ptérocérienne, telle qu'elle a été analysée dans les chapitres précédents, montre trois termes lithologiques : les Calcaires et Marnes de Chargey, les Calcaires des Gorges de Nouailles et les Calcaires d'Oyonnax qui se divisent en huit membres inégalement développés sur l'ensemble du Jura. D'assez nombreux éléments de datation permettent de leur attribuer un âge Kimméridgien inférieur (zones à *Hypselocyclum* et à *Divisum*) et Kimméridgien supérieur (zone à *Acanthicum*).

2-2-1 Calcaires et Marnes de Chargey

La formation correspond à l'ancien "Ptérocérien inférieur" des auteurs, équivalent lithologique des Calcaires et Marnes du Banné de THURMANN.

a) Synonymie

- Marnes kimméridgiennes THURMANN 1832
- Calcaires et Marnes du Banné THURMANN 1832
- Calcaires et Marnes à ptérocères BOYE 1844 et CONTE JEAN 1858
- Couches à ptérocères du Bois de Trequin BERNIER 1984

b) Coupes de référence

La formation se divise en deux membres, Calcaires de Chargey et Marnes de Rang, dont les coupes de référence sont respectivement la coupe de Chargey-les-Gray et la coupe de Rang.

c) Calcaires de Chargey

synonymie

- Calcaires à ptérocères inférieurs CONTINI & HANTZPERGUE 1973
- partie inférieure calcaire des Couches à ptérocères du Bois de Trequin BERNIER 1984

coupe de référence

Coupe de Chargey-les-Gray (Haute-Saone, carrière en bordure de la RN 67 décrite par PERRON 1860 - Gray 3:4 à 1:25000)

description

La limite inférieure, soulignée en Haute-Saone par une surface taraudée, se réduit à un horizon glauconieux dans la région bisontine et de celle de Montbéliard. Ceci complique la séparation des Calcaires de Besançon et des Calcaires de Chargey. Dans la région méridionale, la limite entre les Calcaires d'Aranc et les Calcaires de Chargey est indiquée par le changement de faciès comportant la disparition des oncolithes et des indices d'émerision.

Ce sont des calcaires roux à gris, mudstones à packstones, biodétritiques. Les bancs sont bien individualisés et marqués par de nombreuses surfaces d'arrêt de sédimentation, irrégulières et durcies, parfois fortement bioturbées. De petites édifices carbonatés (madréporaires rameux, mud-mounds) sont parfois observables (pl. 1, photos a et b). Des foraminifères (*Alveosepta jaccardi*, *Nautiloculina oolithica* et *Ammobacculites coprolithiformis*) ainsi que des algues (*Terquemella* sp. et *Marinella lugeoni*) sont typiques du membre (pl. 1, photos c, d, e, f et g). Le foraminifère *Everticyclammina virguliana*, présent dans les coupes de la région méridionale, disparaît complètement au nord de l'axe salinois.

La macrofaune, composée essentiellement de bivalves et de gastéropodes est difficilement dégageable et souvent mal conservée. Les Calcaires de Chargey livrent une association typique de brachiopodes en Haute-Saone et dans le Jura franc-comtois avec *Terebratula subsella* LEYMERIE et *Zelleria humeralis* (ROEMER). Cette association est appauvrie au Sud : la forme *Zellerina humeralis* manque ou est remplacée par *Z. cf. astartina*.

Le membre des Calcaires de Chargey est présent sur l'ensemble du secteur géographique étudié (fig. 60). Les épaisseurs, constantes dans le Jura septentrional, varient considérablement sur l'axe calcaire de Nantua - Pontarlier. Ces variations traduisent la disparition rapide du membre aux environs de Nantua, Molinges et Saint-Claude.

d) Marnes de Rang

synonymie

- Marnes à exogyres inférieures PERRON 1860
- Marnes à ptérocères CONTINI & HANTZPERGUE 1973
- partie supérieure marneuse des Couches à ptérocères du Bois de Trequin BERNIER 1984

coupe de référence

Coupe de Rang (fig. 11a et 11b)

description

Dans la région septentrionale, la base des Marnes de Rang développe généralement un banc glauconieux parfois condensé. La glauconie disparaît complètement au sud du faisceau salinois, mais la surface de discontinuité est toujours nette et bien marquée tant que le membre s'observe à l'affleurement.

Le membre, parfois franchement marneux comme à Rang (Doubs), est le plus souvent constitué d'une alternance de bancs de calcaires argileux à surfaces

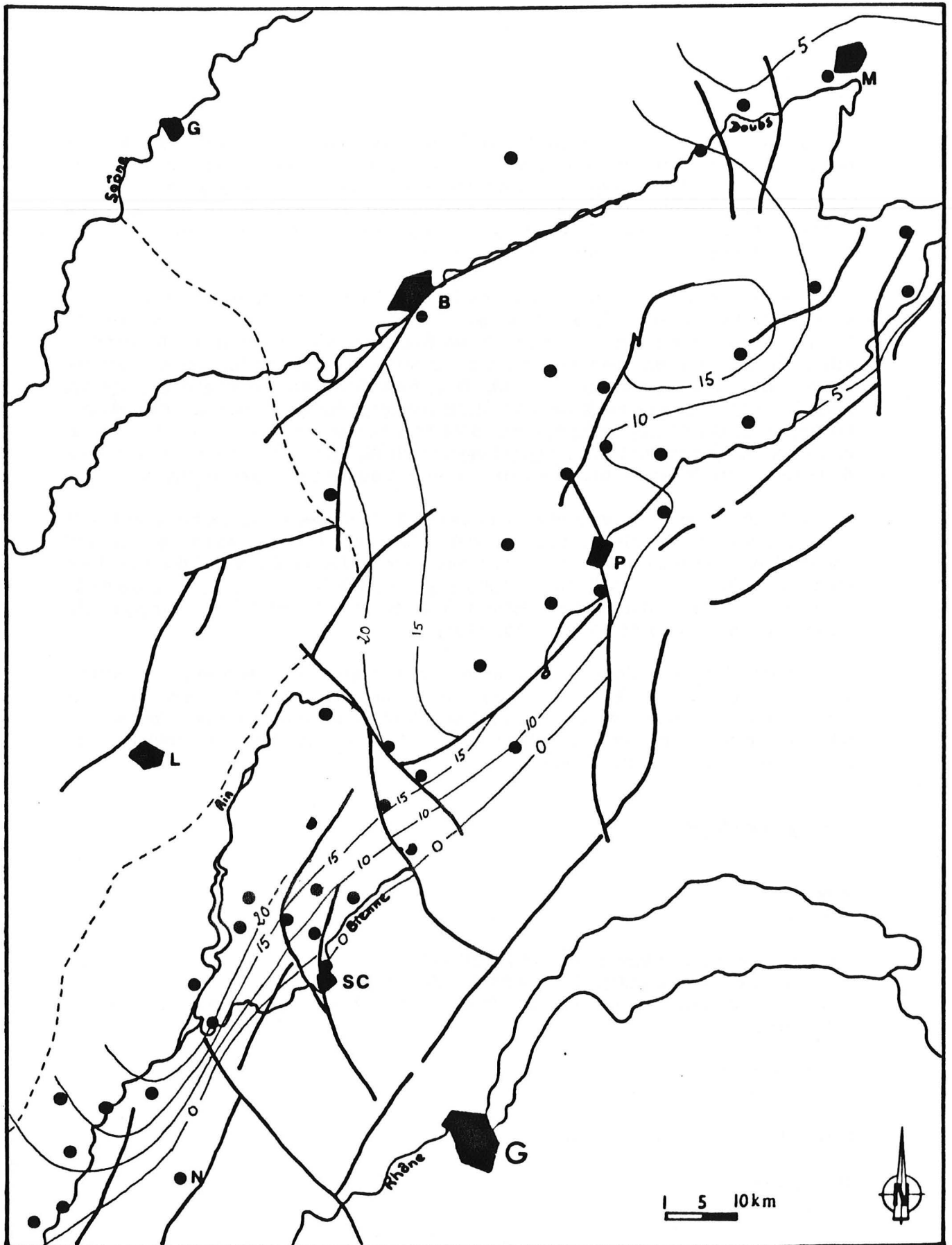


Fig. 60 : Carte des courbes isopaques interprétatives des Calcaires de Chargey.

durcies et de marnes de teinte jaunâtre et grise d'aspect grumeleux. Le microfaciès des bancs calcaires s'apparente nettement au microfaciès du membre précédent.

Ce sont les marnes qui livrent le plus grand nombre de formes et d'espèces de bivalves, gastéropodes et brachiopodes. La coupe de Rang offre ainsi une association de brachiopodes, Terebratula suprajurensis ETALLON et Postepithyris dubisiensis BOULLIER; cette dernière est également connue à Indevillers et à Grand-Corent. Les autres gisements de la région septentrionale ne livrent que T. suprajurensis. Au Sud, dans l'axe calcaire et la région méridionale, une autre association, peu différente de la précédente comprend T. suprajurensis suprajurensis et T. suprajurensis nov. subsp. G. Enfin, dans la région de Morteau, seule l'espèce T. suprajurensis nov. subsp. G a été retrouvée.

Il semble donc que la forme T. suprajurensis domine dans le faciès des Marnes de Rang. Elle est cependant accompagnée de l'une ou l'autre des deux espèces, Postepithyris dubisiensis et T. suprajurensis nov. subsp. G, Quelle que soit la localisation géographique.

Les Marnes de Rang se développent selon deux secteurs bien distincts qui se calquent sur les régions septentrionale et méridionale (fig. 61). Deux maximums d'épaisseur sont centrés, au Nord, sur la région bisontine et la moyenne vallée du Doubs et, au Sud, le long de la vallée de l'Ain, aux alentours de Thoirette et Corveissiat. Ces deux secteurs encadrent une zone "haute", matérialisée par le décrochement de Morez, le faisceau salinois et celui de Syam, où le membre des Marnes de Rang est absent.

Il n'a pas paru justifié de donner des noms de membres différents à ces marnes suivant les secteurs. En effet, outre l'identité faciologique observée du Nord au Sud, les associations fauniques (brachiopodes en particulier) ne présentent pas de différences suffisantes pour individualiser deux aires biogéographiques.

e) age de la formation

Les Calcaires et Marnes de Chargey ont livré d'assez nombreuses ammonites au Nord et de rares nautilus au Sud (fig. 62). Ainsi la formation, et en particulier les Marnes de Rang, renferment, dans la région de Gray et de Montbéliard, une faune de la zone à Hypselocyclum et de la base de la zone à Divisum.

Au Sud, le petit nombre de nautilidés, par comparaison aux formes de la zone à Platynota de Bavière (Allemagne), s'accorde avec cet age Kimméridgien inférieur. On y constate en effet l'absence totale des formes oxfordiennes et du Kimméridgien supérieur (communication écrite H. TINTANT).

Ces données, ainsi que la constance des associations de brachiopodes, permettent d'envisager une relative isochronie de la formation sur l'ensemble de la chaîne.

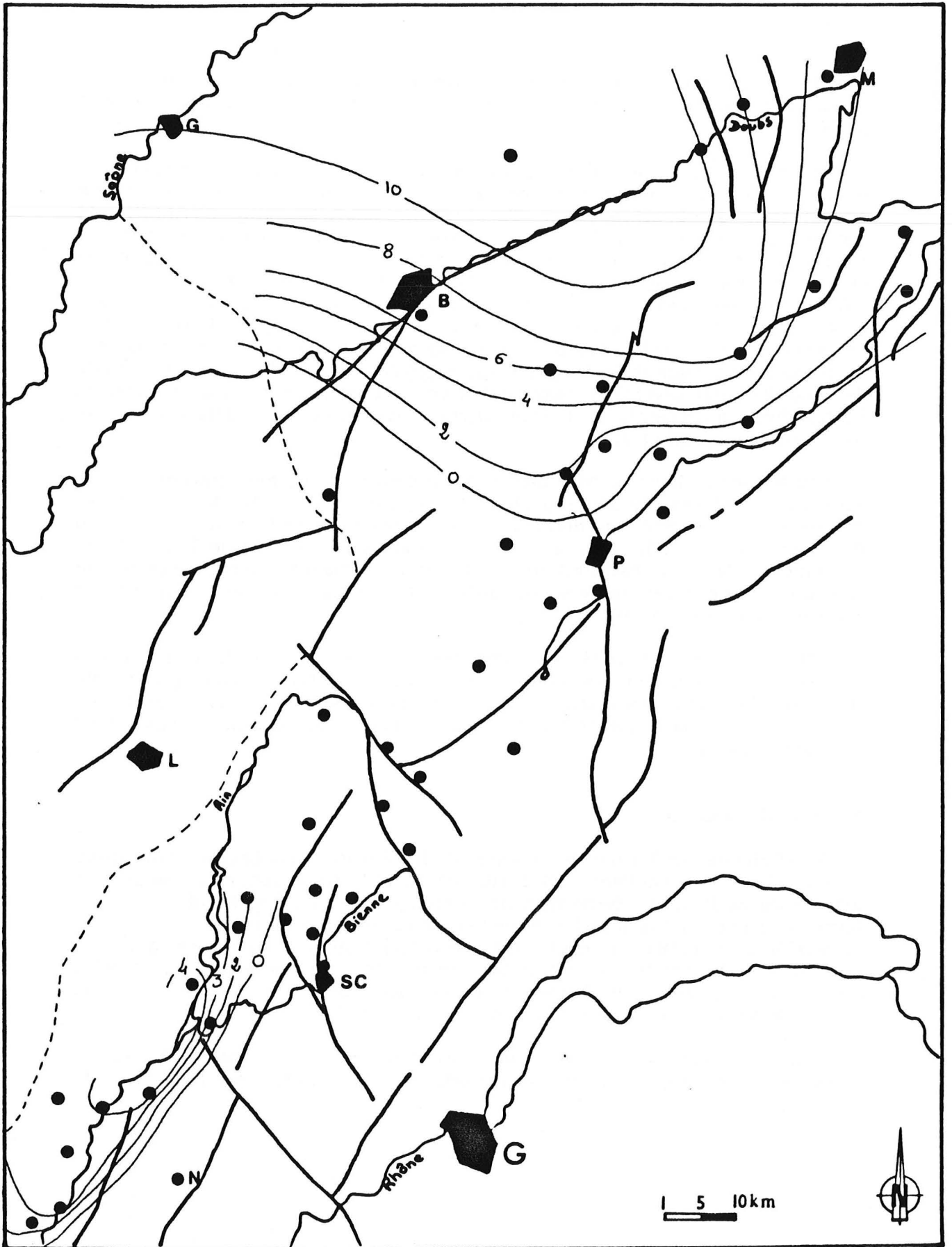


Fig. 61 : Carte des courbes isopaques interprétatives des Marnes de Rang.

		HAUTE-SAONE	MONTBELIARD	REGION MERIDIONALE et AXE CALCAIRE
CALCAIRES ET MARNES	MARNES de RANG	Crussoliceras (C) tenuicostatum Pachypictonia indicatoria Pachypictonia sp.	Pachypictonia indicatoria Rasenia balteata	Eutrephoceras aff claromontanum Paracenceras aff staffelbergensis
	CALCAIRES de CHARGEY	Pachypictonia armillata Pachypictonia divergens	Pictonia thurmanni	

Fig. 62 : Tableau récapitulatif des faunes de céphalopodes récoltés dans les Calcaires et Marnes de Chargey.

f) milieu

Les Calcaires et Marnes de Chargey correspondent à un milieu de plate-forme protégée où se développe une vasière relativement profonde. Le milieu, modérément agité (Calcaire de Chargey) ou calme (Marnes de Rang) et relativement trouble, en raison de la quantité d'argiles contenue dans le sédiment, ne permet que la croissance de rares foraminifères (littoridés) et de nombreux bivalves fousseurs.

Si les Calcaires de Chargey indiquent des conditions subtidales supérieures, le dépôt des Marnes de Rang témoigne d'un approfondissement de la vasière (subtidal inférieur). Enfin l'évolution des faciès et l'absence d'organismes pélagiques au Sud tend à montrer les faibles relations de la vasière avec la mer ouverte au voisinage d'un seuil situé entre Nantua et Saint-Claude.

2-2-2 Calcaires des Gorges de Nouailles

La formation correspond au deuxième terme de la séquence ptérocérienne. Sa limite supérieure, datée par ammonites de la zone à *Acanthicum* dans la région septentrionale et sur l'axe salinois, est sujette à discussion dans les autres régions.

Les Calcaires des Gorges de Nouailles ont été créés pour répondre à un besoin cartographique. En effet, il est souvent difficile de replacer les affleurements isolés dans un contexte stratigraphique. Il a donc paru judicieux de ne considérer que deux formations pour cette séquence ptérocérienne. Toutefois, la constance de certains faciès permet de séparer les Calcaires des Gorges de Nouailles en plusieurs membres :

- Calcaires de Matafelon °;
- Calcaires des Fins °;
- Calcaires de Chougeat;
- Calcaires de la Loue °;
- Tidalites d'Arc-sous-Cicon °.

a) Synonymie

voir pour chacun des membres les synonymies proposées.

b) coupe de référence pour l'ensemble de la formation

Coupe de la Loue (fig. 43a et 43b)

Seuls les membres marqués d'un astérisque sont observables dans cette coupe. Le membre des Calcaires de Chougeat, équivalent lithologique de celui des Calcaires des Fins, n'apparaît que plus au Sud, vers Champagnole et dans la vallée de l'Ain.

c) Calcaires de Matafelon

synonymie

- base des Calcaires à Corbis CONTEJEAN 1858
- base des Calcaires blancs moyens PERRON 1860
- Calcaires à ptérocères supérieurs CONTINI & HANTZPERGUE 1973

coupe de référence

Coupe de Matafelon (P. BERNIER 1984, pp. 281 à 294)

description

La limite inférieure des Calcaires de Matafelon, nette quand le membre des Marnes de Rang sous-jacent existe, est en général basée sur l'apparition de stromatoporidés au sein de calcaires blancs riches en algues, foraminifères et tubulures. Elle est rarement soulignée par une surface durcie (région méridionale).

Le membre est caractérisé par des calcaires wakestones fréquemment bioturbés, disposés en bancs épais et massifs dont les surfaces ne sont pas franchement marquées. Les stromatoporidés fréquents sont des formes massives sphéroïdales (pl. 2, photo f) ou des formes branchues (*Cladocoropsis mirabilis* FELIX; pl. 1, photo h). Ces dernières, associées avec de nombreuses nérinées, sont les seules observées dans la région septentrionale. En quelques endroits, le développement de récurrences marneuses, riches en ptérocères et bivalves, permettent d'envisager la proximité des deux biotopes, ceux-ci pouvant se remplacer mutuellement très facilement.

La carte des courbes isopaques montre une extension du membre identique à celle des Calcaires et Marnes de Chargey (fig. 63). Néanmoins, si la zone de fortes épaisseurs observée dans la vallée de l'Ain est conservée, les Calcaires de Matafelon perdent de leurs importance dans le Jura franc-comtois où ils font rapidement place au membre sus-jacent, les Calcaires des Fins.

Les Calcaires de Matafelon correspondent à l'évolution des Calcaires et Marnes de Chargey vers des milieux moins profonds et mieux éclairés (subtidal supérieur, P. BERNIER 1984, p. 622), où vont pouvoir se développer des algues dasycladales. La vasière à ptérocères semble donc se combler peu à peu, ramenant le fond à des profondeurs moindres.

d) Calcaires des Fins

synonymie

- Calcaires à Corbis CONTEJEAN 1858
- Calcaires blancs moyens PERRON 1860
- Calcaire crayeux et calcaire sublithographique CONTINI & HANTZPERGUE 1973

coupe de référence

Coupe des Fins (fig. 40a et 40b)

description

Dans la région septentrionale où ils montrent leur développement maximum, les Calcaires des Fins sont limités à la base par une surface irrégulière reposant par endroit sur des niveaux à structures fenestrées (coupe de Rang). Cet horizon est également observable sur l'axe salinois.

Ce sont des calcaires blancs crayeux mudstones à wakestones, disposés en bancs réguliers et à débit parfois en plaquettes. L'abondance des niveaux à pellets suggère un milieu calme et protégé dans lequel croissent de rares microorganismes.

Dans la région de Gray et de Germondans, le sommet du membre est souligné par 1 à 2 m de calcaires oolithiques ou bioclastiques, parfois glauconieux à rares figures d'émersions. Aux environs de Montbéliard, ce sont des calcaires finement laminés qui couronnent la formation. Enfin, dans les coupes des Fins et de Consolation-Maisonnette, les bancs sommitaux sont caractérisés par des niveaux à coquilles dissoutes et des micrites à birds-eyes. Ces faciès indiquent une tendance à l'émersion (intertidal supérieur).

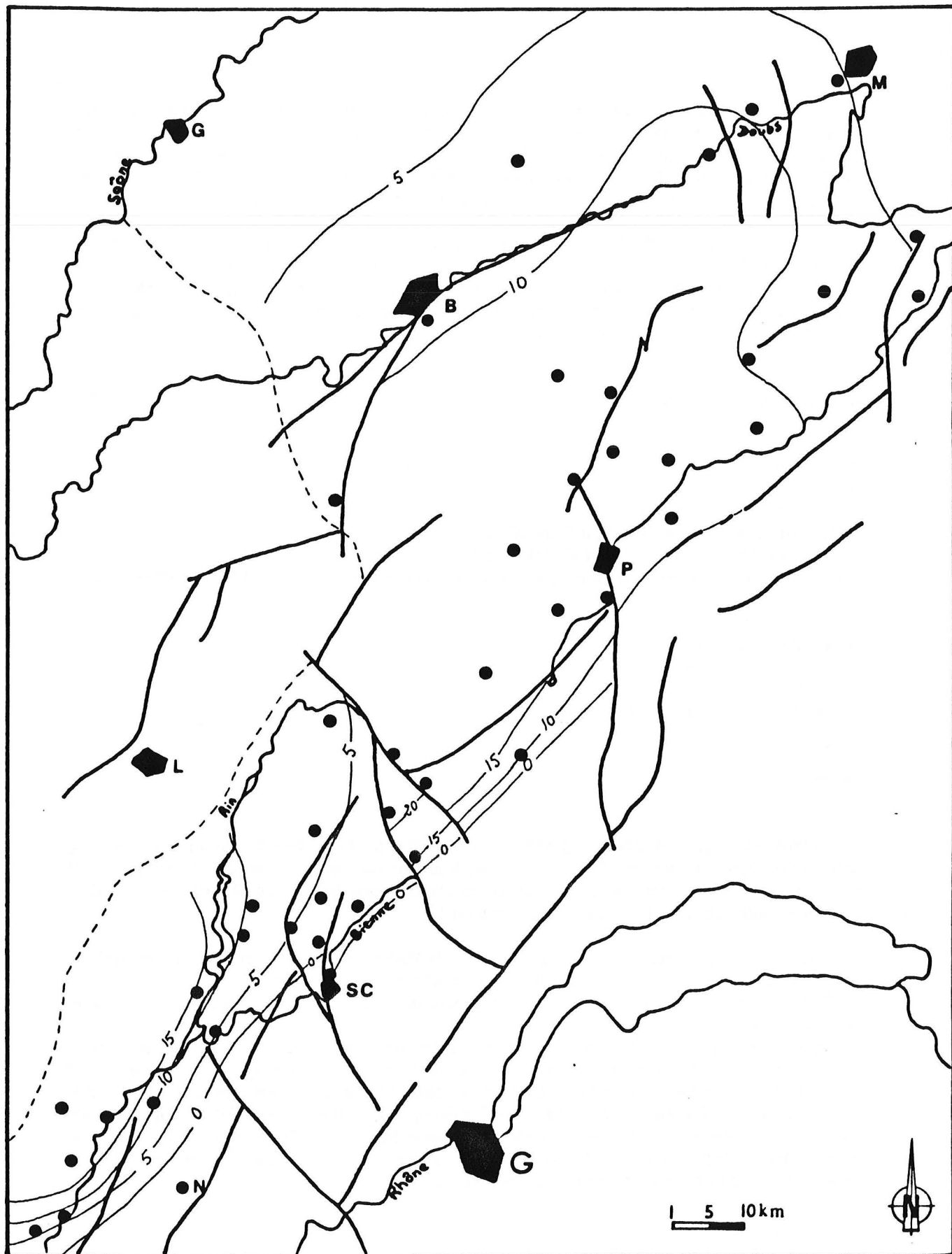


Fig. 63 : Carte des courbes isopaques interprétatives des Calcaires de Matafelon.

e) Calcaires de Chougeatsynonymie

- Couches du Chailley pars BERNIER 1984 (pour sa région occidentale), non ENAY 1965

coupe de référence

Coupe de Matafelon (P. BERNIER 1984, pp. 281 à 294)

description

Le membre des Calcaires de Chougeat traduit une évolution continue et progressive des Calcaires de Matafelon vers des milieux calmes de plate-forme interne peu profonde. Par là-même, la distinction du membre des Calcaires de Chougeat de celui des Calcaires de Matafelon se fait sur la disparition des stromatoporiés et le développement de tubulures.

Ce sont des calcaires mudstones à wakestones en bancs réguliers de 0,50 à 0,80 m d'épaisseur, caractérisés par la présence fréquente de tubulures du type "Thalassinoides". Les algues dasycladacés y sont rares.

Le sommet présente épisodiquement des faciès attestant une sédimentation en milieu intertidal supérieur. Ces indices d'émersions sont les manifestations méridionales d'une tendance plus affirmée sur l'axe salinois (Tidalites d'Arc-sous-Cicon).

Ces faciès ressemblent à ceux rencontrés dans les couches du Chailley portlandiennes du Jura méridional.

extension des Calcaires des Fins et de Chougeat

La carte des courbes isopaques tracées à partir des épaisseurs des deux membres réunis montre deux zones de fortes épaisseurs centrées d'une part sur la région bisontine et d'autre part sur la vallée de l'Ain (fig. 64). Ces zones, similaires de celles observées pour les Marnes de Rang, sont séparées par un secteur d'orientation WSW - ENE, axé sur le faisceau salinois, où les Calcaires des Fins disparaissent rapidement au profit des Calcaires bioclastiques de la Loue. Le même phénomène se remarque également entre Saint-Claude et Nantua où les Calcaires d'Oyonnax de haute énergie se substituent aux faciès à tubulures de plate-forme protégée des Calcaires de Chougeat.

milieu

Les deux membres représentent certainement un milieu abrité, à l'exception des rares horizons oolithiques qui dénotent un certain degré d'énergie.

Dans les Calcaires des Fins, de fréquents niveaux micritiques à pellets ainsi que des valves en connection appartenant à des petits bivalves suggèrent un hydrodynamisme très faible (pl. 2, photo a). En revanche, le remplissage souvent grossier des tubulures au sein des Calcaires de Chougeat résulte vraisemblablement de courants entraînant les particules (BERNIER 1984).

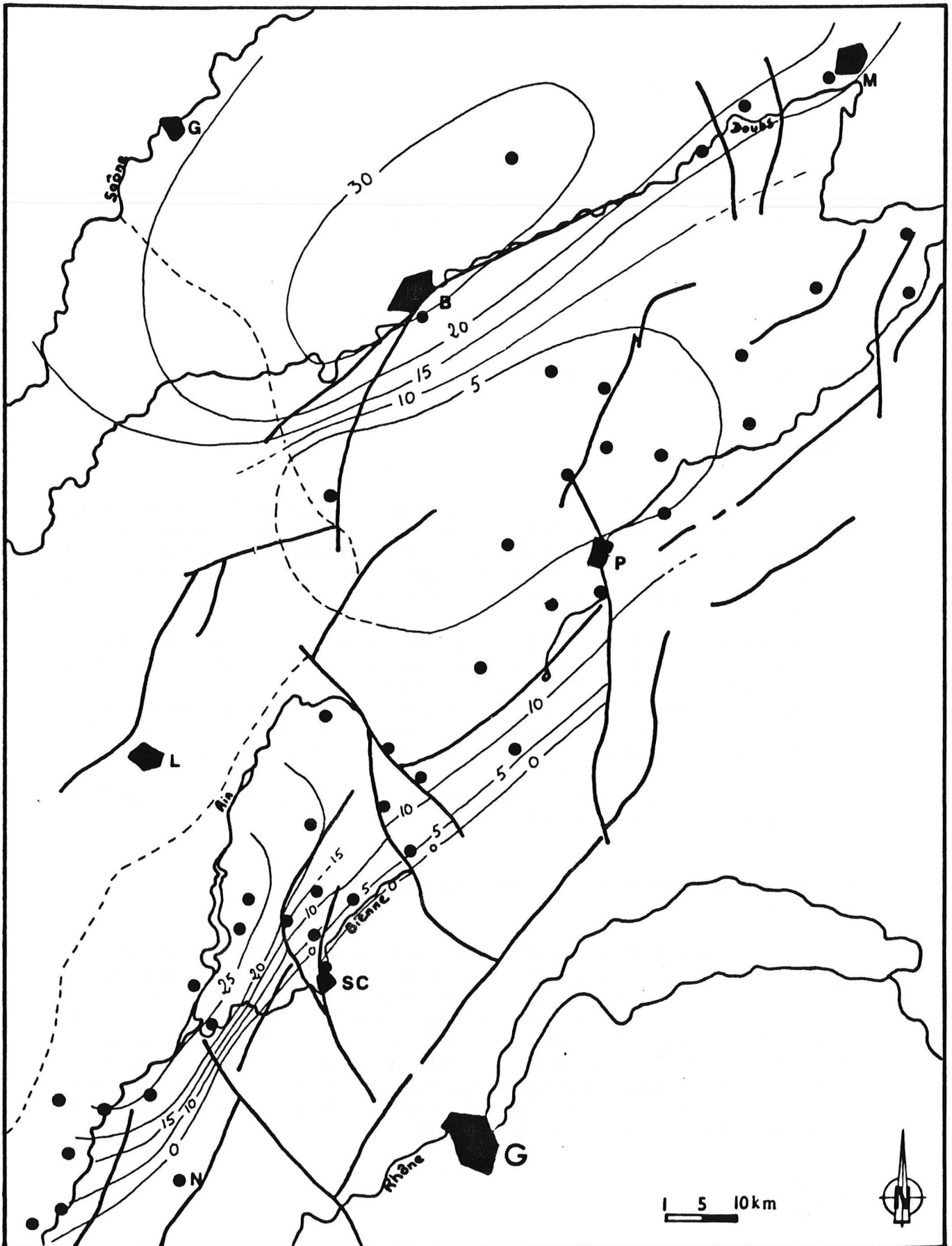


Fig. 64 : Carte des courbes isopaques interprétatives des Calcaires des Fins et des Calcaires de Chougeat (épaisseurs cumulées).

Ces observations variées sont en faveur d'un milieu subtidal supérieur. Les faciès sommitaux attestent toutefois un dépôt en eaux très peu profondes, soumis aux influences d'une nappe phréatique d'eau douce.

f) Calcaires de la Loue

coupe de référence

Coupe de la Loue (fig. 43a et 43b)

description

Surmontant l'ensemble crayeux et sublithographique des Calcaires des Fins, le membre des Calcaires de la Loue se caractérise par le très grand développement de calcaires bioclastiques. L'ensemble est limité à sa base par quelques niveaux glauconieux et pyriteux peu significatifs.

Ce sont des calcaires grainstones ocre, bioclastiques, à lamination entrecroisée ou plane parallèle. Peu développé dans la localité type, l'ensemble montre à Arc-sous-Cicon la succession de petites séquences dont les termes granoclassés indiquent une rapide évolution des faciès d'un milieu intertidal inférieur à intertidal supérieur, voire supratidal. De la base au sommet de chaque petite séquence, les débris deviennent de plus en plus fins et sont disposés régulièrement en lits parallèles. Des figures d'émersions, du type keystone-vugs, témoignent alors d'émersions fréquentes (pl. 2, photos b et c).

Sur l'ensemble du faisceau salinois, la formation est limitée au toit par un ensemble de lentilles bréchiques à matrice argileuse et cailloux noirs qui repose sur une vaste surface érodée et karstifiée (pl.2, photos d et e; pl. 3, photo c). Les rares ostracodes découverts dans ces milieux indiquent des salinités faibles de l'ordre de 5 pour 1000.

Le membre des Calcaires de la Loue est exclusivement présent sur l'axe salinois, où son épaisseur varie de 0 à 20 m (fig. 65). Son aire de répartition coïncide à peu près exactement avec la zone de très faible épaisseur des Calcaires des Fins sous-jacents.

Les calcaires de la Loue représentent un haut-fond axé sur le faisceau salinois, siège d'une sédimentation bioclastique en eaux très peu profondes. Dans ce cas, cette zone haute sépare deux bassins, l'un centré sur Besançon, la moyenne vallée du Doubs et la Haute-Saone, l'autre correspondant à la région méridionale, dans lesquels se déposent respectivement les Calcaires des Fins et les Calcaires de Chougeat.

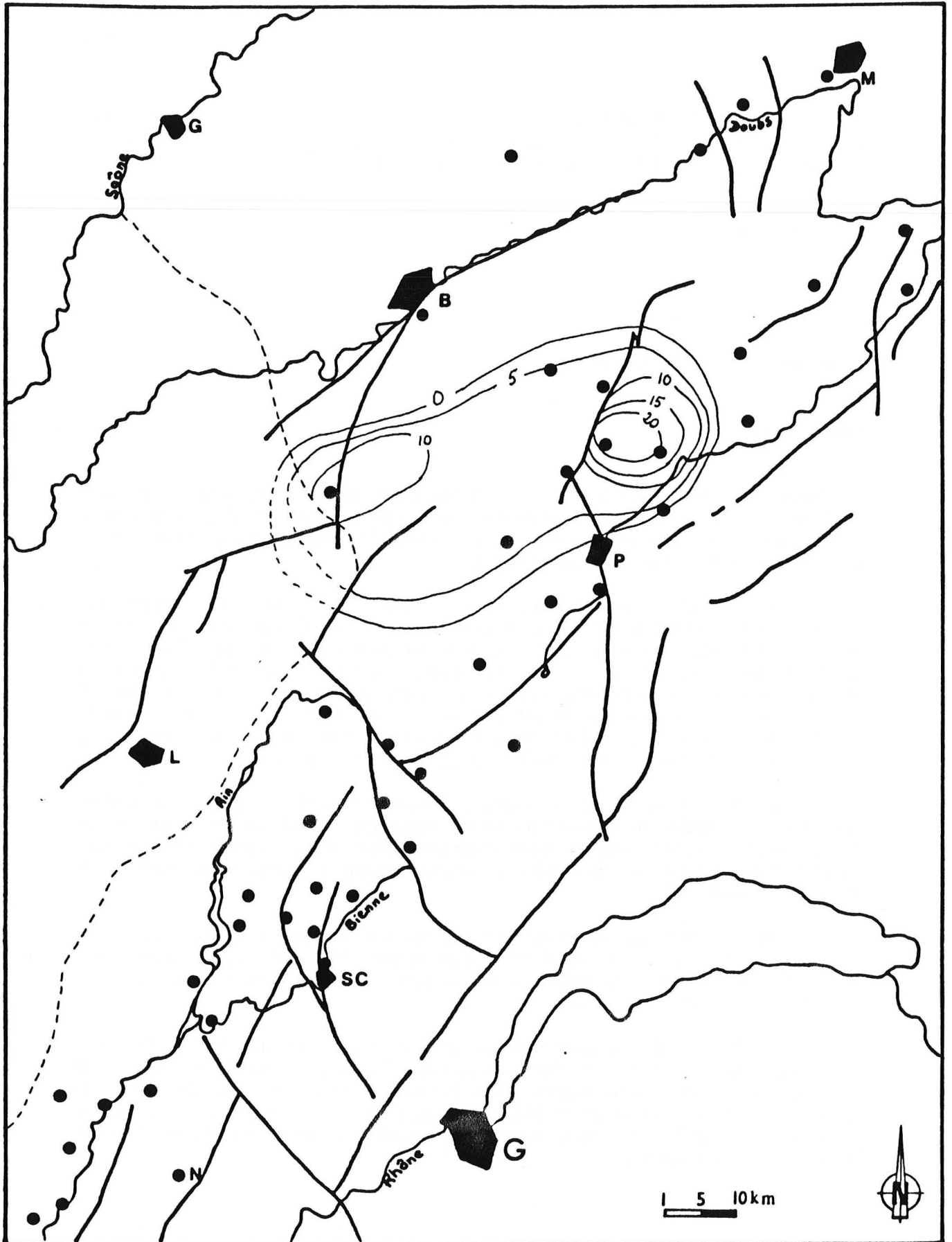


Fig. 65 : Carte des courbes isopaques interprétatives des Calcaires de La Loue.

g) Tidalites d'Arc-sous-Cicon

coupe de référence

Coupe d'Arc-sous-Cicon (fig. 42a et 42b)

description

D'extension semblable à celui des Calcaires de la Loue, le membre des Tidalites d'Arc-sous-Cicon est limité au mur et au toit par des surfaces de discontinuités nettes et bien repérables sur la terrain.

Sur l'axe salinois, deux niveaux bréchiques encadrent le membre. Le premier à la base constitue le terme ultime de la séquence mineure des Calcaires de la Loue. Il est remplacé dans les coupes des Fins et de Consolation-Maisonnette par un banc à coquilles dissoutes et figures d'émergence.

Le second, de plus faible épaisseur et caractérisé par un banc de calcaire micritique blanchâtre à cailloux multicolores, passe dans la région de Morteau (coupe des Fins) à un horizon condensé, irrégulier et ferrugineux sur lequel repose des niveaux argileux sombres à ammonites (pl. 3, photos a et b).

Les Tidalites d'Arc-sous-Cicon sont essentiellement des calcaires mudstones laminés à rares surfaces oxydées, des micrites à pelmicrites à spicules et algues dasycladacées. La fréquence des horizons, riches en birds-eyes et coquilles dissoutes, indiquent un milieu de type tidal, périodiquement émergé, caractéristique d'une plaine d'estran (pl. 3, photos d, e et f). Quelques passées de marnes vertes au sein de cet ensemble ont livré des ostracodes qui attestent une arrivée d'eau douce en milieu marin (salinité très faible). De tels faciès sont déjà bien connus dans le Jura méridional, dans les Tidalites de Vouglans (P. BERNIER 1973, T. CHEVALLIER & A. STRASSER 1985).

Les Tidalites d'Arc-sous-Cicon sont développées essentiellement sur l'axe salinois où elles constituent l'expression maximale des tendances émergives qui ont déjà débuté avec les Calcaires de la Loue (fig. 66). Néanmoins, elles débordent sur la région septentrionale, où leur présence marque la limite extrême de la plaine d'estran au Nord.

De tels faciès sont également observables sur le flanc suisse du Risoux. Ils indiqueraient également la terminaison nord-ouest d'une plaine d'estran dont les principaux témoins ont disparu au niveau de la vallée de Joux, sous le chevauchement du Mont-Tendre.

h) age de la formation

La formation des Calcaires des Gorges de Nouailles n'a livré des ammonites que dans la région septentrionale. Cependant, sur l'axe salinois, quelques formes présentes dans les niveaux argileux sombres sus-jacents aux Tidalites d'Arc-sous-Cicon ont permis de dater indirectement le sommet de la séquence ptérocérienne.

Le membre des Calcaires des Fins a livré en Haute-Saône une faune de la zone à Divisum et de la base de la zone à Acanthicum, et dans la région de Montbéliard des ammonites également de la zone à Divisum (fig. 67).

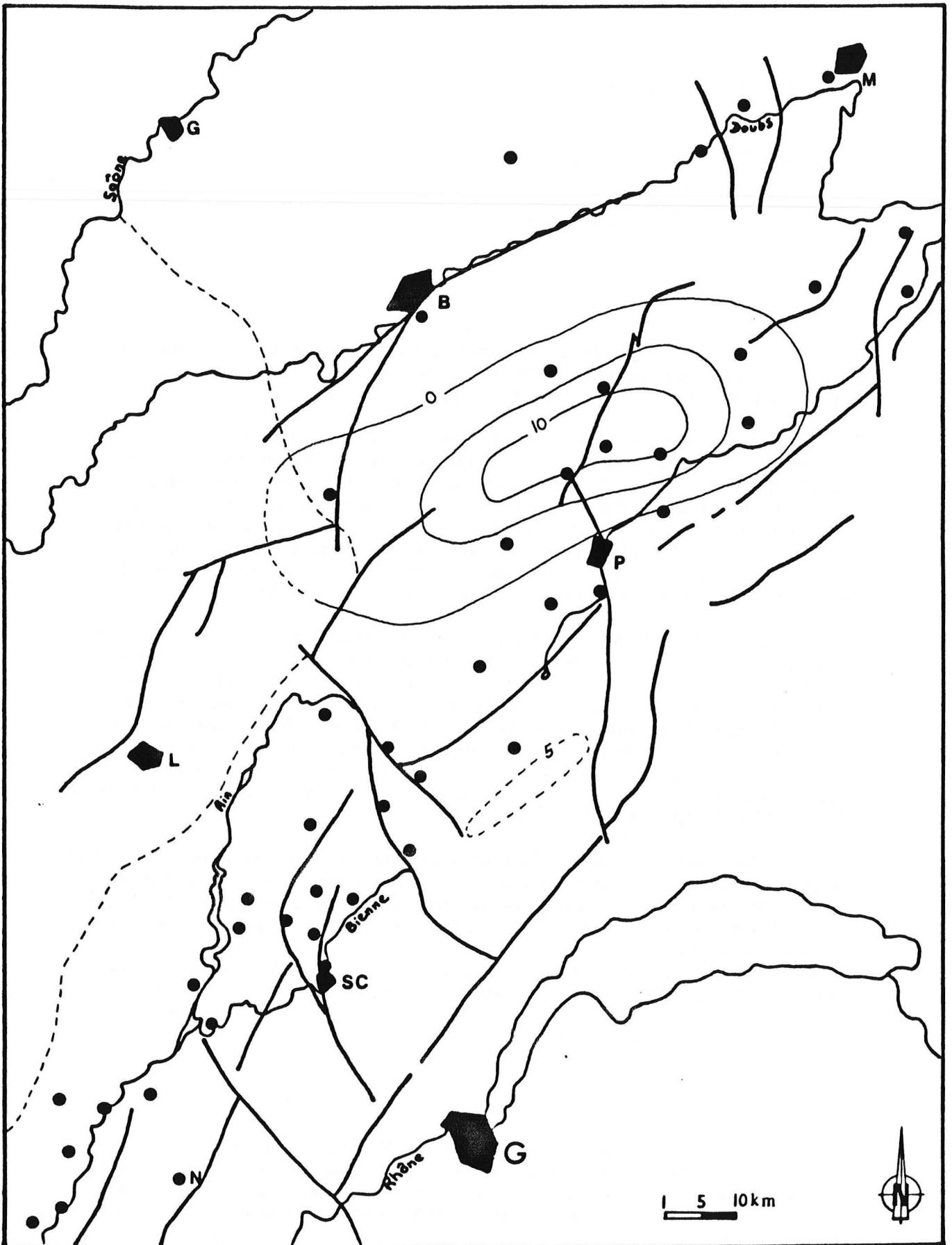


Fig. 66 : Carte des courbes isopaques interprétatives des Tidalites d'Arc-sous-Cicon

	HAUTE-SAONE	MONTBELIARD	AXE SALINOIS PLATEAU D'ORNANS
CALCAIRES et MARNES de SAVOYEUX (base)	Orthaspidoceras orthocera Orthaspidoceras liparum		Aulacostephanus gr. pinguis Orthaspidoceras liparum
(sommet) CALCAIRES des FINS	Aulacostephanus desmonotus Aspidoceras ulandi (partie moyenne) (1)	Aulacostephanus desmonotus (2) Ringsteadia gothica	X

(1) = *Aspidoceras quadrifinalis* (figuré in CONTINI & HANZTPERGUE 1973)

(2) = ammonite non figurée

Fig. 67 : Tableau récapitulatif des faunes d'ammonites récoltées dans les Calcaires des Fins (sommet de la séquence ptérocérienne) et les Calcaires et Marnes de Savoyeux (base de la séquence virgulienne).

Sur l'axe salinois, les niveaux fossilifères de la base des Calcaires et marnes de Savoyeux fournissent une faune qui caractérise le sommet de la zone à *Acanthicum*.

Dans les autres régions, aucun élément de datation n'a pu être mis en évidence et seule la disparition d'*Alveosepta jaccardi* (SCHRODT) pourrait caractériser le sommet de la séquence ptérocérienne.

Selon P. JAFFREZO (1980), qui mentionne toutes les citations de cette forme dans les différents bassins du pourtour méditerranéen, l'extension stratigraphique d'*Alveosepta jaccardi* débute avec certitude dans l'oxfordien supérieur (zone à *Bimmamatum*) et se poursuit jusque dans le Kimméridgien supérieur (zone à *Eudoxus*).

Plus près du Jura, dans la région de Dijon, A. PASCAL (1971) cite *Alveosepta jaccardi* associée à *Everticyclammina virguliana* (KOECHLIN) dans des couches datées du Kimméridgien inférieur par *Pomerania (Pachypictonia) perornulata* (SCHNEID) et *Rasenia (Involuticeras) involuta* (QUENSTEDT). Cette association s'observe également dans les coupes de la région méridionale, au sein des Calcaires et Marnes de Chargey (= Couches à ptérocères du Bois de Trequin BERNIER). Elle n'est, par contre, jamais présente dans les Marnes des Abergements portlandiennes où seule *Everticyclammina virguliana* existe.

Si la répartition verticale de *Alveosepta jaccardi* est encore sujette à discussion, il semble que son association avec *Everticyclammina virguliana* et sa disparition au toit des Calcaires de Chougeat soient de sérieux indicateurs du sommet du Kimméridgien inférieur et de la base du Kimméridgien supérieur.

En conclusion, dans la Haute-Saone et à Montbéliard, les Calcaires des Gorges de Nouailles renferment une faune de la zone à *Divisum* et de la base de la zone à

Acanthicum. Sur l'axe salinois, la base de la formation sus-jacente a livré une faune du sommet de la zone à Acanthicum. La fin de la séquence ptérocérienne se situe donc au sein de cette zone.

Enfin, dans la région méridionale, de fortes présomptions amènent à penser que le sommet des Calcaires des Gorges de Nouailles peut représenter le Kimméridgien supérieur basal.

2-2-3 Calcaires d'Oyonnax

La disparition des Calcaires et Marnes de Chargey sur l'axe calcaire entre Nantua et Saint-Claude se fait au profit de calcaires packstones à grainstones à nombreuses figures d'émersions et patchs récifaux dénommés calcaires d'Oyonnax.

Dans les coupes de Molinges, Oyonnax, Saint-Martin-du-Fresne et Chevillard, P. BERNIER décrit ces niveaux, qui surmontent un ensemble de calcaires oncolithiques, sous l'appellation "Couches de Prapont".

a) coupe de référence

Coupe d'Oyonnax (P. BERNIER 1984, pp. 244 à 252)

Les données lithologiques des coupes de Molinges, Saint-Martin-du-Fresne et Chevillard compléteront la description.

b) description

Au mur de la formation s'observent des niveaux riches en algues (oncolithes, Lithocodium sp., Bacinella sp.) et foraminifères (Conicospirillina basiliensis, Nautiloculina oolithica, Alveosepta jaccardi) qui s'apparentent aux Calcaires d'Aranc. Ces derniers reposent sur les couches du Morillon (Calcaires oolithiques de Corveissiat BERNIER) à Molinges et à Oyonnax et sur les Calcaires pseudolithographiques à Chevillard.

Le sommet des Calcaires d'Oyonnax se caractérise par des horizons à cailloux noirs et figures d'émergence (= Couches de Molinges BERNIER), témoins d'un milieu intertidal à supratidal.

Les Calcaires d'Oyonnax correspondent à des calcaires packstones à grainstones, à figures d'émergence marquées par des structures fenestrées, ciments en ménisques et cailloux noirs. Des horizons micritiques ou dolomicritiques laminés, ainsi que des bancs oolithiques se répartissent inégalement dans la formation. De petites constructions récifales s'observent à la base (Saint-Martin-du-Fresne et Oyonnax) et au sommet (Chevillard, Oyonnax et Molinges).

Dans la coupe de Molinges et Chevillard, les bancs à tubulures sus-jacents, riches en algues, pourraient s'apparenter aux Calcaires de Foncine-le-Bas.

c) age de la formation

Aucun élément ne permet de dater cette formation hormis la présence d'Alveosepta jaccardi qui semble indiquer un âge Kimméridgien inférieur. Seules des corrélations séquentielles peuvent être envisagées. Ainsi la présence des

indiquent que les Calcaires d'Oyonnax correspondent à l'ensemble ou à une partie de la séquence ptérocérienne.

d) milieu

Les faciès variés des Calcaires d'Oyonnax caractérisent, de même que les Calcaires de la Loue, un haut-fond, siège d'une sédimentation soumise à des conditions bathymétriques et hydrodynamiques changeantes. Les nombreuses figures d'émersion ainsi que les calcaires laminés attestent d'un dépôt en eaux très peu profondes et d'un milieu fréquemment émergé.

Cependant, la présence de calcaires mudstones plus ou moins argileux riches en foraminifères indiquerait un bref ennoyage de ce haut-fond. Ainsi l'abondance de Labyrinthina mirabilis WEYNSCHENK, Alveosepta jaccardi et "Tubiphytes" morroneis CRESCENTI à certains niveaux marque l'avancée extrême des faciès vaseux ou de mer ouverte sur l'axe calcaire.

2-3 Les formations de la séquence virgulienne

Deux formations, les Calcaires et Marnes de Savoyeux et les Calcaires de Foncine-le-Bas correspondent aux premiers termes de la séquence virgulienne.

2-3-1 Calcaires et Marnes de Savoyeux

Cette formation ne fait pas à proprement parler partie de l'étude. Cependant, les niveaux marneux de la base renferment un horizon fossilifère assez riche en ammonites. Celui-ci permet de dater le sommet des Calcaires des Gorges de Nouailles dans certains secteurs.

a) Synonymie

- Marnes à virgules inférieures, Calcaire à Dicerias et Marnes à virgules supérieures CONTEJEAN 1858
- Marnes à exogyres supérieures PERRON 1860

b) Coupe de référence

Coupe de la carrière de Savoyeux (Haute-Saone, D. CONTINI & P. HANTZPERGUE 1975, p. 7)

c) Description

En Haute-Saone et dans la région de Montbéliard, la formation se caractérise par un ensemble de calcaires argileux wakestones à packstones, parfois rognonneux, et de niveaux marneux riches en faune (bivalves et ammonites). Cet ensemble repose sur une surface durcie et glauconieuse.

Le caractère marneux est nettement moins affirmé au Sud dans la région de Pontarlier et sur l'axe salinois. Les Calcaires et Marnes de Savoyeux développent alors de grandes masses calcaires, disposées en bancs réguliers à tubulures et

séparés par de minces lits argileux en particulier au sommet de la formation. Dans la région de Champagnole, la formation passe progressivement à des calcaires à algues (Calcaires de Foncine-le-Bas) où les horizons marneux finissent par disparaître définitivement.

d) Age

Seules les formes récoltées au mur de la formation sont indiquées dans le tableau (fig. 67). Ainsi les calcaires noduleux et les lits argileux sombres de la base ont livré une faune qui caractérise le sommet de la zone à *Acanthicum* (sous-zone à *Orthocera* CONTINI & HANTZPERGUE 1975), dans la région septentrionale et sur l'axe salinois. Dans la région de Pontarlier, la réduction des lits marneux entraîne la disparition des éléments de datation.

e) Extension et milieu

Le dépôt des Calcaires et Marnes de Savoyeux marque un nouvel ennoyage de la partie nord du domaine jurassien durant le Kimméridgien supérieur. L'uniformité des faciès virguliens traduit une nette stabilité sédimentaire et la répartition de formes telles que *Orthaspidoceras* dénote une ouverture sur la bassin parisien (P. HANTZPERGUE 1985).

Dans la Haute-Saone et le Jura franc-comtois, la formation atteint 20 à 25 m d'épaisseur. Vers le Sud et dans la région de Pontarlier, les grandes masses calcaires, qui caractérisent le Kimméridgien supérieur, présentent, parallèlement à la disparition des niveaux marneux, des épaisseurs de l'ordre d'une centaine de mètres. Par manque de données, les courbes isopaques n'ont pu être tracées et seule la limite sud des intercalations marneuses peut être appréciée avec plus ou moins de précision (fig. 68).

2-3-2 Calcaires de Foncine-le-Bas

Cette formation fait suite, dans la région méridionale et sur l'axe calcaire de Nantua - Pontarlier, aux Calcaires de Chougeat, dont il est très difficile de la séparer. Cependant, des critères faunistiques et sédimentologiques m'ont conduit à la considérer comme unité autonome.

a) Synonymie

Elle correspond à la partie sommitale de l'ensemble dénommé "Couches du Chailley" par P. BERNIER dans les coupes des Crozets (CRO 133 à 155), du Bois de Trequin (TT 118 à 200) et de Matafelon (MAT 121 à 156).

b) Coupe de référence

Coupe de Foncine (fig. 50a, 50B, 50c et 50d)

c) Description

Un horizon de calcaire gris mudstone à ptérocères est parfois présent à la base de la formation (coupes de Pont-de-la-Chaux et de Matafelon). Il a livré une nouvelle espèce de brachiopode : *Terebratula* nov. sp. M.

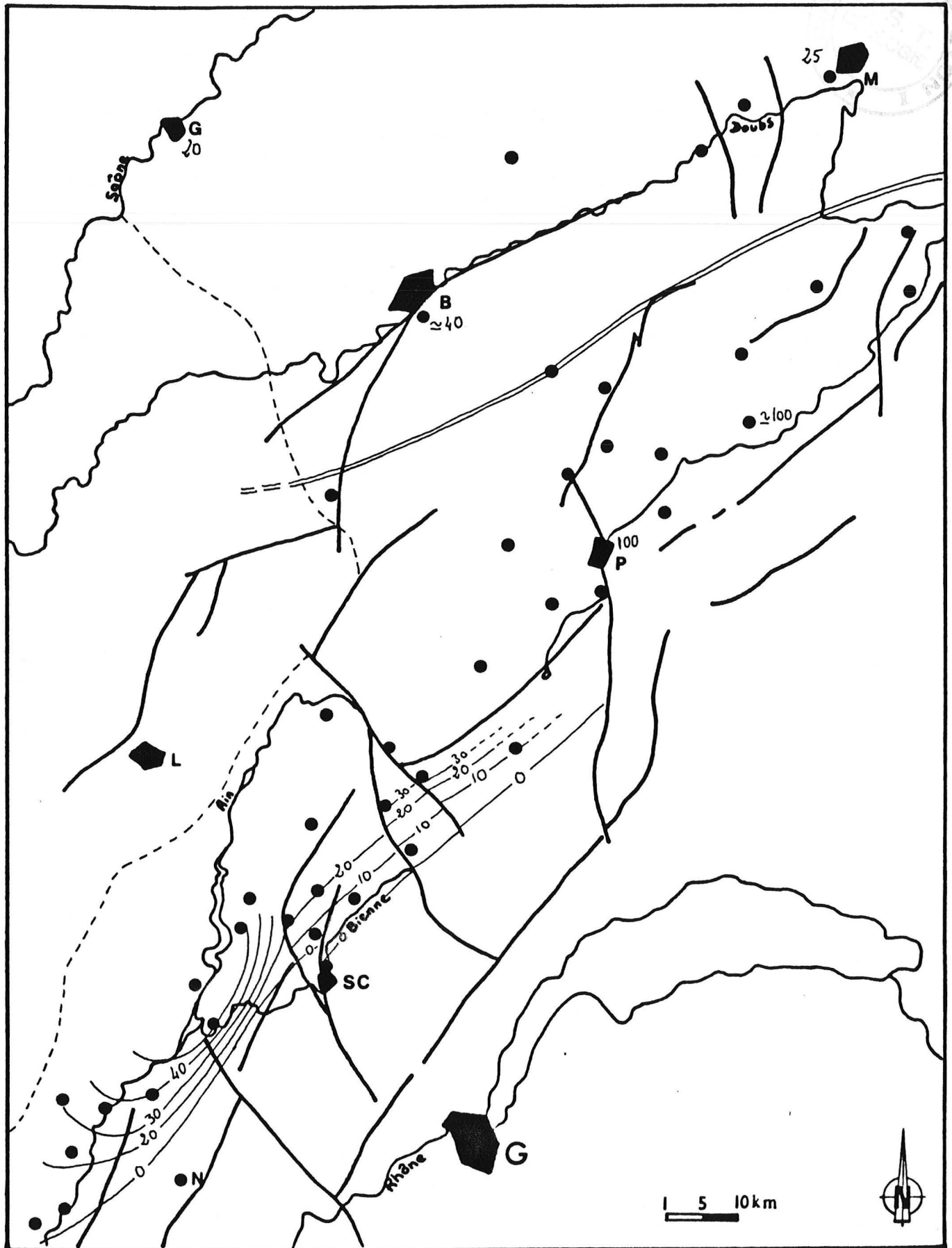


Fig. 68 : Carte des courbes isopaques interprétatives des Calcaires de Foncine-le-Bas et limite d'extension méridionale des intercalations marneuses au sein des Calcaires et Marnes de Savoie.

Ce sont des calcaires généralement wakestones à tubulures où les algues dasycladales montrent un développement assez considérable avec entre autres : Salpingoporella annulata CAROZZI, Clypeina jurassica FAVRE, Campbelliella striata (CAROZZI), Heteroporella lemensis (BERNIER), Terquemella sp. Episodiquement, des niveaux attestent une sédimentation intertidale, en particulier à la base de la formation.

Le tracé des courbes isopaques montre une zone de forte épaisseur axée sur la vallée de l'Ain, identique à celle des Calcaires de Chougeat (fig. 68). Au Risoux et dans la région de Mouthe et Mignovillard, l'homogénéité des faciès rend difficile la distinction des Calcaires de Foncine-le-Bas et des Calcaires et Marnes de Savoyeux.



3 - CORRELATIONS GENERALES (fig. 69)

3-1 La séquence séquanienne : limite supérieure

Les termes du sommet de la séquence séquanienne sont répartis selon un schéma stratigraphique discuté dans le travail de R. ENAY *et al* (sous presse). Les corrélations entre les formations ptérocériennes, qui seront proposées par la suite, reposent donc sur un cadre stratigraphique bien précis dont je ne reprendrai que les points essentiels.

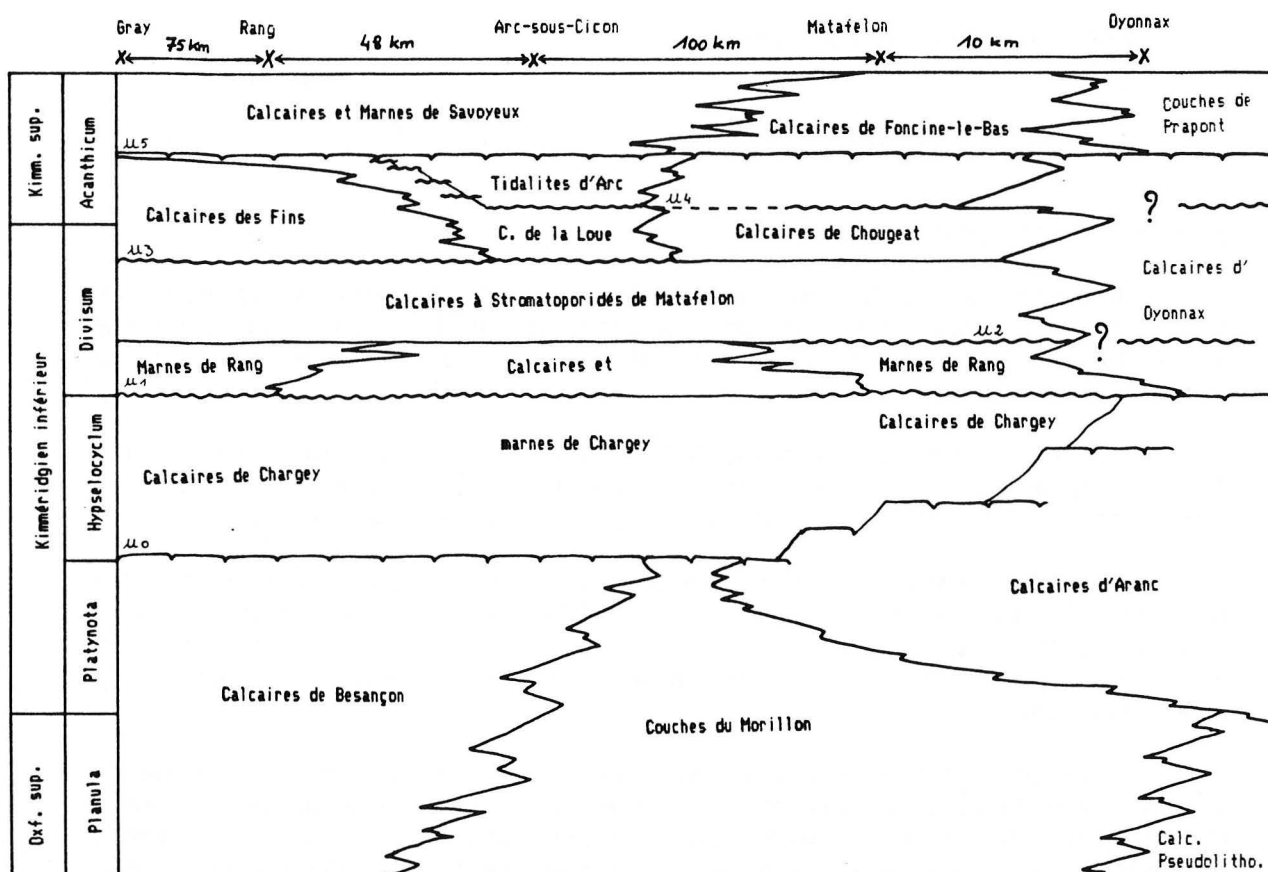


Fig. 69 : Agencement spatio-temporel des formations de la séquence ptérocérienne et des discontinuités observées en son sein (Kimméridgien inférieur et supérieur *pro parte*).

Au nord d'une ligne passant par Lons-le-Saunier, Champagnole et Pontarlier se développent des calcaires fins (Calcaires de Besançon). Ceux-ci sont limités à leur toit par une surface durcie et irrégulière qui forme la discontinuité U0. Bien marquée en Haute-Saône où la surface est généralement perforée, celle-ci reste discrète dans la moyenne vallée du Doubs où le passage des Calcaires de Besançon aux Calcaires de Chargey s'effectue sans grande variation lithologique. Cette discontinuité est généralement surmontée d'un horizon glauconieux et noduleux qui disparaît aux abords du faisceau salinois.

Au sud-est de la ligne précitée, ces faciès de lagon passent rapidement à un ensemble de calcaires périrécifaux (Couches du Morillon) auxquels succèdent des

calcaires oncolitiques (Calcaires d'Aranc). Ces accumulations oncolithiques recouvrent indifféremment les Calcaires pseudolithographiques ou le faciès à débris et oolithique des Couches du Morillon et des Calcaires oolithiques de Corveissiat (BERNIER) dans le Jura méridional. Les Calcaires d'Aranc sont également soulignés à leur toit par une surface d'arrêt de sédimentation, fréquemment accompagnée de ciments de diagenèse précoce.

Ainsi, dans le secteur étudié et même, au-delà, vers le Sud-Est, la séquence séquanienne est terminée par une discontinuité de large extension sur laquelle repose la séquence majeure ptérocérienne.

3-2 La séquence ptérocérienne

3-2-1 Les discontinuités

a - Les discontinuités majeures

Débutant au-dessus de la discontinuité U0, qui termine la séquence séquanienne, la séquence majeure ptérocérienne est limitée à son sommet par une autre discontinuité majeure, U5, observable également sur l'ensemble du secteur étudié.

L'âge de la première discontinuité U0, dont les caractères généraux ont été discutés ci-dessus, n'est connu avec précision qu'en certains points du Jura méridional où elle placée au toit de la zone à Platynota (Kimméridgien basal).

Au nord du faisceau salinois, les premières ammonites récoltées dans les Calcaires de Chargey sont déjà élevées dans le Kimméridgien inférieur (zone à Hypselocyclum). Il est donc vraisemblable, sauf à envisager une lacune à la base de l'étage, que la fin de la séquence séquanienne corresponde au sommet de la zone à Platynota.

Partout ailleurs, aucun élément ne permet de préciser l'âge de la discontinuité. Cependant la récolte de faunes à différents niveaux de la zone à Hypselocyclum (Kimméridgien inférieur), au dessus des Calcaires d'Aranc, dans la région de Saint-Claude, est en faveur du diachronisme du toit de cette formation.

La seconde discontinuité, U5, au toit de la séquence ptérocérienne, se traduit par une surface durcie et encroutée souvent glauconieuse dans la région septentrionale et par une brèche à cailloux multicolores sur l'axe salinois. Des niveaux fossilifères qui recouvrent la discontinuité U5 (base des Calcaires et Marnes de Savoyeux), ainsi que des faunes récoltées dans les niveaux sous-jacents, permettent de la placer au sein de la zone à Acanthicum (sommet de la sous-zone à Mutabilis HANTZPERGUE 1979 ?).

Dans la région de Pontarlier et de Champagnole (zone "subsidente" de l'axe calcaire) et dans la région méridionale, cette surface, plus discrète, n'est reconnue que sous la forme d'un horizon marneux fossilifère et/ou d'une surface irrégulière rarement soulignée par une cimentation diagénétique précoce. Dans les régions de Nantua et Oyonnax, se développent au sommet des Calcaires d'Oyonnax, les couches de Molinges qui témoignent d'une exondation locale de la plate-forme.

Aucun argument paléontologique n'a permis la datation des ces niveaux. Seule la disparition d'Alveosepta jaccardi peut caractériser le Kimméridgien supérieur basal.

Cette discontinuité U5 se retrouve néanmoins très discrète sur le versant sud-est de l'axe calcaire. Elle se manifeste par une récurrence marneuse, au sein de la zone à *Acanthicum*, soulignée localement d'un horizon glauconieux (Ile-Crémieu - R. ENAY, 1959) et accompagnée d'une augmentation du nombre des formes téthysiennes (R. ENAY *et al.*, 1984).

b - Autres discontinuités

Entre les discontinuités U0 et U5 s'observent également d'autres discontinuités à caractère local ou régional, qui déterminent, au sein de la séquence ptérocérienne, les séquences Sp1 et Sp2.

La discontinuité U1 : le dépôt des marnes de Rang est précédé d'un arrêt de sédimentation U1 qui se marque par une surface durcie et oxydée, parfois fortement bioturbée.

La discontinuité U2 : caractérisée dans la région septentrionale (coupe de Rang) par un niveau riche en brachiopodes, la discontinuité U2 souligne nettement le toit des Marnes de Rang dans les coupes de la région méridionale.

La discontinuité U3 : dans la région septentrionale et sur l'axe salinois, les Calcaires de Matafelon sont limités au sommet par la discontinuité U3, surface irrégulière qui présente localement des indices de cimentation diagénétique précoce.

La discontinuité U4 : enfin sur l'axe salinois, s'observe une dernière discontinuité U4, marquée par le dépôt d'une brèche à cailloux noirs entre les Calcaires de la Loue et les Tidalites d'Arc-sous-Cicon. Elle se remarque également dans la région méridionale au sein des Calcaires de Chougeat, sous des niveaux qui attestent une sédimentation de type intertidal supérieur.

Ces discontinuités sont datées par des faunes d'ammonites dans la région septentrionale et sur l'axe salinois. Ainsi, la discontinuité U1 marque probablement le sommet de la zone à *Hypselocyclum*, tandis que les discontinuités U2, U3 et U4 appartiennent aux zones à *Divisum* et à *Acanthicum* pars.

c - Extension aux autres régions

Les quelques arguments paléontologiques réunis permettent de corréliser les discontinuités entrevues dans les paragraphes précédents avec celles définies dans la synthèse du Sud-Est (R. ENAY *et al.*, 1984) et celles proposées par P. HANTZPERGUE (1985) pour les formations carbonatées du Kimméridgien Nord-Aquitain.

Le bassin du Sud-Est : le dépôt des Marnes de Rang, qui marque le développement maximum de la vasière, peut être comparé à l'épisode marneux de la vire à *Crussoliceras*, largement étendue dans le Sud-Est (F. ATROPS, coupe de Crussol (Ardèche), *in* R. ENAY *et al.*, 1984). Les discontinuités, signalées dans cette coupe sous la forme de lits marneux et de joints ondulés dans la partie supérieure de la zone à *Divisum* et la partie inférieure de la zone à *Acanthicum*, seraient alors l'équivalent des discontinuités U4 et U5 de la séquence ptérocérienne.

Le bassin d'Aquitaine : les discontinuités majeures U0 et U5 qui délimitent la séquence majeure ptérocérienne trouveraient leur équivalent dans les discontinuités D2 et D8 de P. HANTZPERGUE.

La discontinuité U1, du toit des Calcaires de Chargey (couches à ptérocères) et équivalente de D5, marque la fin d'une instabilité des conditions de dépôts, soulignée en Aquitaine par les surfaces D3 et D4.

La discontinuité D7, triple banc perforé au sommet de l'Oolithe et Marne de Chatellaillon (Aquitaine), serait équivalente de la surface U4 qui marque la base des Tidalites d'Arc-sous-Cicon et des faciès d'émergence des Calcaires de Chougeat. Dans ce cas, il est difficile de reconnaître l'équivalent des surfaces U2 et U3 datées dans le Jura dans la zone à Divisum. En Aquitaine, une seule discontinuité D6 est observable au sein de cette même zone.

3-2-2 Les séquences régionales

Du point de vue séquentiel, on se souvient que la séquence ptérocérienne est divisée en deux séquences régionales, Sp1 et Sp2, reconnaissables sur l'ensemble du secteur géographique étudié. Ces deux séquences présentent localement des séquences mineures qui traduisent l'instabilité des conditions de dépôt.

La séquence Sp1 correspond à l'installation d'une vasière caractérisée par le développement des Calcaires et Marnes de Chargey et des Calcaires de Matafelon. Le développement maximal de cette vasière se traduit par le dépôt local des Marnes de Rang. Les arguments paléontologiques permettent d'attribuer cette séquence aux zones à *Hypselocyclus* et à *Divisum pars*.

La séquence Sp2 est marquée par l'extrême variabilité des dépôts qui semble guidée par des secteurs déterminés. Tandis que les faciès fins des Calcaires des Fins et de Chougeat s'établissent dans deux zones déprimées situées l'une sur la moyenne vallée du Doubs et en Haute-Saône, l'autre sur la vallée de l'Ain, des faciès de haute-énergie et des faciès laminés (Calcaires de la Loue, Calcaires d'Oyonnax, Tidalites d'Arc-sous-Cicon) s'organisent selon deux axes "résistants" : l'axe salinois et l'axe calcaire entre Nantua et Oyonnax.

La séquence Sp2 se scinde en petites séquences locales mineures parfois soulignées par d'importants arrêts de sédimentation.

L'âge proposé pour cette séquence correspond au sommet de la zone à *Divisum* et à la partie inférieure de la zone à *Acanthicum* (sous-zone à *Mutabilis* HANTZPERGUE 1979).

3-2-3 Corrélations

Les deux coupes palinspatiques des figures 70 et 71 permettent de saisir la géométrie spatio-temporelle des corps sédimentaires et leurs relations mutuelles.

Après l'épisode argilo-carbonaté des Calcaires et Marnes de Chargey, le domaine jurassien est envahi au nord d'une ligne Pont-d'Ain, Nantua, Saint-Claude et Vallorbe (Suisse), par une sédimentation de plate-forme interne caractérisée par les calcaires de Chougeat au Sud et les Calcaires des Fins au Nord. Ces deux corps sédimentaires s'intriquent aux abords du faisceau salinois où ils passent très rapidement par indentation à un ensemble bioclastique, les Calcaires de la Loue. Ce dernier faciès progresse au Nord dans la région bisontine et en Haute-Saône sous la forme d'horizons biodétritiques et oolithiques dont le plus important couronne les Calcaires des Fins à Germondans et à Gray.

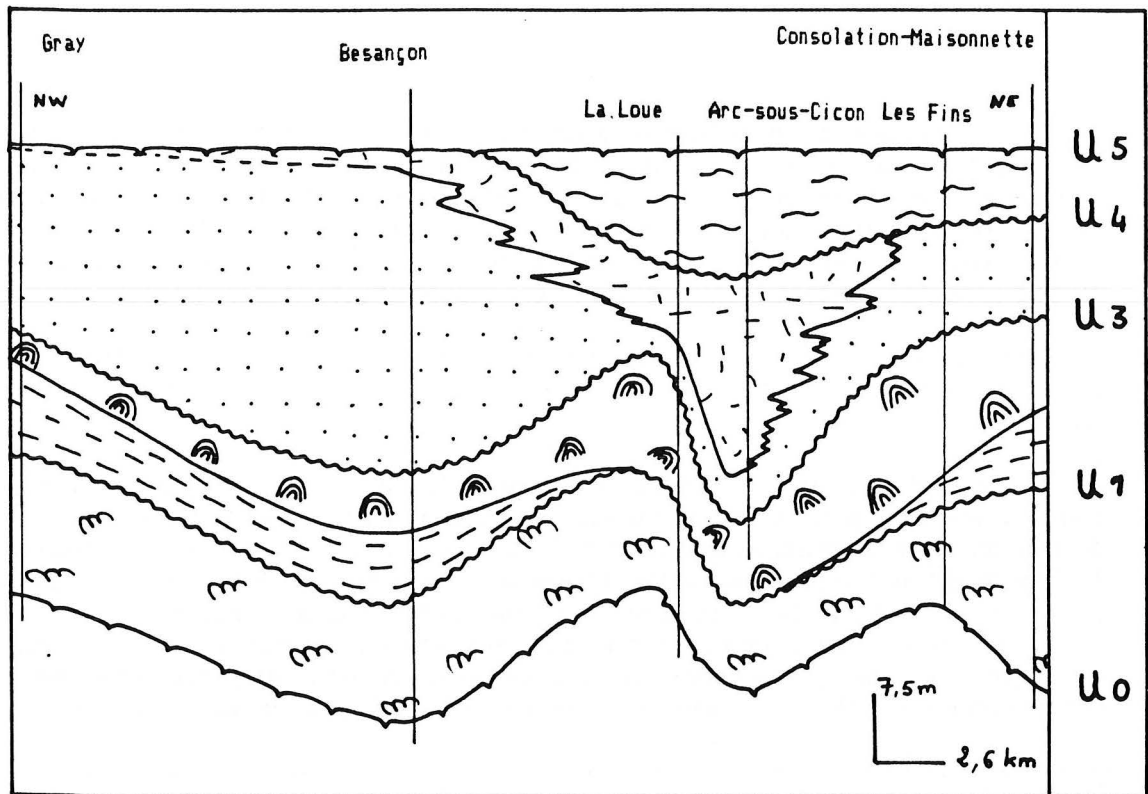


Fig. 70 : Coupe palinspatique de la région septentrionale entre Gray (Haute-Saône) et Consolation-Maisonnette (Doubs).

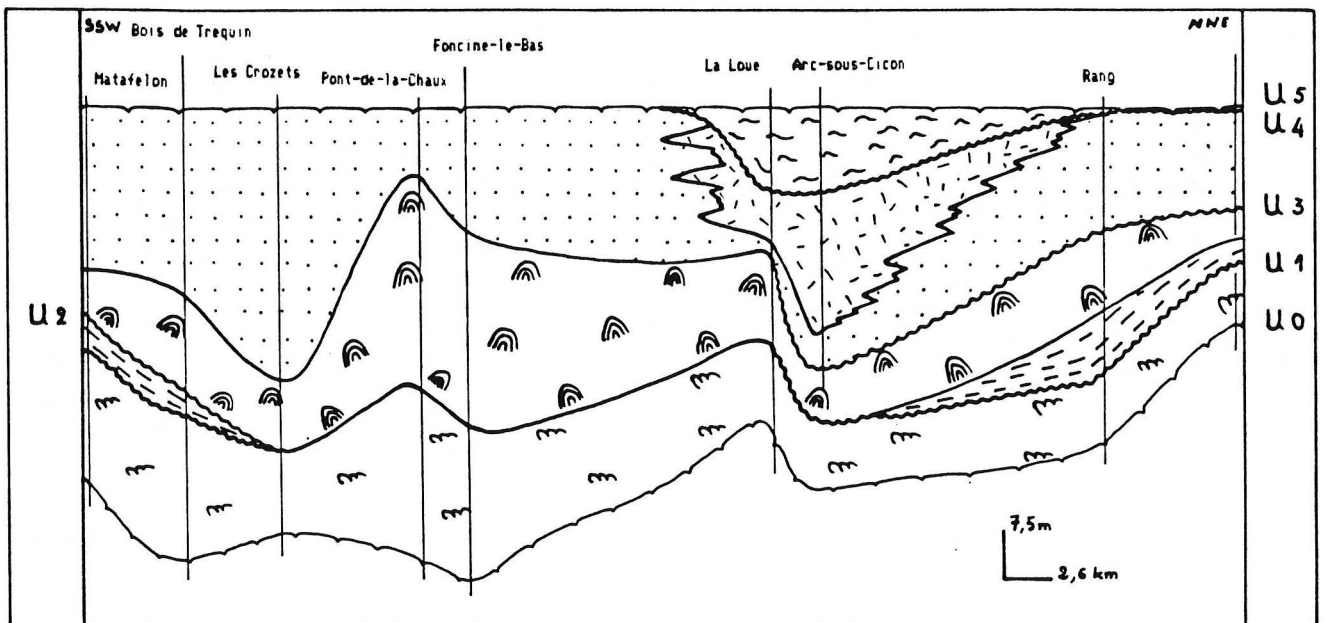


Fig. 71 : Coupe palinspatique du Jura français (secteur étudié) entre Matafelon (Ain) et Montbéliard (Doubs).

A cette époque (base de la zone à *Acanthicum*), l'axe salinois est alors le siège d'une sédimentation de type intertidal (*Tidalites* d'Arc-sous-Cicon). Celle-ci prograde dans la région de Morteau et au delà jusqu'aux alentours de Montbéliard, où des niveaux de calcaires laminés peuvent représenter l'avancée extrême de cette formation. Ces faciès reposent indifféremment sur les Calcaires de la Loue ou des Fins par l'intermédiaire d'une nette discontinuité (discontinuité U4).

L'ensemble des termes qui constituent la fin de la séquence ptérocérienne est scellé par une surface d'arrêt de sédimentation (discontinuité U5) plus ou moins nette.

Un troisième schéma palinspatique (fig. 72), qui relie les coupes de la région méridionale et des environs d'Oyonnax et Nantua, montre l'indentation des faciès de mer ouverte, à l'Est, et de vasière, à l'Ouest, sur les Calcaires d'Oyonnax dont les termes biodétritiques, voire récifaux, caractérisent une zone résistante, interprétée comme un haut-fond soumis à des exondations fréquentes.

Des niveaux mudstones riches en foraminifères ainsi que des horizons riches en stromatoporiés, récurrences de milieux plus profonds et protégés au sein de cet ensemble, représenteraient un ennoyage temporaire de ce haut-fond.

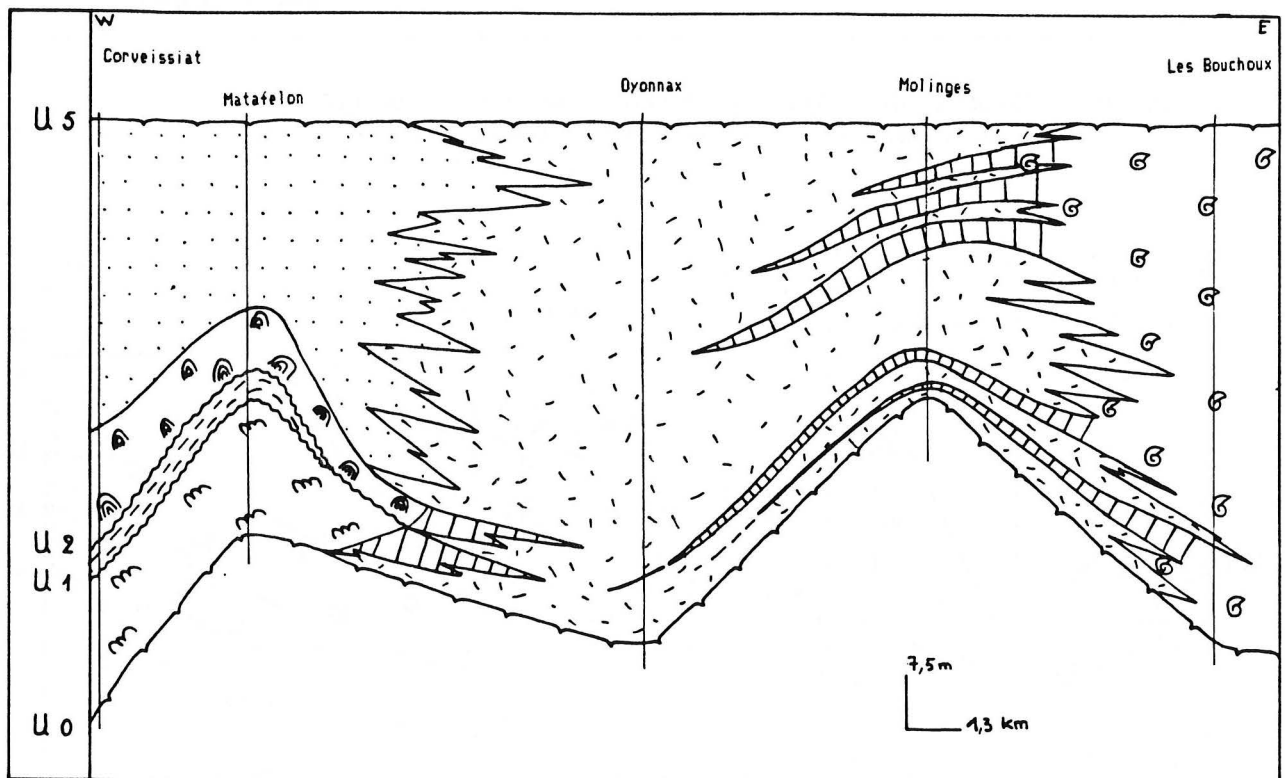


Fig. 72 : Coupe palinspatique du Jura méridional, entre Corveissiat (Ain) et les Bouchoux (Ain), à la limite de la région méridionale et de l'axe calcaire de Nantua - Saint-Claude.

3-3 La séquence virgulienne : limite inférieure

Le développement de trois formations, les Calcaires et Marnes de Savoyeux et les Calcaires de Foncine-le-Bas, sur le secteur étudié, ainsi que les Couches de Prapont inférieures (BERNIER 1984), sur une partie de la Haute-Chaine, caractérise la base de la séquence.

Les deux premières correspondent à un nouvel ennoyage de la plate-forme, au cours duquel le dépôt des Calcaires et Marnes de Savoyeux correspond à l'installation d'une nouvelle vasière.

Sur l'axe calcaire de Nantua et Oyonnax, les Couches de Prapont inférieures sont le reflet d'une sédimentation biodétritique et localement oolithique qui continue l'évolution du haut-fond mis en place avec les Calcaires d'Oyonnax vers des milieux plus protégés d'arrière-récif où pourront se développer des constructions de type pinacle.

Les Calcaires et Marnes de Savoyeux, dont les premiers bancs fossilifères sont datés du sommet de la zone à *Acanthicum* (Kimméridgien supérieur basal), passent progressivement et par indentation (disparition des niveaux marneux) aux Calcaires de Foncine-le-Bas, au voisinage du décrochement de Morez. Dans cette région, seules des observations microfauniques et sédimentologiques approfondies permettent de distinguer les deux formations.

Les Calcaires de Foncine-le-Bas sont corrélés avec les Couches de Prapont inférieures entre Nantua et Oyonnax, où les variations latérales de faciès s'effectuent brutalement. Quelques bancs de calcaires fins à la base des Couches de Prapont inférieures soulignent également le retour à des conditions plus marines.

3-4 Comparaisons avec les régions voisines

3-4-1 Le Maconnais et le Tournugeois

Ces deux régions ont fait l'objet d'une étude récente (P. VIOLLET 1986). L'auteur cite entre autres, au-dessus des formations carbonatées oxfordiennes, trois formations du jurassique terminal :

- Les Calcaires des Rochons, ensemble de calcaires massifs à patine blanche presque exclusivement micritiques. Cette formation se divise en trois membres : deux ensembles inférieur et supérieur de calcaires mudstones à wakestones légèrement bioturbés qui encadrent un membre médian, à ptérocères et riche en faune (bivalve, brachiopodes, madréporaires et foraminifères).
- Les Calcaires de Vers, caractérisés par l'abondance des stromatoporiés et des niveaux à tubulures et soulignés à leur base par des niveaux à cimentation de diagénèse vadose.
- Les Calcaires du Clos-de-Vergis, ensemble de calcaires fins bioturbés et fréquemment dolomitisés, à niveaux riches en algues et madréporaires.

Ces formations sont attribuées par P. VIOLLET au Kimméridgien supérieur et Portlandien basal par comparaison avec les formations utilisées par P. BERNIER.

Ainsi les Calcaires des Rochons sont l'équivalent des Couches à ptérocères du Bois de Trequin (BERNIER), les Calcaires de Vers des Calcaires de Matafelon (BERNIER) et les Calcaires du clos de Vergis des Couches du Chailley (BERNIER, non ENAY).

Ces corrélations se basent d'une part sur la similitude des faciès et d'autre part sur le tableau de répartition stratigraphique des foraminifères du Jurassique supérieur proposé par P. BERNIER pour le Jura méridional (1984, p. 530).

Les datations établies dans les chapitres précédents amènent à reconsidérer l'âge Kimméridgien supérieur proposé par P. VIOLLET pour ces formations.

Les Calcaires des Rochons prolongeraient les Calcaires et Marnes de Chargey (= Couches à ptérocères du Bois de Trequin BERNIER) au delà de la plaine bressane, tandis que l'ensemble des Calcaires de Vers et des Calcaires du Clos-de-Vergis seraient l'équivalent latéral d'une partie des Calcaires des Gorges de Nouailles.

En conclusion, les formations post-oxfordiennes décrites par C. VIOLLET dans le Maconnais et le Tournugeois représentent la partie inférieure du Kimméridgien. Les termes lithologiques du Kimméridgien terminal et du Portlandien font alors défaut dans la région qu'il a étudiée.

3-4-2 La bordure nord-est du Morvan

Au symposium sur la sédimentation jurassique de l'Ouest européen (1979), J.C. MENOT et A. PASCAL font état d'une deuxième séquence majeure dont la base est datée de la zone à Cymodoce et les niveaux les plus élevés du Portlandien basal.

Au Nord, dans la région de Mirebeau et Dijon, ils citent :

- les Calcaires de Beaumont-sur-Vingeanne, mal stratifiés et à nombreuses surfaces d'arrêts de sédimentation. La faune y est abondante, typique des faciès ptérocériens. L'association des foraminifères Alveosepta jaccardi (SCHRODT) et Everticyclammina virgulliana KOEHLIN y est remarquable.
- les Calcaires fins de Bourberain, alternance de petits bancs de calcaires fins parfois finement bioclastiques, de lits de marnes feuilletées et de passées lumachelliques à exogyres, qui ont livré des ammonites de la zone à Acanthicum.
- puis viennent au dessus les Calcaires et Marnes à exogyres du kimméridgien supérieur (Calcaires et Marnes de Savoyeux).

Au Sud, dans la région de Chagny-Fontaines, les faciès sont plus fortement carbonatés et présentent de haut en bas :

- des calcaires micritiques parfois finement bioclastiques et des dolomies pauvres en faune (bivalves, brachiopodes et nérinées).

- puis des laminations stromatolithiques à structures vacuolaires et un niveau bréchique à cailloux noirs indiquant des conditions de très faible profondeur.

Ces données lithologiques montrent un certain parallélisme avec les faciès observés dans le Jura. Les datations permettent de corréliser les Calcaires de Beaumont avec les Calcaires et Marnes de Chargey et les Calcaires de Bourberain avec la formation des Gorges de Nouailles. D'autre part, les laminations stromatolithiques décrites à Chagny-Fontaines montrent des affinités très nettes avec le faciès des Tidalites d'Arc-sous-Cicon observé sur le faisceau salinois.

3-5 Conclusions

Les corrélations illustrées par la figure 73 permettent de saisir les unités lithologiques des différentes régions et leur agencement dans le temps.

La constance des faciès dits ptérocériens, ainsi que celle des Calcaires à stromatoporidés est remarquable du nord au sud du Jura et de part et d'autre du fossé bressan. Les nombreux termes lithologiques sus-jacents traduisent pour leur part l'extrême variabilité des conditions de dépôts, conséquence d'une structuration plus ou moins prononcée du domaine jurassien.

Maconnais	Dijonnais	Besançon	La Loue	Champagnole	Corveissiat	Oyonnax
		Calcaires et Marnes de Savoyeux		Calcaires de Foncine-le-Bas		Couches de Prapont
?	Calcaires de Bourberain	Calcaires des Fins	Tidalites d'Arc s/ Cicon Calcaires de la Loue	Calcaires de Chougeat		Calcaires
Calcaires du clos de Vergis	et	Calcaires à stromatoporidés de Matafelon				
Calcaires de Vers	Dolomies de Saint Hilaire					d'Oyonnax
Calcaires des Rochons	Calcaires de Beaumont	M. de Rang C. Chargey	Calcaires et Marnes de Chargey		M. de Rang C. Chargey	
Calcaires du Martoret	Calcaires d'Asnière	Calcaires de Besançon		Couches du Morillon		Calcaires d'Aranc

Fig. 73 : Tableau de corrélation des formations kimméridgiennes du Jura (zones à Platynota, à Hypselocyclum, à Divisum et à Acanthicum) et des régions voisines.

4 - PALEOGEOGRAPHIE ET DYNAMIQUE SEDIMENTAIRE

4-1 Synthèse paléogéographique

La connaissance des corps sédimentaires et l'information apportée par les corrélations qui les unissent fournissent autant d'éléments pour mener à bien une reconstitution paléogéographique du Jura français et des régions adjacentes pendant le Kimméridgien pars.

Ainsi, cinq esquisses paléogéographiques ont pu être établies. Elles décrivent l'agencement spatial des corps sédimentaires pour les zones à Platynota et Hypselocyclum (fig. 74), la base de la zone à Divisum (fig. 75), le sommet de la zone à Divisum (fig. 76), la zone à Acanthicum (sous-zone à Mutabilis HANTZPERGUE 1979) (fig. 77) et la partie médiane de la zone à Acanthicum (sous-zone à Lallierianum HANTZPERGUE 1979) (fig. 78).

1 - Au sommet de la séquence séquanienne (Oxfordien terminal, zone à Planula), le domaine jurassien est envahi par des faciès de plate-forme carbonatée. Tandis qu'au nord d'une ligne passant par Lons-le-Saunier, Champagnole et Pontarlier, s'installent les Calcaires de Besançon, faciès fins de plate-forme protégée interne, au sud de la même ligne se développent les Couches du Morillon, calcaires biodétritiques et oolithiques. Ceux-ci forment un haut-fond dont le maximum d'extension se situe au voisinage de Pont-d'Ain, Corveissiat, Thoirette et Saint-Claude.

Plus au Sud, cet ensemble fait place aux Calcaires pseudolithographiques au sein desquels s'observent quelques niveaux plus riches en débris.

Ce seuil est envahi sur la Haute-Chaine et les faisceaux adjacents, au sud d'une ligne Pont-d'Ain, Corveissiat et Les Crozets, par une sédimentation oncolithique, les Calcaires d'Aranc, au cours de la zone à Platynota. Dans la région septentrionale s'achève, sans variation lithologique, le dépôt des Calcaires de Besançon.

2 - Dès la base de la zone à Hypselocyclum (fig. 74), une nette reprise de la sédimentation argileuse s'amorce et marque ainsi une première pulsation dite ptérocérienne.

Celle-ci est caractérisée par l'envoyage du domaine jurassien et la disparition progressive du seuil "oncolithique" de la Haute-Chaine.

Sur la bordure sud-est de la Haute-Chaine, les faciès à ammonites de type mer ouverte (Couches à Céphalopodes) progressent vers le Nord-Ouest jusqu'aux environs de Saint-Claude et Oyonnax où ils connaîtront leur avancée maximale au cours de la zone à Divisum.

En Haute-Saone, en Franche-Comté ainsi que dans la région de Champagnole et, plus au Sud, vers Corveissiat et Matafelon, s'installe la vasière ptérocérienne, caractérisée à son début par des calcaires gris rognonneux, bioturbés, riches en débris et à nombreuses surfaces durcies : les Calcaires de Chargey. Au cours de la zone à Hypselocyclum, cette vasière s'étale vers le Sud-Est, envoyant progressivement le seuil "oncolithique", où il est probable que la sédimentation oncolithique demeure pérenne au moins jusqu'au sommet de la zone à Hypselocyclum.

3 - A la base de la zone à Divisum (fig. 75), la vasière ptérocérienne connaît son extension maximale. Elle se caractérise par le dépôt de marnes et de calcaires

argileux regroupés dans un membre : les Marnes de Rang. Deux "cuvettes" sont ainsi délimitées : l'une située en Haute-Saône et sur la moyenne vallée du Doubs, l'autre s'étendant le long de la vallée de l'Ain, à l'ouest des lanières du Berthiand.

Ces marnes reposent sur un horizon de discontinuité, surface durcie, oxydée et irrégulière parfois glauconieuse (discontinuité U1).

Entre ces deux "cuvettes", une zone "haute", parallèle au décrochement de Morez, est affectée par des dépôts équivalents des Calcaires de Chargey mais où s'intercalent de rares horizons marneux riches en faune.

Simultanément, des calcaires argileux rognonneux s'observent sur le bord occidental du Bassin Bressan, dans les régions dijonnaise et chalonnaise, tournugeoise et maconnaise, où ils sont représentés au Nord par les Calcaires de Beaumont et au Sud par les Calcaires des Rochons.

Cette vasière, qui recouvre vraisemblablement tout le domaine jurassien (y compris le Bassin Bressan) jusqu'aux confins du Massif Central, avec localement des zones plus profondes où s'accumulent des marnes, est limitée au Sud-Est par une zone haute, vestige de l'ancien seuil "oncolithique". Elle est le siège d'une sédimentation de haute-énergie, parfois localement protégée (dolomicrites laminées), qui s'est effectuée sous une faible tranche d'eau, ainsi qu'en témoignent les nombreux indices d'émersions observés à Oyonnax et Molinges.

La bordure sud-est de ce haut-fond est envahie par des faciès à céphalopodes qui atteignent à ce moment leur développement maximal.

La vasière ptérocérienne évolue vers des milieux moins profonds et protégés où les arrivées terrigènes diminuent. Apparaissent alors des faciès à stromatoporidés (Calcaires à stromatoporidés de Matafelon) qui déterminent un comblement de la vasière. Dans ces calcaires se développent une microfaune et une microflore abondantes, de même qu'une bioturbation, parfois intense, affecte le sédiment. Ces particularités trouveront leur intensité maximale dans une des formations sus-jacentes : les Calcaires de Chougeat.

4 - Au sommet de la zone à Divisum et à la partie inférieure de la zone à Acanthicum (fig. 76 et 77), le domaine jurassien est le siège d'une sédimentation carbonatée franche; les arrivées terrigènes disparaissent définitivement jusque dans la zone à Acanthicum, sauf sur la bordure sud-est de la Haute-Chaine, où les faciès à ammonites, malgré leur caractère régressif, continuent à se déposer.

Dès cette période et jusqu'à la fin de la séquence ptérocérienne, les caractères de la sédimentation coïncident avec des traits tectoniques d'orientation SW-NE. Il s'établit alors une structuration de la plate-forme suivant laquelle s'ordonnent les lignes isopiques.

Ainsi, au nord et au sud du faisceau salinois, s'organisent deux zones déprimées : l'une centrée sur Besançon et la moyenne vallée du Doubs, l'autre sur Champagnole et la vallée de l'Ain (région de Corveissiat). Elles sont caractérisées respectivement par les Calcaires des Fins et les Calcaires de Chougeat dont les faciès correspondent à des milieux de plate-forme interne protégée.

Au Nord, la présence de coquilles de bivalves (*Corbis* sp.) étalées sur le fond avec les valves jointives témoigne d'un hydrodynamisme très faible. Toutefois, quelques horizons oolithiques, dans la région de Besançon, de Germondans et en Haute-Saône, attestent de conditions locales de plus forte énergie.

En revanche, au Sud, le remplissage grossier des tubulures, qui caractérisent les Calcaires de Chougeat, amènent à penser que le fond était balayé par des courants occasionnels peu violents.

A l'intersection de ces deux bassins et axé selon le faisceau salinois, se met rapidement en place un haut-fond, ou axe salinois, siège d'une sédimentation de type tidal. Celle-ci définit deux formations : les Calcaires de la Loue et les Tidalites d'Arc-sous-Cicon. Toutes deux développent à leur toit des brèches à cailloux noirs ou multicolores qui reposent sur un substratum corrodé, localement karstifié (discontinuité U4 et U5). Ces brèches dénotent, sur l'axe salinois, une exondation temporaire qui se matérialise dans les bassins adjacents par des horizons riches en structures fenestrées.

De telles conditions de milieu s'observent également en sommet de séquence dans la région chalonnoise où apparaissent des calcaires laminés et un niveau bréchiqque à cailloux noirs.

De la même façon, le bassin des Calcaires de Chougeat est limité au Sud-Est par l'axe calcaire Nantua - Oyonnax, zone haute sur laquelle se déposent des calcaires biodétritiques ou oolithiques à petits patchs récifaux et nombreux indices d'émerision : les Calcaires d'Oyonnax.

La structuration de la plate-forme, consécutive à la mise en place de ces deux seuils, joue un rôle prépondérant dans les échanges entre les différents bassins.

Ainsi l'importance de l'axe salinois isole le bassin septentrional (bassin des Calcaires des Fins), dont les faunes d'ammonites se mêleront, au cours du Kimméridgien supérieur, aux éléments du Bassin de Paris et d'Aquitaine.

En revanche, l'axe calcaire de Nantua - Oyonnax, vraisemblablement discontinu, ne doit permettre que des échanges limités entre le bassin des Calcaires de Chougeat et la mer ouverte, favorisant occasionnellement un hydrodynamisme plus élevé. Cependant, ces échanges étaient insuffisants pour faciliter la migration de faunes, ainsi que le souligne l'absence presque totale de céphalopodes et autres organismes pelagiques au delà de la Haute-Chaine.

5 - Au cours du Kimméridgien supérieur, au sommet de la zone à Acanthicum (sous-zone à Lallierianum HANZPERGUE 1979) (fig. 78), s'affirme l'ouverture du bassin septentrional vers le Nord. Une deuxième pulsation, dite virgulienne, est alors marquée par l'extension d'une nouvelle vasière, à polarité tournée vers le Bassin Parisien, au sein de laquelle a lieu une reprise des échanges fauniques.

Les Calcaires et Marnés de Savoyeux, qui caractérisent cette vasière, ne voient pas leurs intercalations marneuses s'étendre au-delà d'une ligne Dole - Ornans - Porrentruy (Suisse). Au sud de cette même ligne, la formation s'enrichit rapidement en carbonates et l'on observe encore de rares intercalations marneuses; elle passe insensiblement aux Calcaires de Foncine-le-Bas, riches en algues.

Ces derniers sont limités, à leur tour au Sud-Est, par le seuil de la Haute-Chaine sur lequel se développent les Couches de Prapont inférieures à faciès biodétritique, voire oolithique à la base.

Si des faciès équivalents aux Calcaires et Marnes de Savoyeux s'observent encore aux environs de Dijon, le Kimméridgien supérieur (zones à Eudoxus et à Beckeri) paraît manquer, plus au Sud, vers Macon.

En Bresse, les nombreux sondages offrent de vastes ensembles dolomitiques dans lesquelles il n'est pas possible de distinguer des formations caractéristiques.

4-2 Tectonique et sédimentation

Ces esquisses paléogéographiques confirment l'existence de trois directions structurales qui guident la sédimentation au cours de la séquence ptérocérienne :

- une direction NNE-SSW, dite cévenole; elle s'affirme principalement dans le Jura méridional et sur la Haute-Chaine;
- une direction SW-NE, dite varisque, parallèle au faisceau salinois;
- une direction SE-NW, parallèle à l'axe Morez - Salins (= décrochement de Morez) et orthogonale à la direction varisque.

Ainsi que l'a écrit R. ENAY, en 1966, ces trois directions jouent un rôle prépondérant pour la sédimentation au cours de l'Oxfordien et déterminent des panneaux animés d'un jeu différentiel. Il n'est donc pas étonnant que celles-ci affectent également la sédimentation kimméridgienne.

Les deux premières directions NNE-SSW et NE-SW et l'orientation des zones isopiques coïncident dans différents secteurs du Jura.

Ainsi le parallélisme entre les zones isopiques déterminées par les Couches à Céphalopodes et les faciès de haut-fond (Calcaires d'Aranc, Calcaires d'Oyonnax et Couches de Prapont inférieures) n'existe que dans la Haute-Chaine. Cependant, la faible surface de la zone de haut-fond sur le secteur étudié semble être la conséquence du raccourcissement relatif au plissement tertiaire de la couverture.

La seconde direction, NE-SW, détermine la sédimentation de la partie supérieure de la séquence ptérocérienne, dès la zone à Divisum. Elle se concrétise par la mise en place d'un axe "résistant" : l'axe salinois.

Bien développé sur le faisceau salinois sensu stricto et caractérisé par les Calcaires de la Loue et les Tidalites d'Arc-sous-Cicon, il se prolonge :

- au Nord-Est, par des accidents longitudinaux de même orientation jusque dans la région de Montbéliard;
- au Sud-Ouest, par l'intermédiaire de l'axe Sennecey - La Serre, jusque dans la région de Chalon-sur-Saône où des faciès d'émersions sont observables.

Ainsi, cet axe délimite, au cours de la séquence ptérocérienne, deux zones déprimées : celle des Calcaires de Chougeat au Sud et celle des Calcaires des Fins au Nord. Il marque également, au début de la pulsation virgulienne, l'extension maximale, vers le Sud, des intercalations marneuses des Calcaires et Marnes de Savoie.

Outre son rôle "sédimentaire", le seuil salinois semble jouer le rôle de barrière physique pour les migrations de faunes d'ammonites. Son jeu différentiel permet ainsi, épisodiquement, des échanges fauniques entre deux provinces : une province franco-germanique (HANTZPERGUE 1985) et une province subméditerranéenne.

Si la superposition véritable de l'unité tectonique du faisceau salinois avec la limite de deux unités paléogéographiques, les dépressions de Chougeat et des Fins, est évident, l'interprétation de la coïncidence entre l'allongement structural et les lignes isopiques au niveau de la Haute-Chaine reste difficile à interpréter.

Enfin, la troisième direction, NW-SE, qui correspond à celle des grands décrochements senestres du Jura, partage la vasière ptérocérienne en deux bassins dans lesquels se déposent les Marnes de Rang. L'absence de faciès marneux entre ces deux dépressions délimite une zone "haute", dont l'allongement se calque sur celui de l'axe Morez - Salins. Cette différenciation du Jura en deux bassins, limités par cet axe particulier, s'observe de la même façon à l'Oxfordien (zone à Plicatilis, sous-zone à Antecedens) au commencement de la "pulsation argovienne".

La combinaison de ces trois directions, qui interviennent de façon plus ou moins prononcée dans la sédimentation kimméridgienne, induit un découpage en mosaïque de la plate-forme jurassienne. Cette dislocation détermine le jeu différentiel de blocs, dont l'importance se discerne déjà au cours de la sédimentation oxfordienne (R. ENAY, 1966).

5 - CONCLUSIONS

L'étude du Kimméridgien pro parte du Jura a été réalisée à partir de l'observation de nombreuses coupes d'aspect parfois rebutant. L'analyse des microfaciès et des séquences ainsi que, chaque fois que cela a été possible, de la macrofaune en particulier des céphalopodes et des brachiopodes, a permis d'établir un schéma stratigraphique fiable pour l'ensemble du domaine jurassien, de la frontière franco-suisse aux confins du Massif central et du Bassin bressan.

1-5 - Les résultats

Cette analyse détaillée entraîne la caractérisation de cinq nouvelles formations qui sont corrélées avec celles récemment décrites par P. Bernier pour le Jura méridional (1985) et R. ENAY et al. dans le Séquanien du Jura (1986).

La division de ces formations en membres, à caractère généralement local, permet d'affiner la paléogéographie du domaine jurassien au cours du Kimméridgien.

L'établissement de cinq cartes paléogéographiques permet d'illustrer l'évolution de la plate-forme jurassienne au sein de deux séquences majeures ptérocérienne et virgulienne. Ainsi :

- la séquence ptérocérienne débute au Kimméridgien inférieur par le développement d'une vasière, dite ptérocérienne, sur le domaine jurassien au Nord d'une ligne Pont-d'Ain - Nantua - Saint-Claude. Les conditions de milieu correspondent à ceux d'une plate-forme protégée de type interne.

- Au passage Kimméridgien inférieur / Kimméridgien supérieur, une structuration de la plate-forme se concrétise par la mise en place de deux seuils, l'un sur le faisceau salinois, l'autre sur la Haute-Chaine. Ces seuils, marqués par un hydrodynamisme élevé, délimitent deux sous-bassins issus de l'ancienne vasière et dans lesquels se développent des calcaires fins crayeux ou à tubulures.

- La base de la séquence virgulienne marque un nouvel ennoyage de la plate-forme dès le Kimméridgien supérieur, caractérisé par des faciès argileux au Nord et des faciès fins à algues au Sud.

Durant cette période, une sédimentation marneuse à céphalopodes affecte la bordure sud-est de la Haute Chaine. L'extension de ce faciès est probablement contemporaine de celle de la vasière à Ptérocères.

2 - Les interrogations

Malgré le petit nombre d'arguments paléontologiques, en particulier au Sud de Champagnole, le cadre stratigraphique de la séquence ptérocérienne présenté dans ce travail paraît bien établi. Toutefois la reconnaissance des termes de passage à la séquence virgulienne, ainsi que leur datation, posent encore problème pour le Jura méridional. De la même façon, les formations virguliennes et leur rapports avec celles, portlandiennes, méritent un examen approfondi équivalent de celui effectué dans ce travail.

L'étude complète du Kimméridgien du domaine jurassien ainsi envisagée et qui fait suite aux travaux précités, prendra alors toute sa valeur dans le cadre d'une révision générale des cartes du Jura à 1/50000 engagée par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières.

liste bibliographique

liste des figures

table des matières

planches

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Compte-tenu du volume énorme des Publications ayant trait au Jura, la liste des références bibliographiques a été ici volontairement réduite. Un astérisque signale cependant les ouvrages comportant une importante bibliographie du Jurassique supérieur du Jura.

- ALABOUVETTE B. (1965) - Etude géologique de la région de Saint-Laurent (Jura). Thèse 3ème cycle, Fac. Sci. Univ. Besançon, 1-117.
- * AUBERT D. (1943) - Monographie géologique de la vallée de la Joux (Jura vaudois) in : Matériaux pour la carte géologique de la Suisse. Commission géol. Soc. Helv. Sci. Nat., Bale, N. S., 78, 1-134.
- AUBERT D. (1950) - Nouvelles observations sur le niveau à *Exogyra virgula* dans le Jura. Bull. Lab. Géol. Min., Géoph. et du Musée géol. Univ. Lausanne, 95, 1-6 et Bull. Soc. vaudoise Sci. Nat., Lausanne, 64, 275, 361-366.
- AUBERT J. (1972) - Contribution à l'étude géologique et hydrologique de la région d'Orgelet (Jura). Thèse 3ème cycle, Fac. Sci. Univ. Besançon.
- BAILLY C. (1979) - Etude géologique de la vallée du Doubs et de ses abords à l'Est de Saint-Hippolyte (Doubs). Thèse 3ème cycle, Fac. Sci. Univ. Besançon, 1-130.
- BASSETO D. (1957) - Etude géologique dans le Jura du Doubs. Diplôme IEP, Besançon, 1-41.
- BERGOUGNAN H. (1967) - Remarques stratigraphiques et paléontologiques sur le Jurassique supérieur de la région de Morez (Jura central) in Colloque du Jurassique, Luxembourg. Mém. B.R.G.M., Paris, 75, (1971), 249-261.
- BERGOUGNAN H. (1968) - Sur la série jurassique entre Cinqétral et les Rousses (Jura central). Ann. Univ. et de l'ARERS, 6, 115-126.
- BERGOUGNAN H. & GUILLAUME A. (1965) - Précisions sur la stratigraphie du Jurassique supérieur de la région de Morez (Jura). Ann. Univ. et de l'ARERS, 3, 11-13.
- BERNIER P. (1979) Un exemple de séquence d'éstran dans le Portlandien du Jura méridional. Geobios, Lyon, 12, 4, 591-595.
- * BERNIER P. (1983) - Les formations carbonatées du Kimméridgien et du Portlandien dans le Jura méridional. Stratigraphie, micropaléontologie, sédimentologie. Thèse Etat Univ. Claude Bernard, Lyon I, 1-977.
- BERTRAND M. (1883) - Le Jurassique supérieur et ses niveaux coralliens entre Gray et Saint-Claude. Bull. Soc. géol. France, (3), 11, 164-190.
- BOULLIER A. (1980) - Essai de zonation de l'Oxfordien et du Kimméridgien français au moyen des Tétrabratalidés (Brachiopodes). Bull. Soc. géol. France, (7), 22, 4, 599-606.
- * BOULLIER A., CONTINI D. et ENAY R. (à paraître) - L'âge Kimméridgien des faciès du "Séquanien" du Jura septentrional. Eclog. géol. Helv., Bale.
- BOURGEAT E. (1883) - Note sur le Jurassique supérieur des environs de Saint-Claude. Bull. Soc. géol. France, (3), 11, 586-602.
- BOURGEAT E. (1885) - Nouvelles observations sur le Jurassique supérieur des environs de Saint-Claude et Nantua. Bull. Soc. géol. France, (3), 2, 13, 587-615.
- BOURGEAT E. (1885) - Compte rendu de l'excursion du 24 aout à Syam, les Planches, Sirod et Nozeroy. Bull. Soc. géol. France, (3), 13, 2, 740-747.
- BOURGEAT E. (1885) - Compte rendu de l'excursion du 25 aout, de Champagnole à Saint-Laurent et à Morez. Bull. Soc. géol. France, (3), 13, 2, 773-785.
- BOURGEAT E. (1885) - Résumé des changements de faciès du Jurassique supérieur à travers le Jura méridional. Bull. Soc. géol. France, (3), 13, 2, 794-805.
- BOURGEAT E. (1886) - Considérations sommaires sur la position des rognons siliceux du Jurassique du Jura terminal et les conséquences qui en découlent. Bull. Soc. géol. France, (3), 15, 162-170.
- BOURGEAT E. (1888) - Recherches sur les formations coralligènes du Jura méridional. Thèse Fac. Sci. Paris, (A), 96, Edit. J. Lefort, Lille, 1-184.
- BOURGEAT E. (1891) - Histoire géologique du Jura méridional. Bull. Soc. Agric. Sci. & Arts Pologne, 32, 91-96, 118-128, 273-279, 305-310, 339-344.
- BOURGEAT E. (1905) - L'histoire géologique du Jura et des régions voisines depuis la formation de la chaîne. Ann. Soc. Scient. Bruxelles, 29, 2, 1-16.
- CARIOU E., ENAY R. & TINTANT H. (1971) - Les zones d'Ammonites du Jurassique en France. Etage Oxfordien, province subméditerranéenne. C. R. som. Soc. géol. France, 6, 18-21.

- CAUTRU J.-P. (1963) - Contribution à l'étude pédologique du faisceau bisontin et de ses abords sur la feuille de Vercel. Thèse 3ème Cycle, Fac. Sci. Univ. Besançon, 1-85.
- CHOFFAT M.P. (1875) - Le Corallien dans le Jura occidental. Arch. sci. Bibl. universelle, Paris, 1-16.
- CLIN M. & PERRIAUX J. (1964) - Contribution à la géologie des feuilles de Moirans-en-Montagne et de Nantua au 50 000e. Bull. Serv. Carte géol. France, 60, 276, 425-500.
- CONTEJEAN Ch. (1859) - Monographie de l'étage Kimméridgien du Jura de la France et de l'Angleterre. Thèse 3ème cycle, Fac. Sci. Univ. Besançon, 1-218.
- CONTEJEAN Ch. (1859) - Etude de l'étage Kimméridgien dans les environs de Montbéliard et dans le Jura, la France et l'Angleterre. Mém. Soc. Emul. Doubs, (3), 4, 1-352.
- CONTINI D. (1972) - Le Jurassique en Franche-Comté. Ann. Scient. Univ. Besançon, (3), 17, 1-18.
- CONTINI D. (1976) - Le Portlandien en Franche-Comté septentrionale. Ann. Scient. Univ. Besançon, Géol., (3), 26, 1-10.
- CONTINI D. & HANTZPERGUE P. (1973) - Le Kimméridgien de la région de Montbéliard. Ann. Scient. Univ. Besançon, Géol., (3), 18, 143-179.
- DREYFUSS M. (1938) - Révision de la feuille de Saint-Claude au 1/80 000. Bull. Serv. Carte géol. France, 39, 197, 189-191.
- DREYFUSS M. (1948) - Observations sur le Jurassique de la région de Pontarlier. Bull. Serv. Carte géol. France, 47, 225, 108-114.
- DREYFUSS M. (1951) - Révision de la feuille de Pontarlier au 1/80 000. Bull. Serv. Carte géol. France, 49, 232, 117-126.
- DREYFUSS M. (1952) - Feuille de Pontarlier à 1/50 000. Bull. Serv. Carte géol. France, 50, 237, 125-132.
- DREYFUSS M. (1953) - Terrains jurassiques de la partie NE de la feuille de Pontarlier au 1/50 000. Bull. Serv. Carte géol. France, 51, 239, 125-128.
- DUBOZ P. (1979) - Etude géologique de la région de Damprichard et de Goumois (Doubs). Thèse 3ème cycle, Fac. Sci. Univ. Besançon, 1-212.
- ENAY R. (1965) - Les formations coralliennes de Saint-Germain-de-Joux (Ain). Bull. Soc. géol. France, (7), VII, 23-31.
- ENAY R. (1966) - L'Oxfordien dans la moitié sud du Jura français. Etude stratigraphique. Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon, 8, 1 (Stratigraphie, 1-324) ; 2 (Paléontologie, 1-300).
- ENAY R. (1980) - Paléobiogéographie et Ammonites jurassiques : "rythmes fauniques et variations du niveau marin ; voies d'échanges, migration et domaines biogéographiques". Livre jubilé. Soc. géol. France, Mém. H.S. 10, 261-281.
- ENAY R. (Coordonnateur) et ARNAUD M., ATROPS F., BARFETY J.-C., BEAUDOIN B., BERNIER P., BODEUR Y., BOULLIER A., CLAVEL B., CONTINI D., DARDEAU G., DEBRAND-PASSARD S., DONZE P., ELMI S., GAILLARD C., JAFFREZO M., JAUTEE E., LATHUILIERE B., MARCHAND D., MONLEAU C., MENOT J.-C., NOEL D., PASCAL A., PEYBERNES B., REMANE J., TINTANT H. & THIERRY J. (1984) - 5 - Jurassique supérieur : Malm in : Synthèse géologique du Sud-Est de la France. Mém. B.R.G.M., Orléans, 125, 223-286 ; 126, pl. JS1-JS7.
- ETALLON A. (1857) - Esquisse d'une description géologique du Haut-Jura et en particulier des environs de Saint-Claude. Soc. Imper. Agric. Hist. nat. & Arts utiles, Lyon, (3), 1, 1, 247-354.
- FRANCOIS S. & GUILLAUME A. (1958) - Etude stratigraphique et tectonique de la région de Foncine (Jura). Feuilles de Mouthe et de Champagnole à 1/50 000. Bull. Serv. Carte géol. France, 56, 257, 391-398.
- GIRARDOT A. (1885) - Compte rendu de l'excursion du 21 aout aux environs de Besançon. Bull. Soc. géol. France, (3), 13, 2, 675-693.
- GIRARDOT A. (1885) - Le Purbeckien de Pont-de-la-Chaux et du voisinage. Bull. Soc. géol. France, (3), 13, 2, 747-772.
- HANTZPERGUE P. (1985) - Les discontinuités sédimentaires majeures dans le Kimméridgien français : chronologie, extension et corrélations dans les bassins ouest-européens. Geobios, Lyon, 18, 2, 179-194.
- HANTZPERGUE P. (1973) - Le Kimméridgien de la région de Montbéliard. Stratigraphie, paléontologie des ammonites. D.E.S. Géol., Fac. Sc. Techn. Besançon, 1-97.
- HANTZPERGUE P. (1975) - Le Kimméridgien à Céphalopodes du Jura méridional. Thèse 3ème Cycle, Fac. Sci. Géol., Lyon, 1-285, inédit.
- JAVEY Cl. (1966) - Etude des terrains secondaires de la vallée de l'Ognon entre Voray (Haute-Saone) et Thervay (Jura). D.E.S. Géol., Fac. Sc. Techn. Besançon, 1-116.

- LAFFLY B. (1973) - Etude géologique de la région du Lomont entre Clerval et Pont-de-Roide (Doubs). Thèse 3ème Cycle, Fac. Sci. Univ. Besançon, 1-188.
- LEBRUN J. (1970) - Etude géologique de la région comprise entre Saint-Claude et les Bouchoux (Jura). Thèse 3ème Cycle, Fac. Sci. Univ. Besançon, 1-151.
- MACHURON A. (1961) - Etude géologique de la région comprise entre Mouchard, Port-Lesnay et Rennes Saint-Loue. D.E.S. Géol., Fac. Sc. Techn. Besançon.
- MARCOU J. (1846) - Notice sur les différentes formations des terrains jurassiques dans le Jura occidental. Mém. Soc. Sci. Nat. Neuchatel, 3, 1-20.
- MARCOU J. (1848) - Recherches géologiques sur le Jura salinois (1ère partie). Mém. Soc. géol. France, (2), 3, 1ère part., 1-151.
- MUDRY J. & ROSENTHAL P. (1977) - La Haute Chaîne du Jura entre Morez, Saint-Claude et La Pesse (Etude géologique et hydrogéologique). Thèse 3ème cycle, Fac. Sci. Univ. Besançon, 1-205.
- MUDRY J. & ROSENTHAL P. (1977) - Synthèse géologique de la Haute Chaîne du Jura entre Morez, Saint-Claude et La Pesse. Ann. Scient. Univ. Besançon, (3), 28, 35-42.
- MUSSILLON Cl. (1962) - Etude géologique de la vallée de Syam. Thèse 3ème Cycle, Fac. Sci. Univ. Besançon, 1-111.
- NICOD D. (1961) - Etude géologique de la région de Vercel. D.E.S. Géol., Fac. Sci. Techn. Besançon.
- PROTCHE G. (1962) - Etude géologique de la région L'Hopital du Gros-Bois - Saint Juan (Doubs). Thèse 3ème cycle, Fac. Sci. Univ. Besançon, 1-114.
- RAVEN Th. (1932) - Etude géologique de la région de Morez-les-Rousses (Jura). Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon, 20, 17, 1-124.
- RICHE A. (1893) - Etude stratigraphique sur le Jurassique inférieur du Jura méridional. Ann. Univ. Lyon, 6, 3, 1-396.
- RICHE A. (1896-1919) - Extrait systématique par terrains, dans l'ordre stratigraphique des comptes rendus imprimés des Campagnes de 1896 à 1919. Cartes de Lyon au 320 000e, Lyon au 80 000e, Chambéry au 80 000e et surtout Nantua au 80 000e. Bull. Serv. Carte géol. France., (9), 59 à (23), 136.
- ROLLET A. & M. (1969) - Excursion géologique dans la région de Sirod - Les Planches-en-Montagne (Jura). Bull. Fédération Soc. Hist. Nat. Franche-Comté, Besançon, (N.S.), 71, 3, 1-4.
- SEQUEIROS F. & VALDIVIA D. (1983) - Contribution à l'étude géologique du Jura de Quingey. Thèse 3ème Cycle, Fac. Sci. Univ. Besançon, 1-162.
- SOUFFLES-DESPRE A. (1958) - Etude géologique dans le Jura franc-comtois méridional. D.E.S. Géol., Fac. Sci. Techn. Besançon, 1-45.
- VIOLLET C.P. (1986) - Le Jurassique supérieur du Maconnais et de la Bresse (région de Louhans). Stratigraphie, micropaléontologie, sédimentologie et corrélations avec la région chalonnaise et le Jura méridional. Thèse Dipl. Doctorat, Univ. Claude Bernard, Lyon, 1-291.
- WEBER C. (1961) - Etude géologique de la zone forestière de Joux au Nord-Est de Champagnole (Jura). Bull. Soc. géol. France, (7), 3, 93-100.

LISTE DES CARTES GEOLOGIQUES UTILISEES

Cartes à 1/50 000

Baume-les-Dames.....	473
Besançon.....	502
Champagnole.....	582
Damprichard.....	505
Delle.....	475
Gray.....	471
Gy.....	402
Lons-le-Saunier.....	581
Maiche.....	504
Moirans-en-Montagne.....	627
Montbéliard.....	474
Morez-Bois-d'Amont.....	605
Morteau.....	531
Mouthe.....	583
Orgelet.....	604
Ornans.....	530
Pontarlier.....	557
Quingey.....	529
Salins-les-Bains.....	556
Saint-Claude.....	628
Vercel.....	503

Cartes à 1/80 000

Bourg-en-Bresse
Nantua
Saint-claude

LISTES DES FIGURES

Fig. 1 :	Carte géologique simplifiée du Jura et délimitation de la région étudiée (modifiée d'après Trumpy, 1980).....	10
Fig. 2 :	Carte simplifiée des affleurements du Jurassique supérieur du Jura et localisation des coupes	11
Fig. 3 :	Schéma zonal du Kimméridgien du bassin de Paris et de ses dépendances proposé par P. HANTZPERGUE (1979) et relations avec les échelles zonales boréale et subméditerranéenne.....	12
Fig. 4 :	Limites géographiques des divisions utilisées.....	14
Fig. 5 :	Tableau de corrélation des différentes échelles stratigraphiques du Jurassique supérieur proposées par quelques auteurs du siècle dernier.....	15
Fig. 6 :	Répartition des faciès ptérocériens dans le Jura d'après E. BOURGEAT (1888).....	17
Fig. 7a :	Distribution stratigraphique des faciès du Kimméridgien de la Haute-Saone et du Jura entre Champlitte et Genève (d'après S. DEBRAND-PASSARD et al., 1984).....	19
Fig. 7b :	Distribution stratigraphique des faciès du Kimméridgien dans le Jura méridional entre Saint-Amour et Rumilly (d'après S. DEBRAND-PASSARD et al., 1984).....	20
Fig. 8 :	Répartition des coupes dans la région septentrionale.....	26
Fig. 9 :	Coupe lithostratigraphique et synthétique de la Haute-Saone (formations).....	27
Fig. 10 :	Coupe lithostratigraphique de Germondans (formations et interprétation bathymétrique).....	30
Fig. 11 :	Coupe lithostratigraphique de Rang (formations et interprétation bathymétrique).....	31
Fig. 12 :	Coupe lithostratigraphique de Médière (formations).....	34
Fig. 13 :	Coupe lithostratigraphique et synthétique de la région de Montbéliard (formations).....	36
Fig. 14 :	Coupe lithostratigraphique de Besançon (formations).....	38
Fig. 15 :	Coupe lithostratigraphique d'Indevillers (formations).....	40
Fig. 16 :	Coupe lithostratigraphique d'Étalans (formations).....	42
Fig. 17 :	Coupe lithostratigraphique d'Epenoy (formations).....	44

Fig. 18 :	Coupe lithostratigraphique de Consolation Maisonnette (formations et interprétation bathymétrique).....	45
Fig. 19 :	Coupe lithostratigraphique du mont-de-Vougney (formations).....	48
Fig. 20 :	Coupe lithostratigraphique de Goumois (formations de la première coupe).....	50
Fig. 21 :	Coupe lithostratigraphique de Goumois (formations de la deuxième coupe).....	51
Fig. 22 :	Analyse séquentielle de quelques coupes et évolution générale de la séquence ptérocérienne pour la région septentrionale.....	53
Fig. 23 :	Tableau de corrélations des coupes de la région septentrionale.....	55
Fig. 24 :	Répartition des coupes dans la région méridionale.....	58
Fig. 25 :	Coupe lithostratigraphique du Soullot (formations et interprétation bathymétrique).....	59
Fig. 26 :	Coupe lithostratigraphique de Syam (formations et interprétation bathymétrique).....	61
Fig. 27 :	Coupe lithostratigraphique de Ney (formations et interprétation bathymétrique).....	63
Fig. 28 :	Coupe lithostratigraphique de Bonlieu (formations et interprétation bathymétrique).....	64
Fig. 29 :	Coupe lithostratigraphique de Chaux-des-Prés (formations et interprétation bathymétrique).....	66
Fig. 30 :	Coupe lithostratigraphique de Meussia (formations).....	68
Fig. 31 :	Coupe lithostratigraphique de Charchilla (formations).....	69
Fig. 32 :	Coupe lithostratigraphique de Montcusel (formations et interprétation bathymétrique).....	73
Fig. 33 :	Coupe lithostratigraphique de Montmerle (formations et interprétation bathymétrique).....	77
Fig. 34 :	Coupe lithostratigraphique de Grand-Corent (formations et interprétation bathymétrique).....	79
Fig. 35 :	Coupe lithostratigraphique d'Allemant (formations et interprétation bathymétrique).....	80
Fig. 36 :	Coupe lithostratigraphique de Chateaufieux (formations).....	82

Fig. 37 :	Analyse séquentielle de quelques coupes et évolution générale de la séquence ptérocérienne pour la région méridionale.....	84
Fig. 38 :	Tableau de corrélations des coupes de la région méridionale.....	86
Fig. 39 :	Répartition des coupes sur l'axe salinois et l'axe calcaire de Nantua - Pontarlier.....	89
Fig. 40 :	Coupe lithostratigraphique des Fins (formations et interprétation bathymétrique).....	90
Fig. 41 :	Coupe lithostratigraphique de Gilley (formations).....	94
Fig. 42 :	Coupe lithostratigraphique d'Arc-sous-Cicon (formations et interprétation bathymétrique).....	95
Fig. 43 :	Coupe lithostratigraphique de la Loue (formations et interprétation bathymétrique).....	99
Fig. 44 :	Coupe lithostratigraphique d'Ivrey (formations).....	102
Fig. 45 :	Coupe lithostratigraphique d'Hauterive (formations et interprétation bathymétrique).....	104
Fig. 46 :	Coupe lithostratigraphique de Cluse-et-Mijoux (formations et interprétation bathymétrique).....	106
Fig. 47 :	Coupe lithostratigraphique de La Planée (formations et interprétation bathymétrique).....	109
Fig. 48 :	Coupe lithostratigraphique de Mignovillard (formations et interprétation bathymétrique).....	111
Fig. 49 :	Coupe lithostratigraphique de Mouthe (formations et interprétation bathymétrique).....	112
Fig. 50 :	Coupe lithostratigraphique de Foncine-le-Bas (formations et interprétation bathymétrique).....	114
Fig. 51 :	Coupe lithostratigraphique du Pont-de-la-Chaux (formations et interprétation bathymétrique).....	120
Fig. 52 :	Coupe lithostratigraphique du Col de la Savine (formations et interprétation bathymétrique).....	123
Fig. 53 :	Coupe lithostratigraphique des Frasses (formations et interprétation bathymétrique).....	126
Fig. 54 :	Coupe lithostratigraphique de Valfin-les Saint-Claude (formations et interprétation bathymétrique).....	128
Fig. 55 :	Coupe synthétique de la formation des Calcaires d'Oyonnax dans les régions de Nantua, Molinges et Oyonnax.....	130

Fig. 56 :	Analyse séquentielle de quelques coupes et évolution générale de la séquence ptérocérienne sur l'axe salinois.....	133
Fig. 57 :	Tableau de corrélations des coupes sur l'axe salinois et l'axe calcaire de Nantua - Pontarlier.....	135
Fig. 58 :	Schématisation des termes bathymétriques utilisés.....	139
Fig. 59 :	Carte des courbes isopaques interprétatives des Calcaires d'Aranc.....	143
Fig. 60 :	Carte des courbes isopaques interprétatives des Calcaires de Chargey.....	146
Fig. 61 :	Carte des courbes isopaques interprétatives des Marnes de Rang.....	148
Fig. 62 :	Tableau récapitulatif des faunes de céphalopodes récoltés dans les Calcaires et Marnes de Chargey.....	149
Fig. 63 :	Carte des courbes isopaques interprétatives des Calcaires de Matafelon.....	152
Fig. 64 :	Carte des courbes isopaques interprétatives des Calcaires des Fins et des Calcaires de Chougeat (épaisseurs cumulées).....	154
Fig. 65 :	Carte des courbes isopaques interprétatives des Calcaires de La Loue.....	156
Fig. 66 :	Carte des courbes isopaques interprétatives des Tidalites d'Arc-sous-Cicon.....	158
Fig. 67 :	Tableau récapitulatif des faunes d'ammonites récoltées dans les Calcaires des Fins (sommet de la séquence ptérocérienne) et les Calcaires et Marnes de Savoyeux (base de la séquence virgulienne).....	159
Fig. 68 :	Carte des courbes isopaques interprétatives des Calcaires de Foncine-le-Bas et limite d'extension méridionale des intercalations marneuses au sein des Calcaires et Marnes de Savoyeux.....	163
Fig. 69 :	Agencement spatio-temporelle des formations de la séquence ptérocérienne et des discontinuités observées en son sein (Kimméridgien inférieur et supérieur <u>pro parte</u>).....	165
Fig. 70 :	Coupe palinspatique de la région septentrionale entre Gray (Haute-Saone) et Consolation-Maisonnette (Doubs).....	169
Fig. 71 :	Coupe palinspatique du Jura français (secteur étudié) entre Matafelon (Ain) et Montbéliard (Doubs).....	169
Fig. 72 :	Coupe palinspatique du Jura méridional, entre Corveissiat (Ain) et les Bouchoux (Ain), à la limite de la	

- région méridionale et de l'axe calcaire de Nantua -
Saint-Claude..... 170
- Fig. 73 : Tableau de corrélation des formations kimméridgiennes
du Jura (zones à Platynota, à Hypselocyclum, à Divisum
et à Acanthicum) et des régions voisines..... 173
- Fig. 74 : Carte paléogéographique du Jura et des régions voisines
au Kimméridgien inférieur (base de la zone à
Hypselocyclum).
- Fig. 75 : Carte paléogéographique du Jura et des régions voisines
au Kimméridgien inférieur (base de la zone à Divisum), au
maximum d'extension de la vasière ptérocérienne.
- Fig. 76 : Carte paléogéographique du Jura et des régions voisines
à la limite du Kimméridgien inférieur et du Kimméridgien
supérieur (partie sommitale de la zone à Divisum, base
de la zone à Acanthicum). Installation d'un haut-fond sur
l'axe salinois.
- Fig. 77 : Carte paléogéographique du Jura et des régions voisines
au début du Kimméridgien supérieur (zone à Acanthicum).
Evolution du Haut-fond salinois vers des milieux
supratidaux.
- Fig. 78 : Carte paléogéographique du Jura et des régions voisines
au début du Kimméridgien supérieur (partie supérieure de
la zone à Acanthicum). Installation de la vasière à
Exogyra virgula qui marque le début de la séquence
virgulienne.

LIST OF FIGURES

- Fig. 1 : Simplified geological map of French Jura Mountains and boundaries of the studied area.
- Fig. 2 : Simplified map for upper Jurassic rocks outcropping in the French Jura Mountains and location of sections.
- Fig. 3 : Stratigraphic scale of Kimmeridgian (French acceptation) in Paris Basin and adjacent regions suggested by P. HANTZPERGUE (1985) and their relations with boreal and submediterranean stratigraphic scales.
- Fig. 4 : Geographical boundaries of used divisions.
- Fig. 5 : Chart of the various stratigraphic scales proposed by many authors through the last century for the Upper Jurassic.
- Fig. 6 : Geographical setting of Pterocerian facies in the French Jura Mountains according to E. BOURGEAT (1888).
- Fig. 7a : Stratigraphic distribution of Kimmeridgian facies in the Northern Jura Mountains and the department of Haute)Saone between Champlitte and Geneva (according to S. DEBRAND-PASSARD et al., 1984).
- Fig. 7b : Stratigraphic distribution of Kimmeridgian facies in the Southern Jura Mountains between Saint-Amour and Rumilly (according to S. DEBRAND-PASSARD et al., 1984).
- Fig. 8 : Distribution of different sections in the northern area.
- Fig. 9 : Lithostratigraphic and synthetic section of the Haute-Saone (formations).
- Fig. 10 : Lithostratigraphic section of Germondans (formations and bathymetric interpretation).
- Fig. 11 : Lithostratigraphic section of Rang (formations and bathymetric interpretation).
- Fig. 12 : Lithostratigraphic section of Médière (formations).
- Fig. 13 : Lithostratigraphic section of the vicinity of Montbéliard (formations and bathymetric interpretation).
- Fig. 14 : Lithostratigraphic section of Besançon (formations).
- Fig. 15 : Lithostratigraphic section of Indevillers (formations).
- Fig. 16 : Lithostratigraphic section of Etallans (formations).
- Fig. 17 : Lithostratigraphic section of Epenoy (formations).

- Fig. 18 : Lithostratigraphic section of Consolation-Maisonnette (formations and bathymetric interpretation).
- Fig. 19 : Lithostratigraphic section of Mont-de-Vougney (formations).
- Fig. 20 : Lithostratigraphic section of Goumois (formations for the first section).
- Fig. 21 : Lithostratigraphic section of Goumois (formations for the second section).
- Fig. 22 : Sequential analysis for a few sections and general evolution of Pterocerian sequence in the northern area.
- Fig. 23 : Chart for correlation of studied sections in the northern area.
- Fig. 24 : Distribution of different sections in the southern area.
- Fig. 25 : Lithostratigraphic section of Souillot (formations and bathymetric interpretation).
- Fig. 26 : Lithostratigraphic section of Syam (formations and bathymetric interpretation).
- Fig. 27 : Lithostratigraphic section of Ney (formations and bathymetric interpretation).
- Fig. 28 : Lithostratigraphic section of Bonlieu (formations and bathymetric interpretation).
- Fig. 29 : Lithostratigraphic section of Chaux-des-Prés (formations and bathymetric interpretation).
- Fig. 30 : Lithostratigraphic section of Meussia (formations).
- Fig. 31 : Lithostratigraphic section of Charchilla (formations).
- Fig. 32 : Lithostratigraphic section of Montcusel (formations and bathymetric interpretation).
- Fig. 33 : Lithostratigraphic section of Montmerle (formations and bathymetric interpretation).
- Fig. 34 : Lithostratigraphic section of Grand-Corent (formations and bathymetric interpretation).
- Fig. 35 : Lithostratigraphic section of Allemant (formations and bathymetric interpretation).
- Fig. 36 : Lithostratigraphic section of Chateauvieux (formations).
- Fig. 37 : Sequential analysis for a few sections and general evolution of Pterocerian sequence in the southern area.

- Fig. 38 : Chart for correlation of studied sections in the southern area.
- Fig. 39 : Distribution of different sections on the two carbonate ridges : axe salinois and axe de Nantua - Pontarlier.
- Fig. 40 : Lithostratigraphic section from Les Fins outcrop (formations and bathymetric interpretation).
- Fig. 41 : Lithostratigraphic section of Gilley (formations).
- Fig. 42 : Lithostratigraphic section of Arc-sous-Cicon (formations and bathymetric interpretation).
- Fig. 43 : Lithostratigraphic section of La Loue (formations and bathymetric interpretation).
- Fig. 44 : Lithostratigraphic section of Ivrey (formations).
- Fig. 45 : Lithostratigraphic section of Hauterive (formations and bathymetric interpretation).
- Fig. 46 : Lithostratigraphic section of La Cluse et Mijoux (formations and bathymetric interpretation).
- Fig. 47 : Lithostratigraphic section of La Planée (formations and bathymetric interpretation).
- Fig. 48 : Lithostratigraphic section of Mignovillard (formations and bathymetric interpretation).
- Fig. 49 : Lithostratigraphic section of Mouthe (formations and bathymetric interpretation).
- Fig. 50 : Lithostratigraphic section of Foncine-le-Bas (formations and bathymetric interpretation).
- Fig. 51 : Lithostratigraphic section of Pont-de-Chaux (formations and bathymetric interpretation).
- Fig. 52 : Lithostratigraphic section of Col de la Savine (formations and bathymetric interpretation).
- Fig. 53 : Lithostratigraphic section of Les Frasses (formations and bathymetric interpretation).
- Fig. 58 : Used bathymetric zonation.
- Fig. 59 : Map of restored isopachs for the Calcaires d'Aranc.
- Fig. 62 : Summary chart of cephalopoda succession collected in the Calcaires and Marnes de Chargey.
- Fig. 67 : Summary chart of ammonites succession collected in the Calcaires des Gorges de Nouailles.

- Fig. 68 : Map of restored isopachs for the Calcaires de Foncine-le-Bas and southwards expanding of shale recurrences within the Calcaires and Marnes de Savoie.
- Fig. 69 : Time space setting of Pteroceran formations and unconformities observed within their (Lower Kimmeridgian and Upper Kimmeridgian pro parte, French acceptation).
- Fig. 70 : Palinspatic section of northern area between Gray (Haute-Saone) and Consolation-Maisonnette (Doubs).
- Fig. 71 : Palinspatic section of French Jura Mountains between Matafelon (Ain) and Montbéliard (Doubs).
- Fig. 72 : Palinspatic section of Southern Jura Mountains between Corveissiat (Ain) and Les Bouchoux (Ain), across southern area and carbonate ridge of Nantua - Saint-Claude.
- Fig. 73 : Correlation chart of Kimmeridgian formations for the French Jura Mountains and adjacent regions (Platynota, Hypselocyclum, Divisum and Acanthicum zones).
- Fig. 74 : Paleogeographic map of Jura Mountains and adjacent regions for Lower Kimmeridgian time (base of Hypselocyclum zone).
- Fig. 75 : Paleogeographic map of Jura Mountains and adjacent regions for Lower Kimmeridgian time (base of Divisum zone). Maximal extension of Pteroceran limy moat.
- Fig. 76 : Paleogeographic map of Jura Mountains and adjacent regions for the end of the Lower Kimmeridgian (end of Divisum Zone) and the base of the Upper Kimmeridgian (base of Acanthicum zone). Development of a bioclastic ridge upon a structural high (faisceau salinois).
- Fig. 77 : Paleogeographic map of Jura Mountains and adjacent regions for the base of the Upper Kimmeridgian (Acanthicum zone). Tidal and supratidal depositional environment developed upon the faisceau salinois.
- Fig. 78 : Paleogeographic map of Jura Mountains and adjacent regions for the beginning of the Upper Kimmeridgian (Acanthicum zone). Spreading out of a second moat enriched with Exogyra virgula which coincide with the base of the Virgolian sequence.

INTRODUCTION

1 - CADRE GENERAL DE L'ETUDE	9
1-1 Cadre général : limites du terrain.....	9
1-2 Cadre géologique et stratigraphique.....	12
1-3 Les divisions utilisées.....	13
2 - L'ETAT ACTUEL DES CONNAISSANCES.....	15
2-1 Remarques nomenclaturales.....	15
2-2 Les travaux anciens.....	16
2-3 Les études récentes	18
2-3-1 les études cartographiques.....	18
2-3-2 les études stratigraphiques.....	18
2-4 Synthèse des travaux : hypothèses de travail et objectifs.....	20
2-4-1 Les hypothèses.....	20
2-4-2 Les objectifs.....	21

DESCRIPTION ET ANALYSE DES DONNEES

1 - PRELIMINAIRE.....	25
2 - LA REGION SEPTENTRIONALE.....	25
2-1 Description des coupes	25
2-1-1 Coupe de la Haute-Saone.....	25
2-1-2 Coupe de Germondans.....	29
2-1-3 Coupe de Rang.....	29
2-1-4 Coupe de Médière.....	33
2-1-5 Coupe de la région de Montbéliard	35
2-1-6 Coupe de Besançon.....	37
2-1-7 Coupe d'Indevillers.....	39
2-1-8 Coupe d'Étalans.....	41
2-1-9 Coupe d'Epenoy.....	43
2-1-10 Coupe de Consolation-Maisonnette.....	43
2-1-11 Coupe de Vougey.....	47
2-1-12 Coupes de Goumois	49
2-2 Conclusion à l'étude de la région	49
Cadre stratigraphique.....	52
Mise en place des séquences	52
Corrélations.....	54

3 - LA REGION MERIDIONALE.....	57
3-1 Description des coupes.....	57
3-1-1 Coupe du Souillot.....	57
3-1-2 Coupe de Syam.....	60
3-1-3 Coupe de Ney.....	62
3-1-4 Coupe de Bonlieu.....	62
3-1-5 Coupe de Chaux-des-Prés.....	65
3-1-6 Coupe de Meussia.....	67
3-1-7 Coupe de Charchilla.....	67
3-1-8 Coupe des Crozets.....	70
3-1-9 Coupe du bois de Trequin.....	71
3-1-10 Coupe de Montcusel.....	72
3-1-11 Coupe de Corveissiat.....	74
3-1-12 Coupe de Matafelon.....	75
3-1-13 Coupe de Montmerle.....	76
3-1-14 Coupe de Grand-Corent.....	78
3-1-15 Coupe d'Allemant.....	78
3-1-16 Coupe de Chateauvieux.....	81
3-2 Conclusion à l'étude de la région.....	83
Cadre stratigraphique.....	83
Mise en place des séquences.....	83
Corrélations.....	85
 4- LES AXES RESISTANTS.....	 88
4-1 Description des coupes : l'axe salinois.....	88
4-1-1 Coupe des Fins.....	88
4-1-2 Coupe de Gilley.....	93
4-1-3 Coupe d'Arc-sous-Cicon.....	93
4-1-4 Coupe de la Loue.....	98
4-1-5 Coupe d'Ivrey.....	101
4-2 Description des coupes : l'axe calcaire de Nantua - Pontarlier.....	103
4-2-1 Coupe d'Hauterive.....	103
4-2-2 Coupe de la Cluse et Mijoux.....	105
4-2-3 Coupe de la Planée.....	108
4-2-4 Coupe de Mignovillard.....	110
4-2-5 Coupe de Mouthe.....	110
4-2-6 Coupe de Foncine-le-Bas.....	113
4-2-7 La région du Risoux et du mont Tendre.....	118
4-2-8 Coupe du Pont-de-la-Chaux.....	119
4-2-9 Coupe du col de la Savine.....	122



4-2-10 Coupe des Frasses.....	125
4-2-11 Coupe de Valfin-les-Saint-Claude.....	127
4-2-12 La région de Saint Claude.....	128
4-2-13 Les régions de Nantua et d'Oyonnax.....	129
4-3 Conclusion à l'étude de la région.....	131
Cadre stratigraphique.....	132
Mise en place des séquences.....	132
Corrélations.....	136

SYNTHESE STRATIGRAPHIQUE ET PALEOGEOGRAPHIE

1 - GENERALITES.....	139
1-1 Zonation bathymétrique utilisée.....	139
1-2 Généralités sur les plates-formes.....	140
2 - LES FORMATIONS.....	140
2-1 Les formations oxfordiennes.....	140
2-1-1 Calcaires de Besançon.....	140
2-1-2 Couches du Morillon.....	141
2-1-3 Calcaires d'Aranc.....	141
2-2 Les formations de la séquence ptérocérienne.....	144
2-2-1 Calcaires et Marnes de Chargey.....	144
a) Synonymie.....	144
b) Coupes de référence.....	144
c) Calcaires de Chargey.....	144
d) Marnes de Rang.....	145
e) Age de la formation.....	147
f) Milieu.....	149
2-2-2 Calcaires des Gorges de Nouailles.....	149
a) Synonymie.....	150
b) Coupes de référence.....	150
c) Calcaires de Matafelon.....	150
d) Calcaires des Fins.....	151
e) Calcaires de Chougeat.....	153
f) Calcaires de la Loue.....	155
g) Tidalites d'Arc-sous-Cicon.....	157
h) Age de la formation.....	157
2-2-3 Calcaires d'Oyonnax.....	160
a) Coupe de référence.....	160
b) Description.....	160

c) Age de la formation	160
d) Milieu.....	161
2-3 Les formations de la séquence virgulienne.....	161
2-3-1 Calcaires et Marnes de Savoyeux.....	161
a) Synonymie	161
b) Coupe de référence.....	161
c) Description	161
d) Age	162
e) Extension et milieu	162
2-3-2 Calcaires de Foncine-le-Bas	162
a) Synonymie	162
b) Coupe de référence.....	162
c) Description	162
3 - CORRELATIONS GENERALES	165
3-1 La séquence séquanienne : limite supérieure.....	165
3-2 La séquence ptérocérienne	166
3-2-1 Les discontinuités.....	166
a) Les discontinuités majeures.....	166
b) Autres discontinuités	167
c) Extension aux autres régions.....	167
3-2-2 Les séquences régionales.....	168
3-2-3 Corrélations	168
3-3 La séquence virgulienne : limite inférieure	171
3-4 Comparaisons avec les régions voisines.....	171
3-4-1 Le Maconnais et le Tournugeois.....	171
3-4-2 La bordure nord-est du Morvan	172
3-5 Conclusions.....	173
4 - PALEOGEOGRAPHIE ET DYNAMIQUE SEDIMENTAIRE	174
4-1 Synthèse paléogéographique.....	174
4-2 Tectonique et sédimentation	177
5 - CONCLUSIONS GENERALES.....	179
5-1 Les résultats	179
5-2 Les interrogations	180
Références bibliographiques	183
Liste des figures.....	187

Planche 1 : Aspects particuliers à l'affleurement et microfaciès de la partie inférieure de la séquence pterocérienne (séquence régionale Sp1).

a - Calcaires et Marnes de Chargey; coupe de Bonlieu (BON 4 à 7); Colonies de madréporaires rameux observée à la base des Calcaires et Marnes de Chargey. Le sommet de la colonie est tronqué par un horizon de calcaires argileux à brachiopodes.

b - Calcaires et Marnes de Chargey; coupe de Syam (SYA 13 à 15). Edifice carbonaté de type mud-mound dans la partie inférieure des Calcaires et Marnes de Chargey. L'édifice passe latéralement à des bancs de calcaires micritiques très pauvres en microorganismes et à rares spicules de spongiaires.

c - Calcaires et Marnes de Chargey; coupe de Foncine-le-Bas; Kimméridgien inférieur.
Alveosepta sp. (longueur de la barre blanche = 0,5 mm).

d - Calcaires et Marnes de Chargey; coupe de Foncine-le-Bas; Kimméridgien inférieur.
Alveosepta jaccardi (longueur de la barre blanche = 0,5 mm).

e - Calcaires et Marnes de Chargey; coupe de Valfin-lès-Saint-Claude; Kimméridgien inférieur.
Marinella lugeoni (longueur de la barre blanche = 0,5 mm).

f - Calcaires et Marnes de Chargey; coupe de Foncine-le-Bas; Kimméridgien inférieur.
Nautiloculina oolithica (longueur de la barre blanche = 0,5 mm).

g - Calcaires et Marnes de Chargey; coupe de Pont-de-la-Chaux; Kimméridgien inférieur.
Marinella lugeoni (longueur de la barre blanche = 0,5 mm).

h - Calcaires à Stromatoporidés de Matafelon (Calcaires des Gorges de Nouailles); Kimméridgien inférieur.
Cladocoropsis mirabilis (longueur de la barre blanche = 1 mm)

Particular aspects of outcrops and facies. Base of Pterocerian sequence.

a - Calcaires et Marnes de Chargey. Bonlieu section.

Community of branching corals observed at the base of the Calcaires et Marnes de Chargey. The top of the community is truncated by an argillaceous limestone bed enriched with brachiopods.

b - Calcaires et Marnes de Chargey; Syam section.

Mud-mounds like carbonate buildups at the base of Calcaires et marnes de Chargey. Lateral linked limestone beds are very impoverished with microorganisms and sponge spicules.

c - Calcaires et Marnes de Chargey; Foncine-le-Bas section; Lower Kimmeridgian.
Alveosepta sp. (scale bar = 0,5 mm).

d - Calcaires et Marnes de Chargey; Foncine-le-Bas section; Lower Kimmeridgian.
Alveosepta jaccardi (scale bar = 0,5 mm).

e - Calcaires et Marnes de Chargey; Valfin-les-Saint-Claude section; Lower Kimmeridgian.

Marinella lugeoni (scale bar = 0,5 mm).

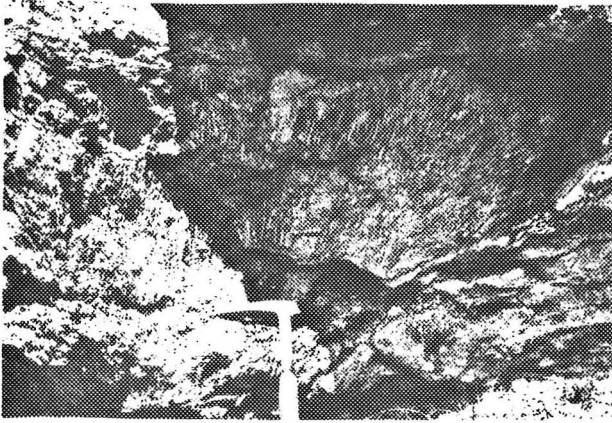
f - Calcaires et Marnes de Chargey; Foncine-le-Bas section; Lower Kimmeridgian.
Nautiloculina oolithica (scale bar = 0,5 mm).

g - Calcaires et Marnes de Chargey; Pont-de-la-Chaux section; Lower Kimmeridgian.

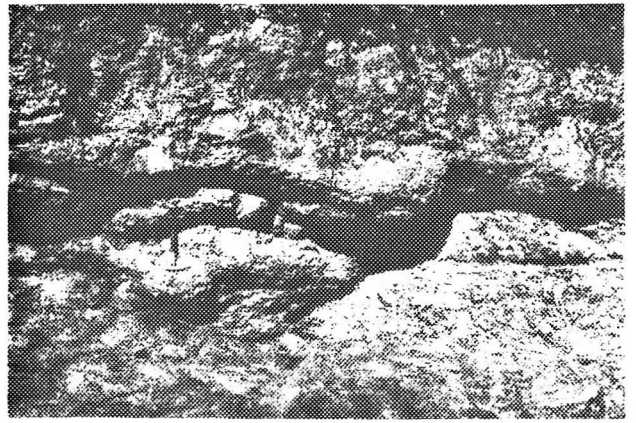
Marinella lugeoni (scale bar = 0,5 mm).

h - Calcaires de Matafelon (Calcaires des Gorges de Nouailles) Lower Kimmeridgian.

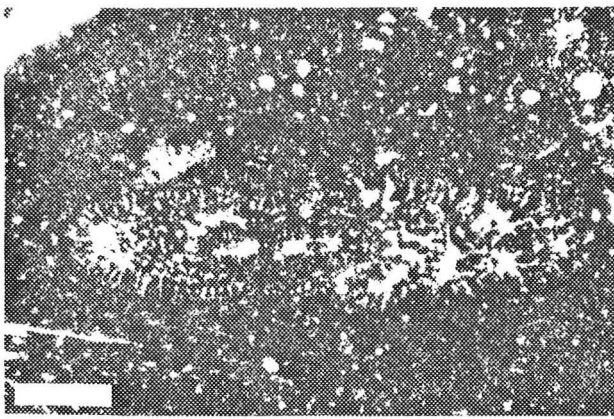
Cladocoropsis mirabilis (scale bar = 1 mm).



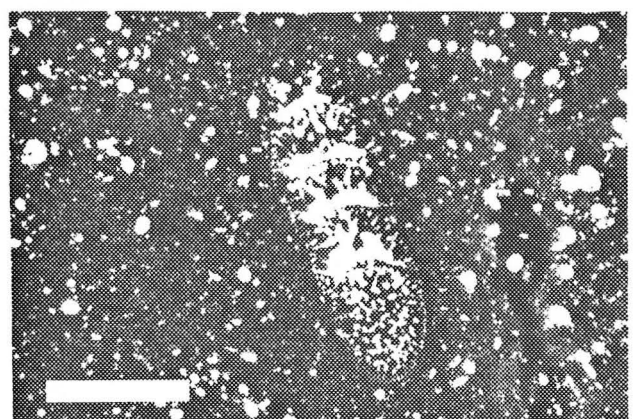
a



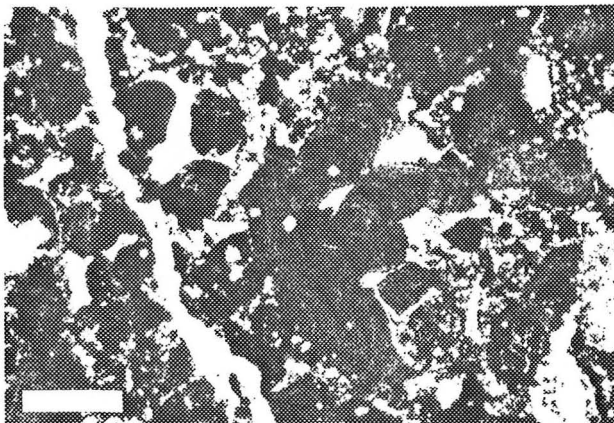
b



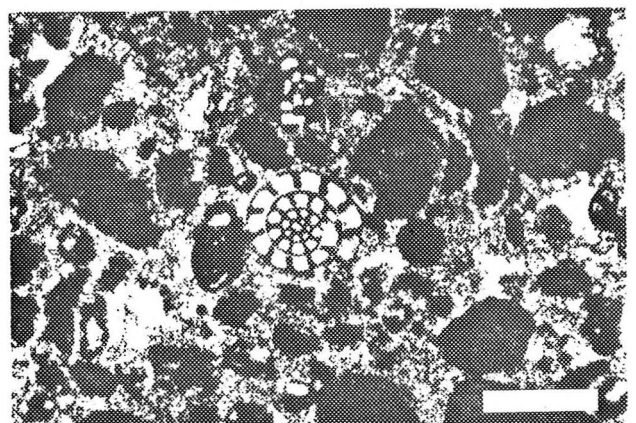
c



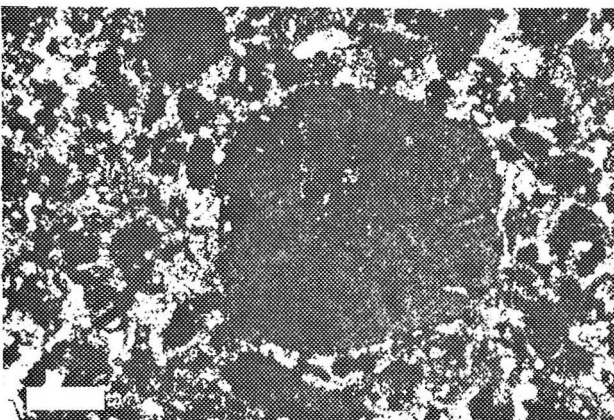
d



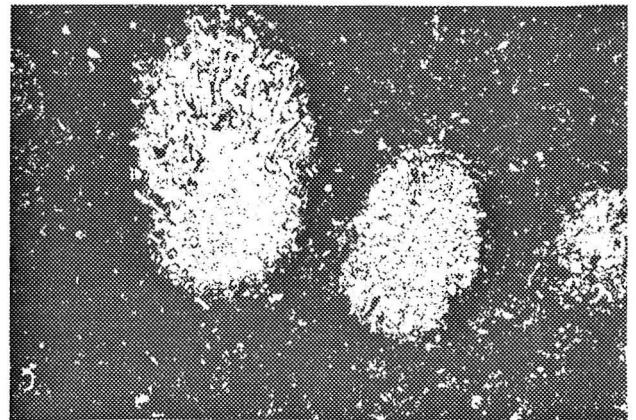
e



f



g



h

Planche 2 : Morphologie et microfaciès des Calcaires des Fins et des Calcaires de la Loue (Calcaires des Gorges de Nouailles), termes lithologiques de la partie supérieure de la séquence ptérocérienne (séquence Sp2; photos a à e). Détail macroscopique d'un stromatoporidé en boule (les échelles des photos a, b, c et f représentent toutes 1 cm).

a - Calcaires des Fins; coupe de Rang; Kimméridgien inférieur.

La photo présente des petits bivalves (*Corbis* sp.). Quelques uns de ces bivalves montrent des valves jointives attestant un hydrodynamisme faible (non visible sur la photo).

b - Calcaires de la Loue; coupe d'Arc-sous-Cicon; sommet du Kimméridgien inférieur.

Calcaires grainstones plus ou moins grossiers, à stratifications entrecroisées, dans lesquels on observe des arrivées de boue micritique. La flèche montre la limite entre l'un de ces niveaux fins et des calcaires grossiers riches en structures fenestrées.

c - Calcaires de la Loue; coupe d'Arc-sous-Cicon; sommet du Kimméridgien inférieur.

Calcaires grainstones de granulométrie faible à stratification plane parallèle. De nombreuses structures fenestrées (keystones-vugs) sont observables dans toute la partie supérieure du membre (flèche).

d - Sommet des Calcaires de la Loue; première brèche à cailloux noirs de la coupe d'Arc-sous-Cicon; Kimméridgien inférieur.

Les Cailloux sont enchassés dans un banc calcaire dont la surface est très corrodée et parfois karstifiée (voir pl. 3, photo c).

e - Sommet des Calcaires de la Loue; première brèche à cailloux noirs de la coupe des Gorges de la Loue; sommet du Kimméridgien inférieur.

La brèche, à gros éléments à la base, plus fins et anguleux au sommet, repose sur une surface karstifiée dont la limite a été tracée en pointillée (flèche). La brèche est soulignée à son sommet par un mince banc de calcaires gris qui se biseaute sur la droite de la photo. La masse carbonatée supérieure correspond aux Tidalites d'Arc-sous-Cicon.

f - Calcaires à Stromatoporidés de Matafelon; coupe de Chaux-des-Prés; Kimméridgien inférieur.

Détail macroscopique d'un stromatoporidé massif ou en boule, commun dans le membre, au sud du faisceau salinois.

Morphology and microfacies of the Calcaires des Fins and the Calcaires de la Loue (Calcaires des Gorges de Nouailles), membres of the Pteroceran sequence upper part. Close-up view of one massive stromatoporoid (scale bar = 1 cm).

a - Calcaires des Fins; Rang section; Lower Kimmeridgian.

The photograph shows small bivalves. A few of them exhibit connected shells what supports evidence for a low energy environment.

b - Calcaires de la Loue; Arc-sous-Cicon section; Top of Early Kimmeridgian.

More or less coarse grainstone with cross bedding enclosing lime mud deposits. The arrow points to the limit between one of this latter and a coarse bed that includes frequent keystone vugs.

c - Calcaires de la Loue; Arc-sous-Cicon section; Top of Early Kimmeridgian.

Grainstone enclosing small-sized components with horizontal bedding. Many keystone vugs are visible at the upper part of the membre (arrow).

d - Top of Calcaires de la Loue; Lower breccia with black pebbles of the Arc-sous-Cicon section; Top of Early Kimmeridgian.

Black pebbles setting upon a limestone bed with a corroded and karstic surface.

e - Top of Calcaires de la Loue; Lower breccia with black pebbles of the Arc-sous-Cicon section; Top of Early Kimmeridgian.

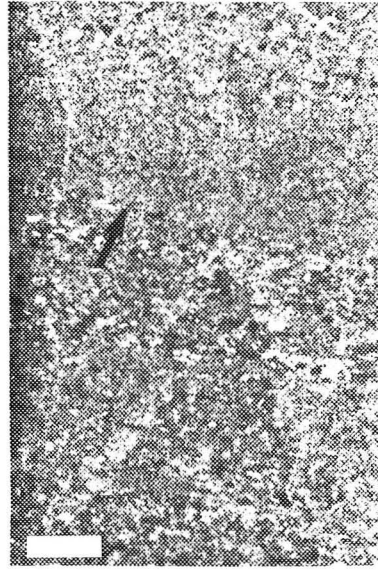
Breccia with coarse pebbles at the base, finer and more angular upwards. They rest upon a karstic bed (arrow). Breccia is overlain by a thick limestone bed (base of Tidalites d'Arc-sous-Cicon) which disappears to the right of the photograph.

f - Calcaires de Matafelon; Chaux-des-Prés section; Lower Kimmeridgian.

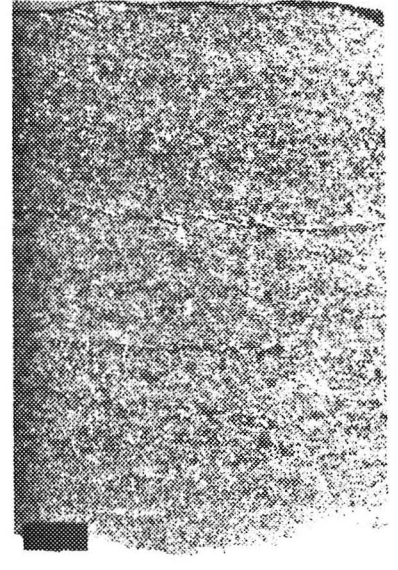
Close-up view of one massive stromatoporoid that are frequently encountered in Southern Jura Mountains.



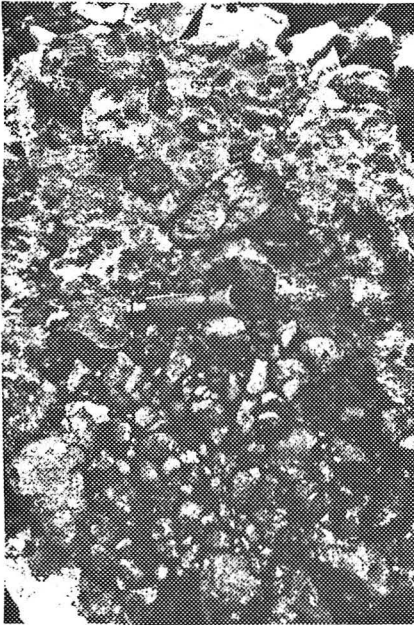
a



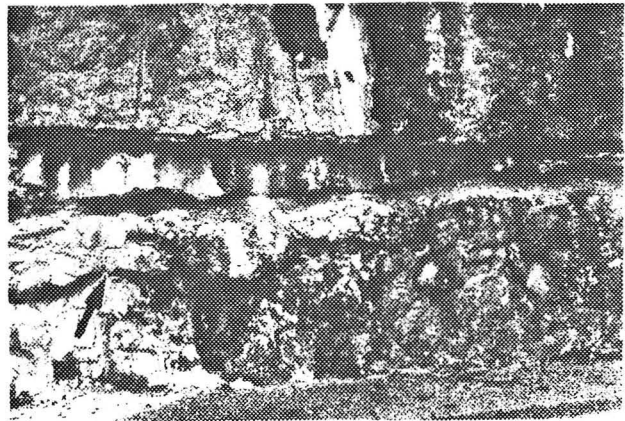
b



c



d



e



f

Planche 3 : Morphologie et microfaciès des Calcaires de la Loue et des Tidalites d'Arc-sous-Cicon (Calcaires des Gorges de Nouailles), termes lithologiques de la partie supérieure de la séquence ptérocérienne (séquence Sp2) (les échelles représentent toutes 1 cm).

a et b - Niveau sommital des Tidalites d'Arc-sous-Cicon; coupe d'Arc-sous-Cicon; Kimméridgien supérieur (zone à Acanthicum).

La photo a montre la surface durcie et parfois taraudée de ce niveau sommital (grande flèche). Le sédiment de couleur ocre ou rouille, riche en structures fenestrées et coquilles dissoutes, repose sur un banc bréchiqque de calcaire blanc micritique (petite flèche).

La photo b présente l'aspect particulier du sédiment fortement bioturbé et riche en microstructures le plus souvent difficilement interprétables (flèche).

c - Brèche sommitale des Calcaires de la Loue; coupe d'Arc-sous-Cicon; Kimméridgien inférieur.
Détail macroscopique d'un caillou noir dont la surface a également été fortement usée.

d, e et f - Tidalites d'Arc-sous-Cicon; Coupe d'Arc-sous-Cicon; Kimméridgien supérieur (zone à Acanthicum).
Détails macroscopiques du sédiment :

photo d : figures de bioturbation remaniant les niveaux sous-jacents (flèches). Le remplissage des cavités est de même nature que le sédiment sus-jacent.

photo e : coquilles dissoutes de petits gastéropodes au sein d'une matrice micritique.

photo f : calcaire laminé de couleur gris ou blanc alternante. Les laminations, issues vraisemblablement d'organismes cryptalgaires, sont séparées par des horizons riches en birds-eyes.

Morphology and microfacies of the Calcaires de la Loue and the Tidalites d'Arc-sous-Cicon (Calcaires des Gorges de Nouailles), membres of the Pteroceran sequence upper part (scale bar = 1 cm).

a et b - Top of the Tidalites d'Arc-sous-Cicon; Arc-sous-Cicon section; Upper Kimmeridgian (Acanthicum zone).

Photograph a shows a hard ground, sometimes bored (arrow). Ocher and rust-colored sediment enclosing bird eyes, sheet cracks and dissolved shells, resting upon brecciated and micritic white bed (little arrow).

Photograph b displays particular aspect of a frequently bioturbated sediment including questionable microstructures (arrow).

c - Upper breccia of the Calcaires de la Loue; Arc-sous-Cicon section; Lower Kimmeridgian. Close-up view of one black pebble. Its surface is strongly corroded.

d, e and f - Tidalites d'Arc-sous-Cicon; Arc-sous-Cicon section; Upper Kimmeridgian.

Close-up view of sediment :

Photograph d shows textures due to burrowing. Sediments penetrating underlying beds along burrows (arrows).

Photograph e displays dissolved shells of small gastropods within micrite.

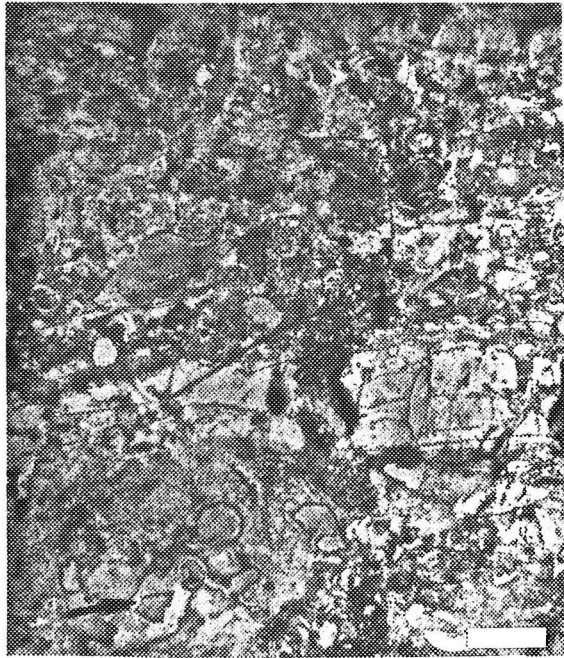
Photograph f exhibit white to grey laminated limestones. Laminations are believed to be coincident with cryptalgal fabric. Bird-eyes bearing layers are intercalated.



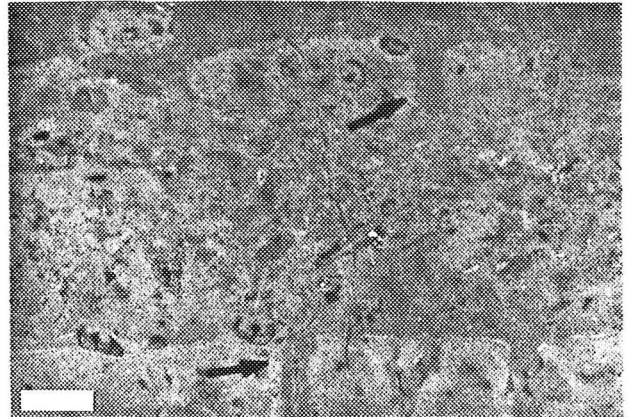
a



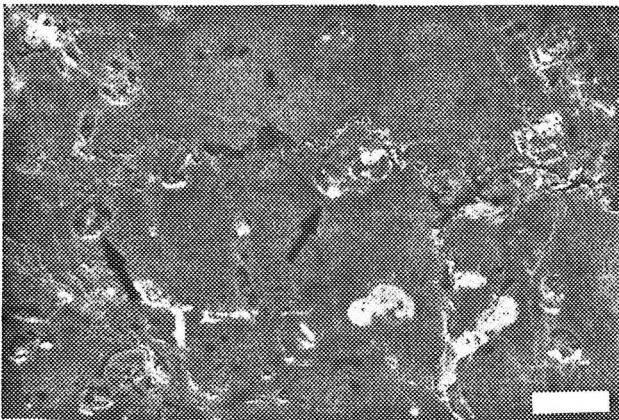
c



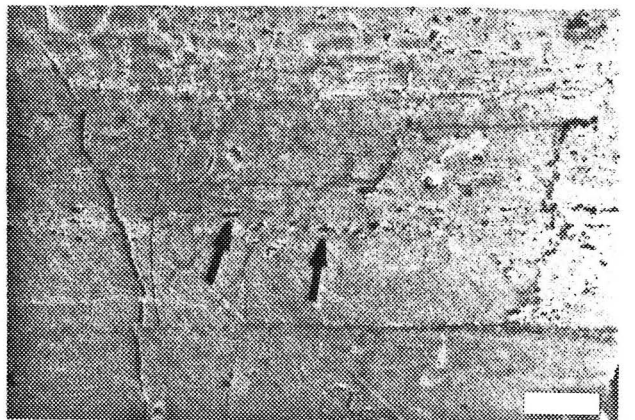
b



d



e



f

Fig. 74 : Carte paléogéographique du Jura et des régions voisines au Kimméridgien inférieur (base de la zone à Hypselocyclum).

D Dijon; G Genève; L Lyon; GR Gray; BF Belfort; MO Montbéliard;
BS Besançon; DO Dole; CS Chalon sur Saone; LS Lons le Saunier;
CH Champagnole; PO Pontarlier; NE Neuchatel; MA Macon; BB Bourg en
Bresse; OY Oyonnax; AM Ambérieu; AN Annecy; CY Chambéry

Légende

plate-forme externe



Couches à Céphalopodes

seuil "oncolithique"



Calcaires d'Aranc

plate-forme interne



Calcaires et Marnes de Chargey



Calcaires des Rochons (région tournugeoise)



Calcaires de Beaumont (région dijonnaise)

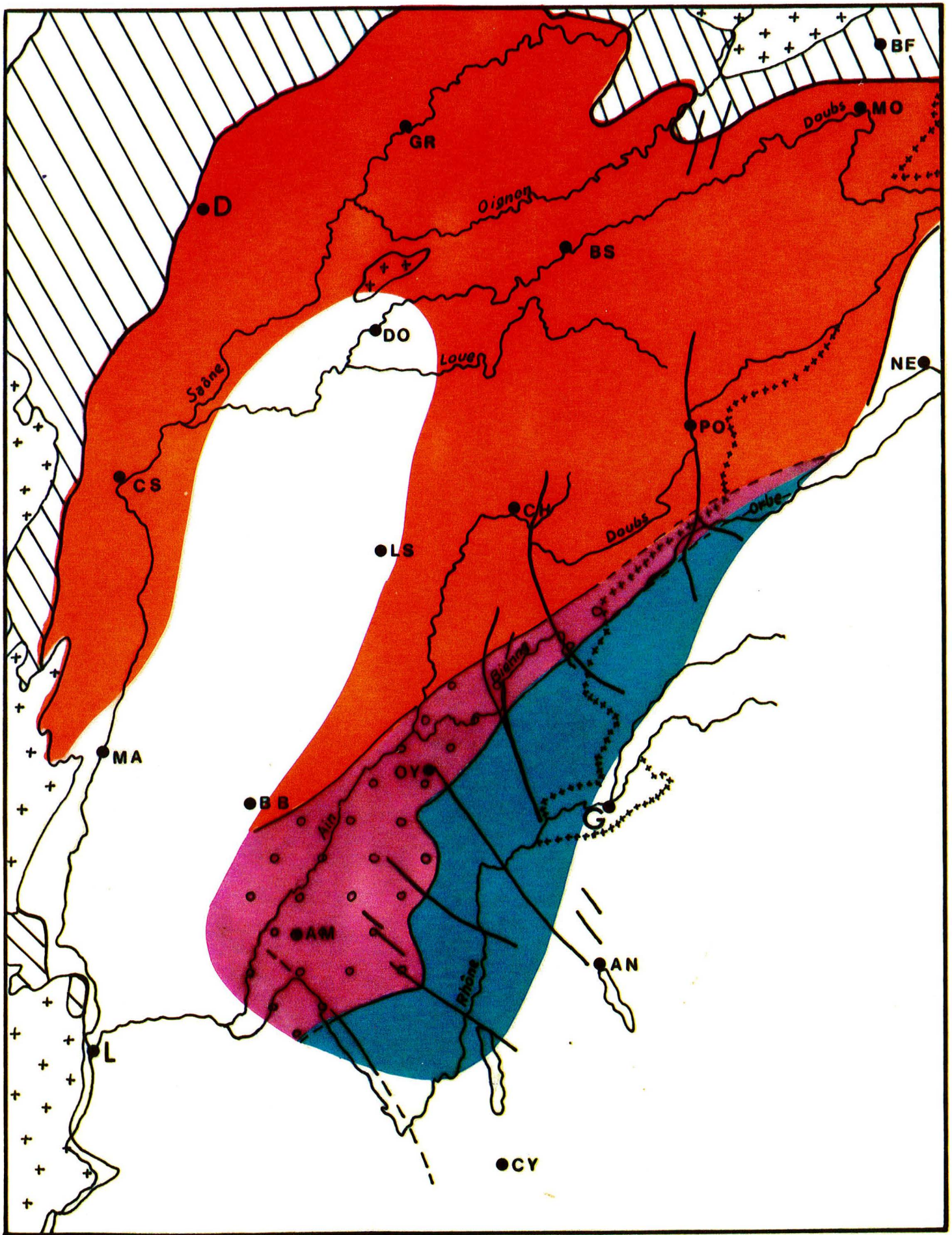


Fig. 75 : Carte paléogéographique du Jura et des régions voisines au Kimméridgien inférieur (base de la zone à Divisum), au maximum d'extension de la vasière ptérocérienne.

D Dijon; G Genève; L Lyon; GR Gray; BF Belfort; MO Montbéliard;
BS Besançon; DO Dole; CS Chalon sur Saone; LS Lons le Saunier;
CH Champagnole; PO Pontarlier; NE Neuchatel; MA Macon; BB Bourg en
Bresse; OY Yonnax; AM Ambérieu; AN Annecy; CY Chambéry

Légende

plate-forme externe



Couches à Céphalopodes

axe calcaire de Nantua - Yonnax



Calcaires d'Yonnax
(dolomicrites laminées et calcaires bioclastiques)

plate-forme interne



Calcaires et Marnes de Chargey



Marnes de Rang



Calcaires des Rochons (région tournugeoise)



Calcaires de Beaumont (région dijonnaise)

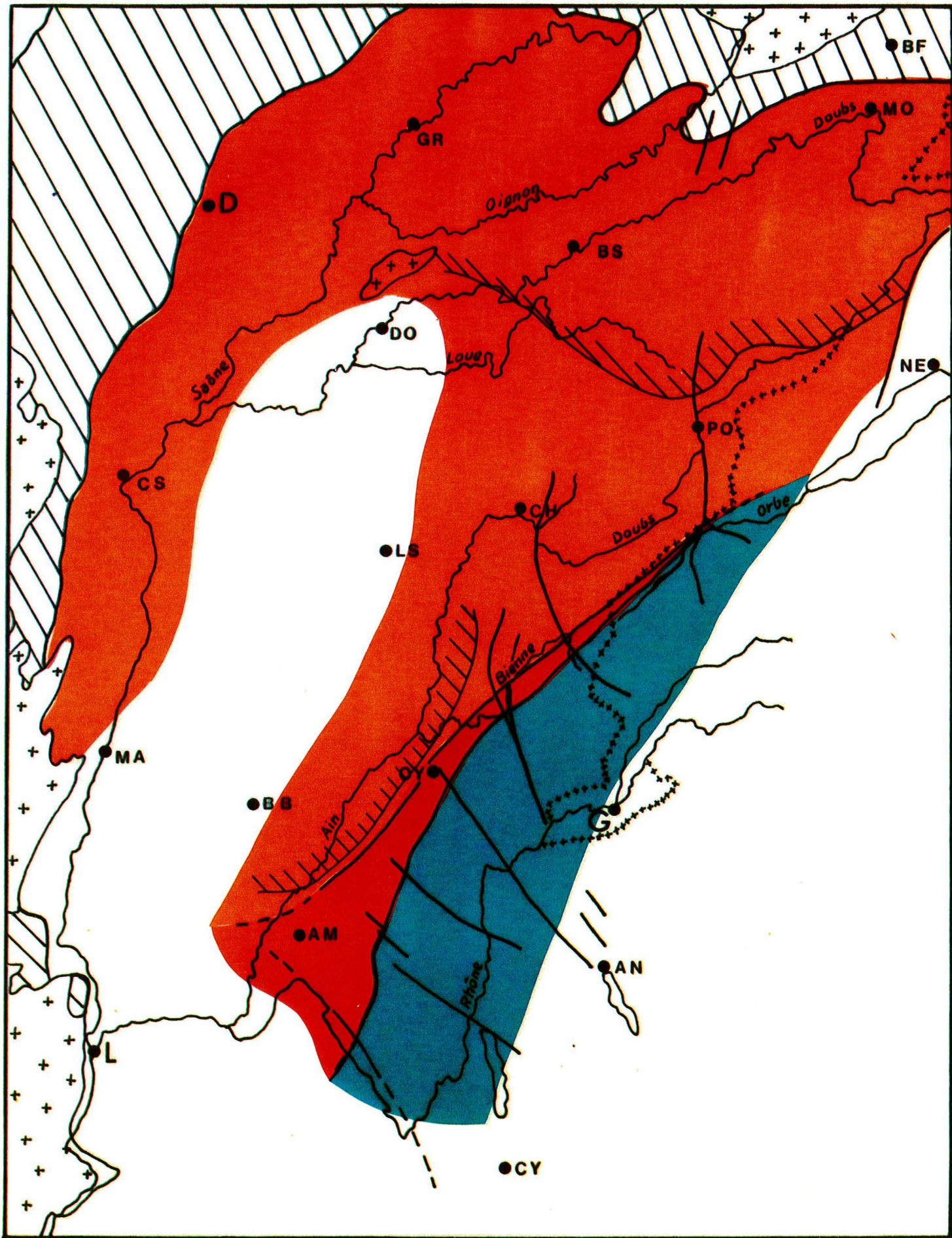


Fig. 76 : Carte paléogéographique du Jura et des régions voisines à la limite du Kimméridgien inférieur et du Kimméridgien supérieur (partie sommitale de la zone à Divisum, base de la zone à Acanthicum). Installation d'un haut-fond sur l'axe salinois.

D Dijon; G Genève; L Lyon; GR Gray; BF Belfort; MO Montbéliard;
BS Besançon; DO Dole; CS Chalon sur Saone; LS Lons le Saunier;
CH Champagnole; PO Pontarlier; NE Neuchâtel; MA Macon; BB Bourg en
Bresse; OY Oyonnax; AM Ambérieu; AN Annecy; CY Chambéry

Légende

plate-forme externe



Couches à Céphalopodes

axe calcaire de Nantua - Oyonnax



Calcaires d'Oyonnax

plate-forme interne



Calcaires des Fins et Calcaires de Chougat



Calcaires de la Loue



Calcaires du Clos-de-Vergis



Calcaires de Bourberain et dolomies de Saint-Hilaire

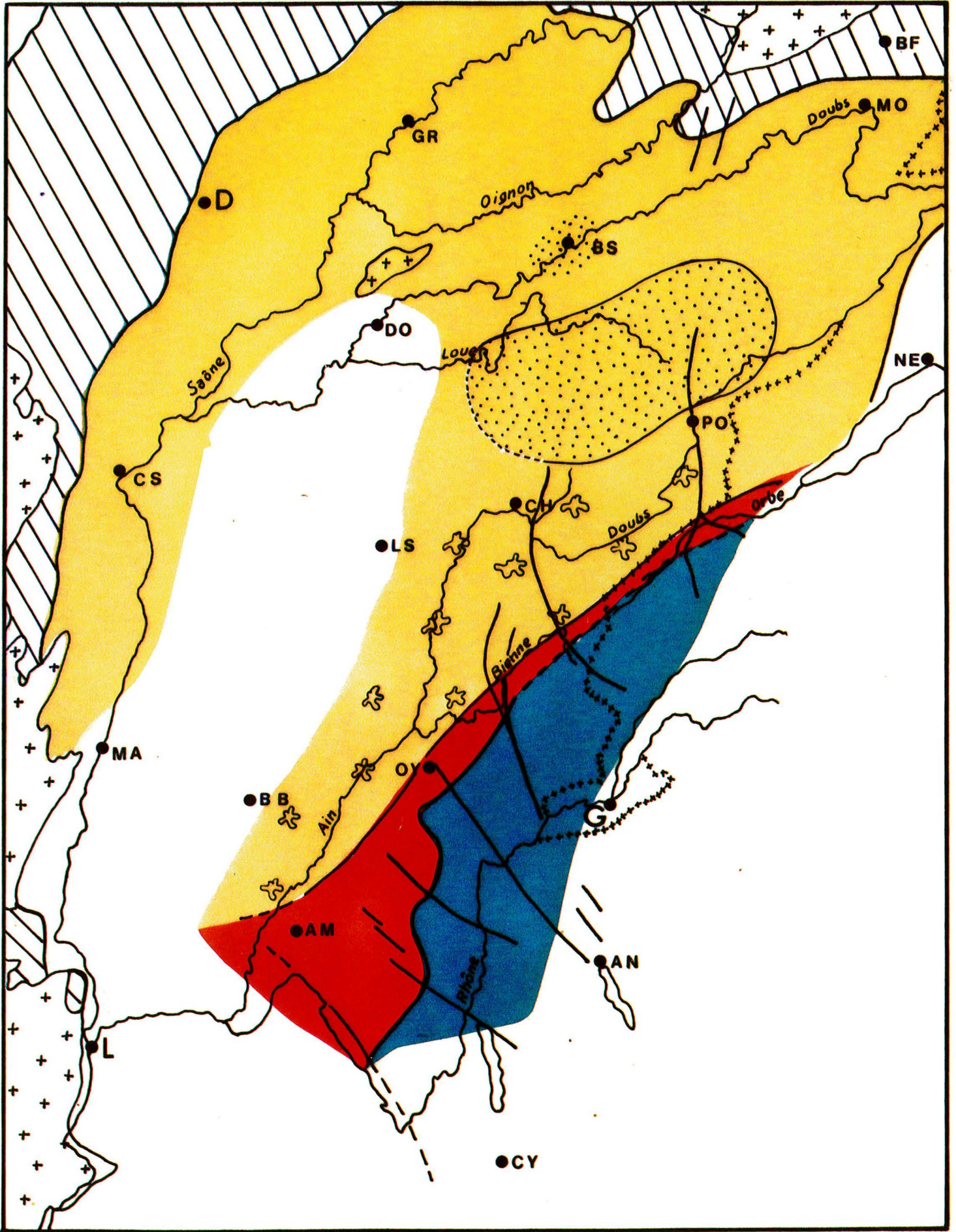


Fig. 77 : Carte paléogéographique du Jura et des régions voisines au début du Kimméridgien supérieur (zone à Acanthicum). Evolution du Haut-fond salinois vers des milieux supratidaux.

D Dijon; G Genève; L Lyon; GR Gray; BF Belfort; MO Montbéliard;
BS Besançon; DO Dole; CS Chalon sur Saone; LS Lons le Saunier;
CH Champagnole; PO Pontarlier; NE Neuchatel; MA Macon; BB Bourg en
Bresse; OY Oyonnax; AM Ambérieu; AN Annecy; CY Chambéry

Légende

plate-forme externe



Couches à Céphalopodes

axe calcaires de Nantua - Oyonnax



Calcaires d'Oyonnax
(Couches de Molinges)

plate-forme interne

Fin de la Séquence ptérocérienne



Calcaires des Fins et Calcaires de Chougat



Tidalites d'Arc-sous-Cicon



Faciès oolithique du Jura septentrional et de la Haute-Saone



Calcaires laminés de Chalon-sur-Saone et de Monbéliard

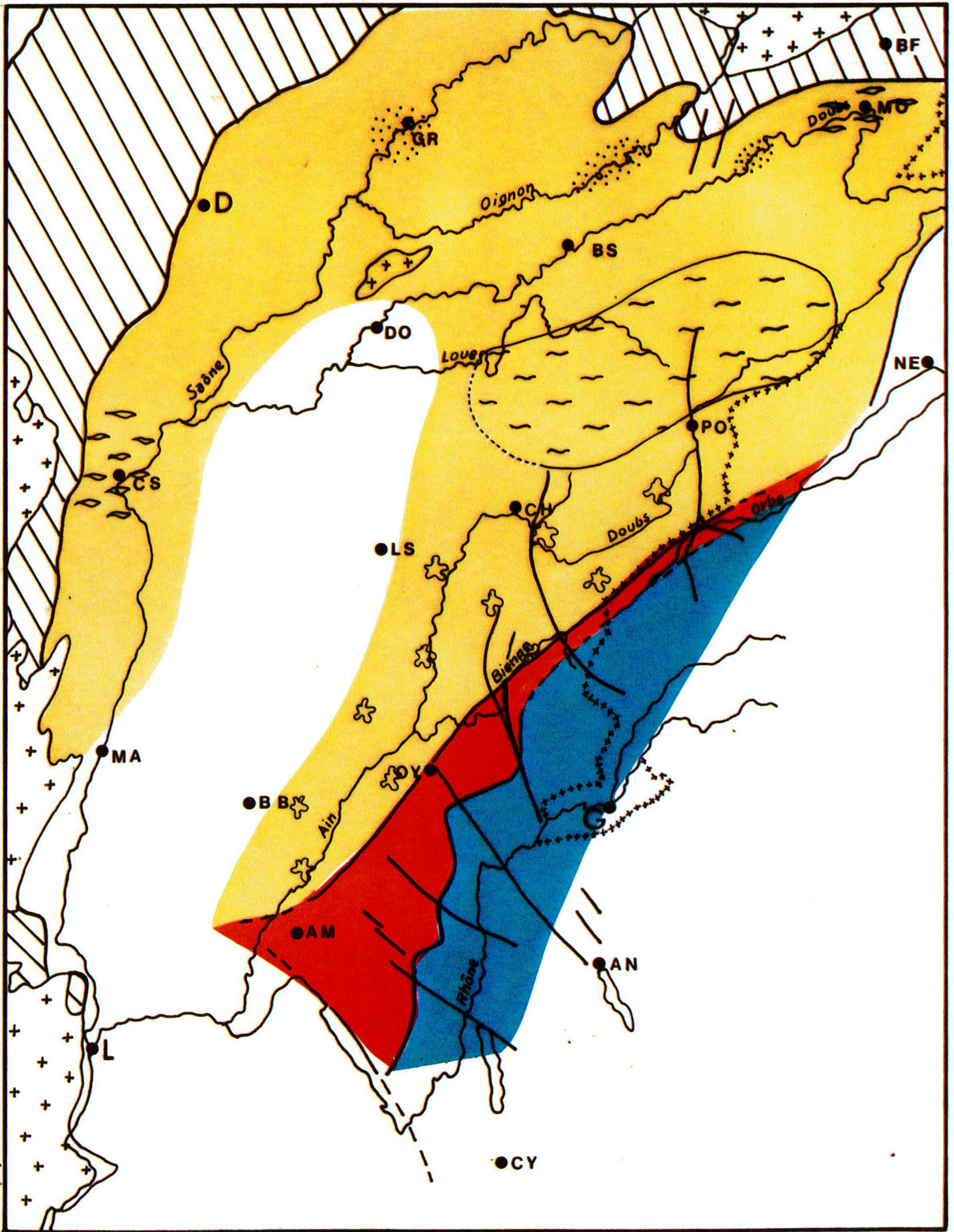


Fig. 78 : Carte paléogéographique du Jura et des régions voisines au début du Kimméridgien supérieur (partie supérieure de la zone à *Acanthicum*). Installation de la vasière à *Exogyra virgula* qui marque le début de la séquence virgulienne.

D Dijon; G Genève; L Lyon; GR Gray; BF Belfort; MO Montbéliard;
 BS Besançon; DO Dole; CS Chalon sur Saone; LS Lons le Saunier;
 CH Champagnole; PO Pontarlier; NE Neuchatel; MA Macon; BB Bourg en
 Bresse; OY Oyonnax; AM Ambérieu; AN Annecy; CY Chambéry

Légende

plate-forme externe



Couches à Céphalopodes

axe calcaire de la Haute-Chaine



Couches de Prapont inférieures
 (faciès oolithique et biodétritique)

plate-forme interne

Début de la Séquence Virgulienne



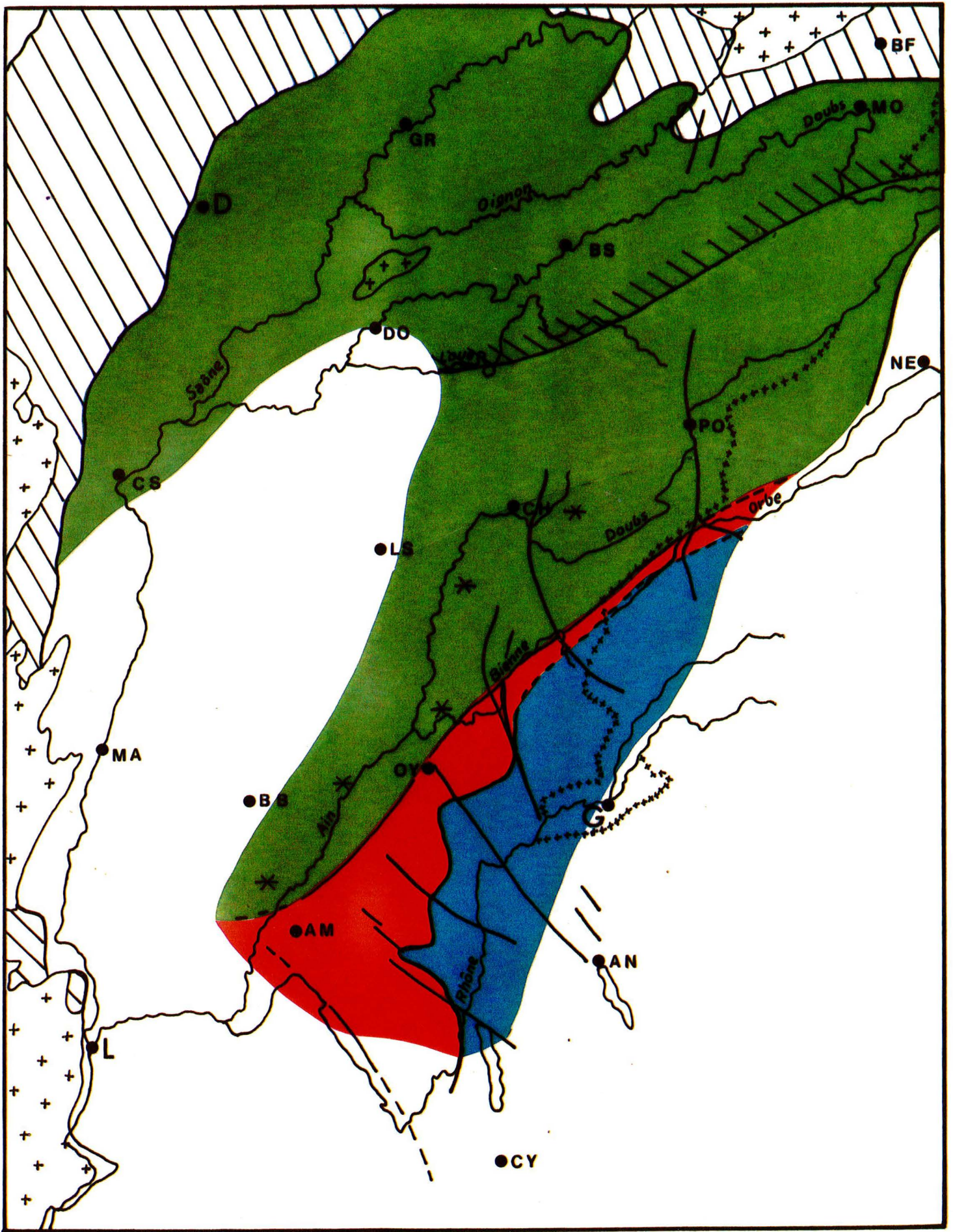
Calcaires de Fonceine-le-Bas
















Calcaires et Marnes de Savoyeux














Calcaires et Marnes de Savoyeux
 (faciès délités et marneux dominants et limite d'extension
 des intercalations marneuses)



-  - Calcaires de Foncine-le-Bas
-  - Calcaires et Marnes de Savoyeux
-  - Tidalites d'Arc-sous-Cicon
-  - Calcaires de la Loue
-  - Calcaires des Fins
-  - Calcaires de Chougeat
-  - Calcaires à Stromatoporidés de Matafelon
-  - Marnes de Rang
-  - Calcaires de Chargey
-  - Calcaire de Besançon
-  - Calcaires d'Aranc
-  - discontinuités majeure et régionale importantes
-  - discontinuités majeure et régionale peu marquées

Légende pour les figures 22, 37 et 56

-  - Tidalites d'Arc-sous-Cicon
-  - Calcaires de la Loue
-  - Calcaires des Fins
-  - Calcaires d'Oyonnax (fig. 72)
-  - Horizons de calcaires fins riches en Foraminifères au sein des Calcaires d'Oyonnax
-  - Calcaires de Chougeat
-  - Calcaires à Stromatoporidés de Matafelon
-  - Marnes de Rang
-  - Calcaires de Chargey
-  - discontinuité majeure
-  - discontinuité régionale

Légende pour les figures 70, 71 et 72