



**CARTE
GÉOLOGIQUE
A 1/50 000**

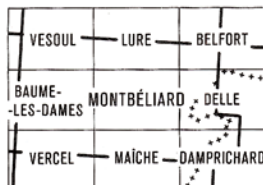
BUREAU DE
RECHERCHES
GÉOLOGIQUES
ET MINIÈRES

MONTBÉLIARD

XXXV-22

MONTBÉLIARD

La carte géologique à 1/50 000
MONTBÉLIARD est recouverte par la coupure
MONTBÉLIARD (N° 114)
de la carte géologique de la France à 1/80 000



MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL ET SCIENTIFIQUE
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
Boîte postale 6009 – 45018 Orléans Cédex – France



NOTICE EXPLICATIVE

APERÇU GENERAL

La feuille Montbéliard à 1/50 000 couvre une zone de transition entre les plateaux de Haute-Saône et les collines sous-vosgiennes au Nord et le Jura plissé au Sud.

La feuille est traversée d'Ouest en Est par la chaîne du Lomont qui marque la limite septentrionale du Jura plissé. Au Nord du Lomont se situe une large cuvette synclinale d'axe Est-Ouest dont les flancs se présentent comme de vastes plateaux faiblement inclinés vers l'axe du bassin. Ces flancs sont accidentés de tout un système de cassures commandées par une direction subméridienne dominante. Quelques bombements anticlinaux d'axe Est-Ouest (Clerval, la Raydans, Mont-Bart) y manifestent encore l'influence des plissements jurassiens.

Le Doubs traverse d'abord la zone plissée et le flanc sud du bassin en suivant une direction Sud-Nord, puis, à partir d'Audincourt, il rejoint l'axe de la cuvette qu'il parcourt dès lors en une succession de méandres.

Au Nord-Est, dans la région de Montbéliard, la feuille touche aux limites du golfe tertiaire qui se relie au fossé rhénan.

Au Sud du Lomont s'amorce une zone assez calme accidentée de quelques rides de faible amplitude.

Le point culminant de la feuille, dans le Lomont, est à l'altitude de 840 m (relais de télévision) ; l'altitude moyenne est de 450 m, la cote la plus basse étant celle du Doubs à Roche-lès-Clerval, soit 270 m environ.

De grands massifs calcaires forment l'ossature de toute la région. Ils sont attaqués par une forte karstification. Les précipitations importantes (1100 mm/an) alimentent des circulations d'eau souterraines et donnent lieu à de belles résurgences (Lougres, Soye, Colombier-Fontaine...).

L'économie de cette région apparaît sous deux aspects très différents : la partie orientale, de Montbéliard à Pont-de-Roide, très industrialisée, à forte densité de population, forme un net contraste avec le reste du territoire, couvert de bois de feuillus et de pâturages. Une certaine osmose se réalise entre ces deux domaines car chaque jour les usines drainent leur main-d'oeuvre sur un vaste périmètre. Ce débouché offert à une population qui conserve quand même des activités agricoles permet la renaissance et un développement nouveau des petits villages disséminés sur les plateaux.

DESCRIPTION DES TERRAINS

TERRAINS NON AFFLEURANTS

La coupe du sondage de Vellerot-lès-Belvoir n° 1 (VLB1, 474-6-1) donnée en annexe, a mis en évidence des terrains rapportés au Trias moyen entre les cotes 793 et 950 ; on peut y faire les subdivisions suivantes (de bas en haut) :

Muschelkalk moyen et supérieur. Ces terrains ont été traversés sur une puissance de 148 m (de 802 à 950), mais une partie de la série y est redoublée par une faille ; ce sont essentiellement des calcaires gris clair, microcristallins, parfois dolomitiques, avec des passées d'anhydrite blanche massive, alternant avec des dolomies beiges microcristallines.

Lettenkohle. On a rapporté à cet étage des dolomies beiges à anhydrite comprenant une intercalation d'argile noire à gravillons phosphatés, *Estheria*, écailles et dents de Poissons ; ces niveaux ont été traversés sur une épaisseur de 9 mètres (entre 793 et 802).

TERRAINS AFFLEURANTS

TRIAS

Trias supérieur : Keuper

h. Keuper inférieur : Marnes salifères à gypse (100 m). Ce sont des marnes de couleur rouge, lie-de-vin ou verdâtre, parfois bariolées.

Le gypse est encore exploité près de Vellechevreux, à quelques kilomètres au Nord de Courchaton. Le sel gemme était autrefois exploité à Mélecey.

Cette formation, bien représentée sur la feuille Lure, n'affleure ici que dans la partie nord-ouest de la carte.

Elle forme une région déprimée couverte de prairies.

t8. **Keuper moyen : Grès à « roseaux » (10 m) et Dolomie-moellon (10 m).** Les formations attribuées au Keuper moyen comprennent de la base au sommet :

Grès à « roseaux » (0-10 m). Ce sont des grès fins argileux, très friables, gris-vert, contenant des plantes et des débris charbonneux, visibles à 500 m au Nord de Grammont. Ils sont surmontés par 5 à 6 m de marnes rouges.

« **Dolomie-moellon** » (10 m). Cette dolomie fine très constante a une couleur blanchâtre, parfois tachée de rose, et s'altère en jaune-brun.

Elle forme une petite cuesta dans le paysage et parfois même des replats structuraux comme au Nord de Courchaton.

Elle était exploitée comme pierre à construction vers Fallon et Mélecey. La base est marquée par un niveau de sources qui sont parfois captées (Gémonval, Mélecey). Cette formation supportait autrefois des vignes, dont la plupart sont aujourd'hui remplacées par des vergers.

t9. **Keuper supérieur : Marnes et dolomies (30 à 40 m).** Dans cet ensemble marneux on peut distinguer :

- à la base, des marnes rouges à gypse ;
- au sommet, des marnes verdâtres renfermant de petits bancs de dolomie.

Ces marnes forment généralement une dépression entre la Dolomie-moellon et la côte infraliasique.

t10. **Rhétien : Grès (15 m) et « Marnes de Levallois » (5 m).** Deux formations ont été attribuées au Rhétien ; à la base, les grès ; au sommet, les « Marnes de Levallois ».

Grès (15 m). Ils montrent la superposition suivante :

- bancs gréseux à la base,
- argiles schistoïdes sableuses,
- gros bancs de grès au sommet.

Les bancs de grès, de teinte jaunâtre, s'altèrent facilement et n'apparaissent que rarement à l'affleurement. Mais des morceaux de grès ont été répandus par solifluxion sur tout le Keuper supérieur.

Ces grès constituent le niveau d'émergence de sources d'eau potable, de débit constant, mais relativement faible.

« *Marnes de Levallois* » (0 à 5 m). Ce sont des marnes vertes ou brun-chocolat d'épaisseur variable. Elles sont visibles à la sortie nord de Courchaton et disparaissent vers Mélecey et Fallon.

JURASSIQUE

Jurassique inférieur

I1-4. **Sinémurien** (*S. lat.*) et **Hettangien**. Deux formations lithologiques ont été regroupées dans cet ensemble.

- à la base, les calcaires bleus ;
- au sommet, les marnes lotharingiennes.

a - Calcaires bleus, qui atteignent 7 à 8 m d'épaisseur, correspondent à l'Hettangien et au Sinémurien inférieur.

1 - **Hettangien** (0,50 m à 1 m). Très peu épais dans cette région, l'étage est représenté par des calcaires bleus sableux et parfois ferrugineux. Dans la région de Fallon, le banc inférieur très sableux, épais de 0,30 m, n'est pas fossilifère, alors que les deux bancs suivants sont riches en Lamellibranches (*Lima gigantea*) formant parfois une véritable lumachelle et renfermant également des *Schlotheimia*. La zone à Planorbis a été mise en évidence quelques kilomètres plus à l'Ouest sur la feuille Baume-les-Dames.

2 - **Sinémurien inférieur** (6 à 7 m) : Calcaire à Gryphées arquées (6 à 7 m). C'est un calcaire bleu, dur, en bancs soit compacts, soit noduleux, séparés par de très minces délits marneux renfermant *Arietites bisulcatus* (Brug.), *Arnioceras geometricum* (Oppel), *Spiriferina pinguis*, *Gryphaea arcuata* (Lam.), et des Pentacrines.

La partie supérieure riche en *A. geometricum* renferme des fossiles phosphatés.

Les calcaires hettangiens et sinémuriens apparaissent bien dans la morphologie et forment un ressaut entre les marnes lotharingiennes et le Keuper. Cette formation, parfois dégagée par l'érosion, engendre de beaux replats structuraux au Nord de Courchaton et de Grammont. Le Calcaire à Gryphées donne lieu à une circulation karstique dont les sources sont très irrégulières (Courchaton est alimenté par de l'eau provenant de cette formation).

b - Marnes lotharingiennes. Généralement grises, elles peuvent renfermer des concrétions ferrugineuses.

Elles atteignent une quinzaine de mètres d'épaisseur et forment une zone déprimée entre le Calcaire à Gryphées et le petit ressaut du calcaire à Bélemnites.

Le Lotharingien se termine par quelques bancs de calcaire marneux gris, s'altérant en roux, renfermant *Oxynoticeras* sp. et *Gryphaea obliqua* (Sow.).

I5-6. **Pliensbachien**. Etage comprenant le Carixien surmonté du Domérien.

Carixien. Il est représenté par 7 à 8 m d'une alternance de bancs de calcaire gris jaunâtre et de lits marneux. Le banc supérieur, riche en Bélemnites, renferme *Lytoceras* sp., *Productylioceras davoei* (Sow.), *Aegoceras capricornu* (Schlot.).

Il forme de petits replats structuraux au Sud de Courchaton et le long de la route reliant Grammont à Mélecey.

Domérien (45 m). Il comprend deux formations:

- à la base, les marnes à *Amaltheus* (*A. margaritatus*) (30 m) se présentent sous l'aspect de marnes grises plastiques renfermant à la partie supérieure des nodules calcaires ainsi que des concrétions cylindriques percées d'un canal (*Tisosa siphonalis*).

Les Amalthées sont accompagnées de nombreux *Harpax pectinoides* (Lam.) (= *Plicatula spinosa* Sow.).

- au sommet, les couches à *Pleuroceras* (*P. spinatum*) (15 m) formées de bancs de calcaire argilo-sableux gris-roux, séparés par des lits de marnes jaunâtres sableuses renfermant des *Pleuroceras* et des *Plicatules*.

l7-8. Toarcien (100 à 120 m). Il est représenté par deux formations :

l7. *Schistes bitumineux* ou «*Schistes carton* » (20 m). Ce sont des marnes schistoïdes bitumineuses gris-noir, s'altérant en gris clair. Les 2 m inférieurs renferment deux petits bancs de calcaire sableux contenant des dents et des écailles de Poissons et correspondant à la zone à *Tenuicostatum*.

Au milieu des schistes, se trouve un banc de miches calcaires à *Pseudolioceras lythense*. Les schistes renferment des *Steinmannia bronni* et des empreintes d' *Harporceras* du groupe *falciferum*.

Les « Schistes carton » marquent bien dans la morphologie, déterminant une pente plus abrupte dans le talus des marnes liasiques. Sur les versants bien exposés de la région de Courchaton et Grammont, ces schistes sont plantés d'arbres fruitiers.

l8. *Marnes micacées à nodules* (80 à 100 m). On peut distinguer de bas en haut :

- un banc de grosses miches calcaires à *Hildoceras sublevisoni* et *Dactylioceras commune* ;
- environ 2 m de marnes grises, rouille en surface, à nodules calcaires à *Hildoceras bifrons* et *Coeloceras crassum*, riches en Bélemnites ;
- des marnes à nodules de calcaire blanchâtre à *Haugia* ;
- une vingtaine de mètres de marnes plastiques à *Grammoceras*, *Pseudogrammoceras* et *Pseudopolyplectus* ;
- des marnes à nodules calcaires à *Hammatoceras insigne* et *Phlyseogrammoceras* ;
- environ 50 m de marnes micacées correspondant à la zone à *Dumortieria pseudoradiosa* et à une partie de la zone à *Pleydellia aalensis*.

lj. **Aalénien**. Nous avons cartographié avec les calcaires aaléniens le minerai de fer de Bournois. Ce niveau de minerai de fer supraliasique a livré, plus à l'Ouest, dans la région de Rougemontot, des Ammonites caractéristiques du sommet de la zone à *Aalensis*.

Ce niveau lenticulaire, bien développé à Bournois où il a fait l'objet d'anciennes exploitations, est absent vers Accolans.

L'Aalénien débute par le niveau des calcaires argilo-sableux formé par 5 m de bancs de calcaires jaunâtres sableux, séparés par des lits marno-sableux et renfermant *Leioceras subglabrum*.

Ce niveau est surmonté par 15 m de calcaires roux, oolithiques et bioclastiques, correspondant au niveau des calcaires oolithiques de Vellefaux des plateaux de Vesoul, daté de la zone à *Murchisonae*.

Dans la région de Saint-Hippolyte, et au cœur de l'anticlinal du Lomont au Sud de Pont-de-Roide, l'Aalénien est représenté par 3 ou 4 m de calcaires argilo-sableux datés de la zone à *Opalinum*, surmontés par un niveau de minerai de fer renfermant des Ammonites de la zone à *Concavum*. Le niveau des calcaires oolithiques de Vellefaux manque.

JURASSIQUE MOYEN

j1. Bajocien

j1a. Bajocien inférieur et moyen

j1aE. **Calcaires à entroques**. Dans la région des collines préjurassiennes, l'Aalénien est surmonté par 25 à 30 m de calcaires bioclastiques et à entroques, à stratifications entrecroisées.

Dans la partie sud de la carte, vers Saint-Hippolyte et dans le Lomont, le Bajocien débute par un petit niveau de marnes et de calcaires argileux, surmonté par 15 à 20 m de calcaires à entroques. Localement, la surface supérieure se montre rubéfiée et érodée.

j1aP. **Calcaires à Polypiers.** Ils se composent de plusieurs formations :

Calcaires à Polypiers de Frotey. Calcaires noduleux, durs, argileux par endroits, renfermant des Polypiers et des Brachiopodes (*Terebratula ventricosa*). L'épaisseur de ce niveau est de 15 m ; elle se réduit à quelques mètres dans l'angle sud-est de la carte.

Calcaires oolithiques de Dampvalley. Calcaires oolithiques et bioclastiques et calcaires finement graveleux (15 à 25 ml).

Niveau des calcaires compacts de Courchaton. Sur toute l'étendue de la feuille, le Bajocien moyen à Polypiers se termine par 10 à 15 m de calcaire à pâte fine, localement pseudobréchique, renfermant des oncholites(1) (momies) entre Onans et Arcey. Les niveaux pseudobréchiques prennent une couleur rousse et un aspect caverneux sous l'effet de l'altération.

Les bancs inférieurs de cette formation peuvent renfermer des petites colonies de Polypiers et des Nérinées. Ces calcaires ont été exploités comme pierre de taille à Courchaton et à Onans.

j1b. **Bajocien supérieur : Grande oolithe.** Représentée par 30 à 40 m de calcaire oolithique bicolore à stratification entrecroisée qui peuvent renfermer des petits lits plus marneux, notamment à la partie inférieure où les bancs calcaires sont riches en pisolithes de Nubéculaires.

Dans la région de Bavans et à Arcey se développe, au milieu de la formation, un petit niveau marneux à nodules calcaires renfermant des Polypiers et des Brachiopodes.

Le sommet de la série se présente en petits bancs séparés de minces niveaux marneux. La surface supérieure est souvent rubéfiée et perforée, parfois couverte de petites Huîtres.

En lame mince, on peut observer des phénomènes de compaction au sein de la roche, les éléments étant pressés les uns contre les autres et déformés au point de contact ; parfois ils s'interpénètrent suivant des microjoints stylolithiques soulignés d'oxyde de fer.

Ces calcaires, très durs, représentent un matériau de choix pour l'empierrement et sont exploités dans la grande carrière de Bavans.

j2. **Bathonien.** Le faciès calcaire compact envahit presque tout l'étage dans la partie ouest de la feuille, dans la région de Clerval, Soye et jusqu'à Geney, où les marnes du Bathonien supérieur sont réduites à 1 ou 2 m de marnes et de calcaires argileux.

j2a. **Calcaire compact.** Epais d'une trentaine de mètres vers Clerval, il diminue d'épaisseur vers l'Est, n'atteignant plus que 20 m à Onans et une dizaine de mètres vers Bavans.

Il est possible d'y distinguer :

- le niveau des calcaires à momies du Bathonien inférieur (5 à 14 m) formé par des calcaires compacts, à pâte fine, parfois graveleux et oolithiques, renfermant des bancs à grosses oncholites (« momies »), des Brachiopodes et de petits Polypiers.

A la base de cette formation, existent parfois des lits marneux. Ceux-ci, très réduits à l'Ouest, sont bien développés à la Guinguette, à Saint-Marie, à la Raydans et à Bavans. Ils renferment *Terebratula veziani* et des Rhynchonelles.

- le niveau des calcaires compacts de la Citadelle (20 à 30 ml qui comprend des calcaires sublithographiques blancs, parfois graveleux ; les bancs supérieurs sont souvent pseudobréchiques, le dernier se termine par une surface taradée et rubéfiée surmontée par les marnes à Rhynchonelles. C'est cette deuxième partie du Bathonien calcaire qui subit une forte réduction d'épaisseur de l'Ouest à l'Est de la feuille.

j2b. **Marnes à *Rhynchonella alemanica*** (1 m à 15 m). Cet ensemble est formé de marnes et de calcaires argileux (« calcaires roux sableux »), riches en Brachiopodes :

(1) Onchalites : fragment de sédiment durci, roulé et enrobé de couches concentriques dues à des Algues encroûtantes (appelées autrefois momies).

Rhynchonella alemanica, *Terebratula (Arceythyris) diptycha*, *Acanthothyris spinosa*, et en petites Huîtres : *Ostrea knorri*.

Réduites à 1 ou 2 m dans la partie ouest de la feuille, entre Clerval et Geney, elles prennent de l'importance plus à l'Est, à partir d'Onans et Faimbe. Elles sont bien développées vers Bavans et dans la partie sud-est de la feuille où elles forment un talus concave entre les calcaires du Bathonien et ceux de la « Dalle nacrée ».

Jurassique supérieur

j3. Callovien (20 à 30 m)

Callopien inférieur: «Dalle nacrée ». A Faimbe, la « Dalle nacrée » surmonte quelques mètres de calcaires argileux à *Homeoplanulites homeomorphus* Buck. qui ont été cartographiés avec les marnes à Rhynchonelles du Bathonien supérieur, mais peuvent représenter la base du Callovien.

La « Dalle nacrée » (18 à 25 m) est constituée de calcaire roux spathique, bioclastique et à entroques en bancs minces, à stratification fortement entrecroisée. La surface des bancs montre de nombreux fragments de Bivalves à test nacré.

Le microfaciès dominant est une biocalcarénite à nombreux fragments allongés de Brachiopodes, de Lamellibranches et d'Echinodermes englobés dans une matrice oolithique et graveleuse ; le ciment cristallin est peu abondant.

Dans les collines préjurassiennes, la partie moyenne renferme deux petits lits plus marneux à *Digonella sinuata*, *Rhynchonella orbignyana*, des Lamellibranches et des Bryozoaires (exemple : Nord-Est de Faimbe, bord R.N. 83, en x = 922,850 et y = 285,700).

De très nombreuses petites carrières, jadis ouvertes dans cette formation, ont été abandonnées.

La « Dalle nacrée » détermine dans la morphologie de vastes replats structuraux au Nord de Mancenans, vers Geney, Arcey, Sainte-Marie et Hyémondans. Ils sont recouverts d'une argile de décalcification brun-rouille.

Callopien moyen. L'oolithe ferrugineuse, malgré sa faible épaisseur (0,50 m à 1,50 m) a pu être subdivisée en deux niveaux :

- à la base, le niveau des calcaires à oolithes ferrugineuses de Baume-les-Dames, renfermant de nombreux Reineckéidés, des Hecticocératidés, des Kosmocératidés et des Macrocéphalidés caractéristiques des zones à Enodatum et à Jason.

- au sommet, le niveau des calcaires argileux à oolithes ferrugineuses de Besançon, renfermant des Ammonites de la zone à Coronatum.

Les deux niveaux sont superposés à Geney et à Sainte-Marie, mais ils peuvent manquer ; dans la région de Soye, le premier existe seul, tandis que l'on ne trouve que le second à Faimbe et à Mathay.

j4. **Oxfordien inférieur** (et localement Callovien moyen et supérieur). Cette série marneuse, dont l'épaisseur augmente du Nord-Est (25 m) au Sud-Ouest (45 m) n'a pu être subdivisée.

- Le Callovien supérieur est représenté par quelques mètres de marnes et de calcaires argileux où l'on a pu reconnaître les zones à Athleta (à Faimbe et vers Mathay) et à Lamberti (au Nord de Sainte-Marie).

- L'Oxfordien inférieur, représenté par le faciès des « marnes » à Renggeri, est formé d'argiles bleues, plastiques, à Ammonites pyriteuses : *Quenstedticeras woodhameum*, *Properisphinctes bernensis*, *P. matheyi*, *Taramelliceras* sp., *Taramelliceras* gr. *episcopalis-globosum*, *T. richei*, *Creniceras renggeri*, *Sphaerodomites calcarius* (dét. R. Enay). On y trouve également des Bélemnites (*B. cf. latesulcatus*), des Échinodermes (*Collyrites* sp.), des Brachiopodes (*Aulacothyris*, *Waldheimia*, Rhynchonelles et Térébratules), des Lamellibranches, des Foraminifères: *Lenticulina quenstedti*, *Falsopalmula deslongchampsii*, *Trochamina cf. parva* (dét. P. Andreieff) et des Ostracodes.

Les argiles oxfordiennes se marquent toujours nettement dans la topographie où elles forment des combes ou des talus à pente douce souvent recouverts d'éboulis. Très fluantes, elles favorisent les glissements.

j5. **Oxfordien moyen à faciès argovien** (50 à 70 m). A la base, on rencontre 40 - 60 m d'argiles à miches ou à chailles entrecoupées de petits niveaux de calcaires argileux jaune-ocre ; ces argiles renferment de très nombreux débris silicifiés (radioles de *Cidaris*, articles de *Millericrinus* et *Pentacrinus*, Huîtres).

L'horizon supérieur, épais de 5 à 15 m, plus calcaire et siliceux, est formé de bancs minces séparés par des niveaux argileux ; les bancs sont soit ocre, d'aspect terreux, soit spathiques injectés de dépôts rouille ferrugineux, soit gris terne plus ou moins silicifiés et très durs. De petits débris silicifiés, blancs à reflets opalins sont fréquents à la cassure (Clerval, Mont-Bart, collines préjurassiennes). Souvent un niveau à Trigonies silicifiées marque le sommet de cet ensemble.

A Appenans, en $x = 918,850$, $Y = 280,200$, ces niveaux supérieurs forment une falaise composée de marno-calcaires ocre, parfois rubanés et de bancs « michoïdes »⁽¹⁾ de 0,50 à 1 m ; les intercalations argileuses ont disparu mais on observe quelques niveaux plus minces en plaquettes de 2 à 5 centimètres.

Au niveau du Lomont et principalement à l'Est dans le secteur Chamesol-Montecheroux, l'« Argovien » se termine par des niveaux roux ferrugineux qui ont été exploités jusqu'au début de ce siècle. Ces niveaux, épais de 1 à 8 m, ne paraissent pas constants ; ils consistent en une oolithe ferrugineuse surmontée de calcaires ocreux à grain fin.

Lorsque la distinction des argiles inférieures et des faciès argoviens n'a pu être faite, ces terrains sont regroupés sous la notation j4-5.

j6. **Oxfordien supérieur : faciès rauracien oolithique et récifal**. L'épaisseur croît du Nord-Est au Sud-Ouest de 35 à 80 mètres. La limite inférieure de cet ensemble a été placée à l'apparition du faciès oolithique ou du faciès à grosses « momies ».

Le niveau à momies de la base du « Rauracien », constitué de calcaires à gros pisolithes atteignant un à plusieurs centimètres, est bien développé à Clerval, Mancenans, Rang, où il atteint une dizaine de mètres d'épaisseur ; il se poursuit vers l'Ouest jusqu'à Bavans dans la partie nord de la feuille, et jusqu'à Hyémondans dans la partie sud. Il est absent à l'Est de Vermondans. Aux environs de Berche et à l'Ouest de Mathay, ces couches sont riches en Polypiers parfois silicifiés.

Au-dessus vient une série, épaisse de 15 à 50 m, de calcarénites de types divers : le faciès le plus fréquent est celui d'une oolithe fine à grossière de teinte blanc-beige à jaunâtre ; les oolithes ont, en général, un cortex épais à structure concentrique bien visible, de teinte blanche ou jaune, le centre de l'oolithe, réduit, étant soit plus ou moins fortement teinté de brun, soit constitué de calcite hyaline ; l'oolithe peut aussi être structurée autour d'un fin débris d'organisme qui constitue seul le noyau. Souvent spathiques, ces calcaires sont riches en débris variés (Polypiers, Bryozoaires, Echinodermes, Bivalves) fréquemment recristallisés.

Le « Rauracien » se termine par une série de 10 à 20 m d'épaisseur, formée de calcaires blancs, à pâte fine, renfermant des oolithes, des gravelles, des débris de coquilles et de nombreux Polypiers qui, localement, forment de véritables récifs (Clerval, Vermondans).

En d'autres points, abondent à ce niveau des *Diceras* associés à de gros Lamellibranches, à des Nérinées et des Oursins (exemple : Mont Bart, en $x = 933,250$; $y = 265,620$).

Enfin, au sommet se développe localement (l'Isle-sur-le-Doubs à « la Vierge ») un niveau à pisolithes et « momies » de teinte rose dans un ciment mi critique blanchâtre. Cette troisième subdivision correspond au Dicératien d'Albert Girardot.

j7. **Kimméridgien inférieur : faciès séquanien**. Les formations cartographiées sous les symboles j7 et j8 correspondent au « Kimméridgien » de Contejean ; la riche

(1) L'auteur tient à ce néologisme, car il ne s'agit pas de niveaux à miches isolées, mais de bancs continus au sein desquels existent des masses plus dures.

collection des fossiles de l'étage rassemblée par cet auteur est déposée au musée de Montbéliard.

j7a. **Calcaire à Astartes et calcaire à Natices** (20 à 30 m). Le *Calcaire à Astartes* (15 m) se présente sous la forme d'un calcaire blanc, à pâte fine, bien stratifié, d'aspect crayeux et très gélif, renfermant de petits Lamellibranches (*Astarte*, *Opis suprajurensis*, *Cardium lotharingicum*) et *Terebratula carinata*. Cette formation débute par endroits par un petit lit de marnes à lignites d'une dizaine de centimètres, reposant sur la surface taraulée du « Rauracien ».

L'extrême gélivité de ces calcaires favorise la formation de talus d'éboulis, ce qui explique que, bien souvent, on ne les rencontre pas à l'affleurement. Des variations de faciès peuvent être observées, qui montrent une tendance de ces niveaux à devenir sublithographiques ; ceci rend difficile leur distinction du calcaire à Natices et même des calcaires du Rauracien terminal. Au Sud d'Allondans en $x = 932,100$; $y = 288,700$, les calcaires oolithiques rauraciens sont subordonnés à 2 m de calcaires blancs très fragmentés à tendance sublithographique passant vers le haut à des bancs compacts de calcaires fins très clairs ; à Clerval, le long de la R.N. 83, il existe un passage très progressif entre les calcaires fins récifaux de l'Oxfordien terminal et une série de calcaires clairs sublithographiques qui sont l'équivalent des Calcaires à Astartes ; à Longeville et au Nord de Faimbe, ce même passage progressif peut s'observer.

Le *Calcaire à Natices* comprend 12 m de calcaire gris, sublithographique, en bancs réguliers de l'ordre du demi-mètre, parfois séparés par des marnes grises feuilletées. Le microfaciès dominant est celui d'une micrite grise renfermant des intraclastes(1) roulés et de fins débris recristallisés. On y trouve également quelques niveaux de calcarénite sableuse et des intramicrites(2) à éléments mal classés, ainsi que des passées bréchiques.

La microfaune, constituée selon les niveaux de Foraminifères (Pseudocyclammines), d'Ostracodes, de spicules ou d'Algues, montre une alternance d'organismes franchement marins et de faunes de milieu saumâtre.

j7b. **Marnes à Astartes** (30 m en moyenne). Ce niveau plus tendre, constant, se remarque bien dans la topographie, mais affleure rarement. Les marnes (42 à 52 % de CaCO_3) renferment des intercalations de calcaire fin sublithographique à taches roses ou ocreuses, de marno-calcaire grumeleux à petites Térébratules et débris, de fines plaquettes gréseuses, des lumachelles à Astartes gris-beige et brun rosé et des bancs oolithiques.

A l'Est, vers Beaulieu, les niveaux supérieurs marno-calcaires sont riches en *Terebratula carinata* Leym. et articles d'*Apiocrinus*.

La microfaune, déterminée par P. Andreieff, est représentée par des Foraminifères (*Pseudocyclamina jaccardi*, *Lenticulina* sp., *Spirillina* sp. et de très rares *Everticyclammina* cf. *virguliana*) et des Ostracodes (*Macrodentina* sp., *Galliaecytheridea postrotunda*, *Amphicythere plana*, A. cf. *confundens*). Cette association permet de rattacher cette formation au Kimméridgien inférieur.

j7c. **Calcaire à Térébratules** (30 à 35 m au Nord-Est et à l'Est, 10 m à Clerval). Ces calcaires assez compacts forment une cuesta au-dessus des marnes à Astartes. De patine gris bleuté, de teinte grise à gris-beige, ils sont le plus souvent à pâte fine et présentent des taches diffuses ocre ou roses, avec des niveaux de calcarénites et de biocalcarénites irrégulièrement répartis. A Sainte-Suzanne, les bancs, massifs, sont sub-jointifs et leur diacline présente un aspect grumeleux. En d'autres points (Clerval) les bancs sont plus nets, séparés par des joints ou de petits niveaux marneux.

(1) Intraclaste : fragment carbonaté, pénécemporain du dépôt, érodé dans un état peu ou pas consolidé et n'ayant subi de transport qu'à l'intérieur même du bassin de sédimentation.

(2) Intramicrite: roche carbonatée constituée d'intraclastes dans un ciment de calcite micro-cristalline.

Au coteau Jouvent, près Montbéliard, le faciès devient marno-calcaire et plus fossilifère (Oursins, Pholadomyes, Térébratules, et *Zeilleria*). A Clerval, de véritables lumachelles il Térébratules et *Zeilleria* roses peuvent s'observer, et l'étude micropaléontologique (P. Andreieff) a montré l'association d'*Everticyclammina* et de *Pseudocyclammina* qui confirme l'âge kimméridgien inférieur attribué il ces calcaires.

j7d. **Calcaire il *Cardium*** (15 à 20 m). Calcaires blancs, crayeux, tachants, en bancs épais, mal définis, il délit prismatique. Finement grumeleux, il passées d'oolithes empâtées et il nombreux îlots recristallisés, ils deviennent, au sommet, plus compacts, il grain fin et passent souvent progressivement aux premières assises des Calcaires il Ptérocères.

On peut observer ces calcaires en de nombreux points aux environs de Montbéliard, en particulier il la grotte de Sainte-Suzanne et sur le plateau de la Petite Hollande.

Très souvent fossilifères, ils livrent de grosses Nérinées, des *Ceromya*, plus rarement le *Cardium* qui a donné son nom il la formation (*C. corallinum* Leym.).

Ces calcaires, souvent tendres et se débitant avec facilité, sont parfois difficiles à retrouver il l'affleurement. Pour cette raison, ils sont alors cartographiés avec le groupe inférieur sous la notation j7 c-d.

j8. **Kimméridgien supérieur.** Trois ensembles ont été attribués il ce sous-étage ; ce sont, de bas en haut :

j8s. Calcaires et marnes à Ptérocères,

j8b. Calcaires à *Corbis*,

j8c. Marnes à *Exogyra virgula*.

j8a. **Calcaires et marnes à Ptérocères** (50 m). Une bonne coupe de cette série est donnée par la côte de Roce qui domine Sainte-Suzanne.

Calcaire il Ptérocères (40 m) : il son sommet le Calcaire il *Cardium* devient progressivement plus fin et le passage se fait insensiblement il un calcaire dur en bancs bien délimités, souvent très fendillés, de teinte et patine blanc-gris ; la pate est fine, souvent sublithographique. Ces niveaux sont peu fossilifères. Ils se poursuivent sur une trentaine de mètres et sont suivis par 6 ou 7 m de calcaires en bancs massifs, d'aspect grumeleux, plus grisâtres, qui ont livré des Ptérocères, de grosses *Ceromya*, de nombreuses sections de *Trichites*.

Des niveaux gravelo-oolithiques et des calcarénites argileuses et gréseuses de teinte jaunâtre, plus ou moins riches en débris parfois recristallisés, peuvent s'intercaler et contenir de la glauconie. Ce minéral est, dans cette région, caractéristique du Kimméridgien : il fournit un bon repère pour les levés cartographiques.

- Marnes à Ptérocères : 8 à 10 m ; grises il jaunâtres, très fossilifères (Ptérocères, *Ceromya*, *Zeilleria*...), parfois gréseuses avec de petites intercalations de nature diverse : bancs noduleux, jaunâtres, limoniteux il débris, calcaires jaunâtres finement grenus, gréseux et glauconieux, calcaires gravelo-oolithiques blanchitres ponctués de glauconie.

A Clerval, elles se terminent par une lumachelle à *Terebratula subsella* et *T. cincta*).

j8b. **Calcaires à *Corbis*** (5 il 10 m ?). L'ensemble cartographié ne correspond pas exactement il la définition de Contejean car il englobe les niveaux des calcaires supérieurs à Ptérocères définis par cet auteur. Les terrains de ce groupe affleurent peu ou très mal sur cette feuille Montbéliard. Ce sont des calcaires blancs, gravelo-oolithiques, des calcaires finement spathiques et grenus à zones recristallisées, des calcaires fins, sublithographiques, blanc-jaune à empreintes de *Corbis* soulignées d'un dépôt limoniteux, et perforés de tubulures ramifiées à remplissage ocre-brun.

Les calcaires. il Mactres et à *Diceras* de Contejean n'ont pas été mis en évidence.

j8c. **Marnes à *Exogyra virgula***. Leur épaisseur est sans doute supérieure à 30 m mais reste impossible il préciser sur le territoire de la feuille où ces marnes terminent souvent la série jurassique et ont été fortement érodées.

Il s'agit d'une série de marnes et de marno-calcaires avec des niveaux plus ou moins épais de lumachelles à *Exogyra virgula*. Souvent leur présence ne peut s'affirmer que grâce à des débris de lumachelles ou à l'abondance des *E. virgula* à la surface des champs labourés.

Près de Sourans, la coupe déjà citée de la D 118 montre, au-dessus du gros banc calcaire attribué au j8b, 5 m de Marnes à *E. virgula* avec intercalations de bancs marno-calcaires, 7-8 m de calcaires argileux avec joints ou lits de Marnes à *E. virgula*. Ces calcaires sont fossilifères : nombreuses petites Natices, Térébratules ; deux exemplaires d'une petite Ammonite, *Sutneria eumela* d'Orb. (dét. R. Enay) y ont été récoltés. La série visible se termine par des marnes à *E. virgula* et Térébratules avec minces niveaux calcaires intercalés.

Dans la région de Montbéliard, Conte Jean a récolté *Aspidaceras lallerianus*, *Aulacastephanus* cf. *yo*, *Aulacastephanus pusillus*, Ammonites caractéristiques de la zone à Eudoxus.

j9. **Portlandien.** Des sédiments attribués à cet étage ont été signalés par B. Angely dans le secteur de Sourans ; il s'agit d'une série de calcaire épaisse d'environ 40 m, dont la partie supérieure est certainement érodée.

A la base, une dizaine de mètres de calcaires argileux, fins, gris terne, se superposent aux Marnes à *E. virgula* ; ils sont suivis de 20 à 25 m de calcaires sublithographiques blanc-beige, criblés de tubulures. Quelques bancs de calcaires rubanés plus ou moins finement cristallins, de teinte blanc-jaune à ocre, constituent les derniers termes visibles de l'étage.

TERTIAIRE

E. Eocène : « Sidérolithique ». Les terrains crétacés ne se rencontrent pas sur la feuille où la série marine se termine avec les derniers dépôts jurassiques. Ceux-ci sont localement creusés de poches à remplissage d'argiles « sidérolithiques » attribuées à l'Eocène. Ces argiles de teinte rouge contiennent des granules ferrugineux de taille comprise entre 1 et 15 mm, à structure concrétionnée ; ils sont parfois très abondants et constituent un minerai de fer qui a jadis été exploité près de Bethoncourt (feuille Lure à 1/50000) ; de petites exploitations ont existé aussi près du Pezol au Sud de Montbéliard où des dépôts sidérolithiques particulièrement fréquents ont été représentés schématiquement sur la carte comme s'ils occupaient une surface continue.

g1-2. **Oligocène.** Les dépôts d'âge oligocène sont représentés dans l'angle nord-est de la feuille où s'ouvre le golfe tertiaire de Montbéliard, prolongement du fossé rhénan.

Ce sont essentiellement des marnes jaunes ou brunes, azoïques, pouvant présenter, à leur base, des granules de fer remaniés ; emballés dans les marnes existent des massifs de conglomérat hétérométrique à galets calcaires du Jurassique supérieur, réunis par un ciment argilo-calcaire ou argilo-sableux grisâtre.

Un petit lambeau de ces conglomérats a été noté, en placage sur les Marnes à *Exagyra virgula* en $x = 933,600$; $y = 287,210$, au Nord de Bart. Ces dépôts continentaux appartiennent au « système de Bourgogne » et sont considérés comme un équivalent latéral des faciès saumâtres de l'Oligocène inférieur du fossé rhénan.

p. **Pliocène (?)**. A l'Ouest d'Onans, lieu-dit la « Pierre trouée », G. Kuntz a signalé l'existence de sables brunâtres riches en petits granules ferrugineux. Les grains, moyens à grossiers, sont opaques, lustrés, témoignant d'une action prolongée par les eaux. Des puits de mine abandonnés existent dans les environs immédiats et auraient exploité, au XIX^{ème} siècle, un minerai de fer (Sidérolithique remanié ou sables analogues?).

Ces sables sont d'âge incertain, leur attribution au Pliocène est très hypothétique.

R. Argiles d'altération. Des argiles d'altération et des lehms forment des placages discontinus à la surface des plateaux calcaires. Ces formations superficielles ont été représentées seulement lorsque leur épaisseur dépasse 0,50 m ; le figuré employé est différent selon que leur substratum est connu (affleurement, tranchée et sondages) ou inconnu.

MIOCÈNE A QUATERNAIRE

Fv. Alluvions siliceuses à éléments d'origine vosgienne. Ces alluvions sont formées de galets de Grès vosgien atteignant parfois 30 à 36 cm, emballés dans un limon jaunâtre plus ou moins abondant. Elles se rencontrent sur le plateau situé à l'Ouest de Montbéliard entre Allondans et Sainte-Suzanne. Ces dépôts indiquent un drainage des Vosges vers le Sud ; ils pourraient être, pour une partie d'entre eux, d'âge pontien (dans le sens de Miocène supérieur tel qu'il a été défini par Delafond et Depéret) et équivalents des niveaux à *Hipparion* du bois de Charmoille (feuille Ferrette) ; cependant, il n'est pas exclu que ces épandages aient pu se poursuivre pendant une longue période, allant du Miocène supérieur au Quaternaire ancien.

QUATERNAIRE

Fw. Alluvions calcaires et siliceuses. Sous cette notation sont regroupées des alluvions formées d'éléments calcaires et siliceux emballés dans un lehm brun jaunâtre. En l'absence de carrière ou de tranchée, ces dépôts ne sont connus que par leur partie superficielle très altérée (notation Fw + Œ) ; ils se rencontrent à des altitudes variables entre 450 et 320 m et souvent ne sont pas dans leur position primitive, la solifluxion les ayant entraînés sur les pentes.

Fx. Alluvions siliceuses à éléments d'origine alpine (Aar-Doubs). Le long de la vallée du Doubs s'observent des placages discontinus d'alluvions où se mêlent des éléments d'origine vosgienne parfois de grosse taille (> 20 cm) et alpine (quartzite, radiolarite...). L'explication de ces dépôts doit être recherchée dans l'apport d'un ancien fleuve alpin, l'Aar-Doubs, qui, depuis Bâle par le Sundgau et la trouée de Belfort, s'écoulait vers la Bresse en empruntant le cours actuel du Doubs. L'âge de ces dépôts serait plio-villafranchien et le détournement de l'Aar vers le Nord se situerait à la limite du Villafranchien et du Günz.

Dans la haute vallée du Doubs, au Sud de Bourguignon, la plaine alluviale est dominée par une terrasse ancienne F_y surmontée elle-même d'un niveau plus ancien visible notamment dans une carrière abandonnée, lieu-dit « aux Poutots » en x = 934,860 ; y = 276,775. En ce point, la « Dalle nacrée » est recouverte par une lentille à galets calcaires surmontée d'argiles brun-jaune à rouge, plus ou moins stratifiées, renfermant, en plus des galets calcaires, des éléments de grès-quartzites et de roches éruptives altérées. Nous suggérons de considérer ce dépôt comme le produit du démantèlement et remaniement de l'ancienne nappe d'alluvions pontiennes F_v.

F_y. Alluvions calcaires des anciennes terrasses du Doubs. Avec des galets et graviers presque exclusivement calcaires, elles représentent les dépôts d'anciens méandres du Doubs ; deux de ces méandres ont été figurés, l'un au Nord de Mathay, l'autre au niveau du village de Pompierre.

Les terrasses constituées par ces alluvions sont très développées dans la haute vallée du Doubs à Bourguignon, Mathay, où leur altitude relative se situe de + 2 à + 7 m. En limite ouest de la feuille (secteur Clerval-Rang), la cote relative est sensiblement la même. Les placages de Magny et du Châtel se situent à une altitude plus élevée due sans doute à des déformations ultérieures.

Ces anciennes terrasses sont considérées comme datant du Riss.

CF. Remplissage des fonds de vallées sèches. Ces dépôts d'épaisseur non précisée (localement > 3 m) n'ont encore fait l'objet d'aucune étude détaillée.

Il s'agit de limons argilo-calcaires, plusieurs fois lavés et remaniés. L'intérêt de leur représentation est surtout de mettre en évidence le tracé des vallées mortes.

Fz. Alluvions fluviales récentes du Doubs et de ses affluents. Jusqu'au confluent avec l'Allan à la hauteur de Voujeaucourt, les alluvions du Doubs et celles des affluents qu'il reçoit sont uniquement calcaires ; l'Allan elle-même est une rivière de pays calcaire mais reçoit des affluents d'origine vosgienne et des apports de versant arrachés

aux terrasses pliocènes, d'où un mélange, dans ses alluvions, d'éléments calcaires et siliceux. En aval du confluent, le Doubs reprend en charge les alluvions de l'Allan et reçoit à son tour quelques apports des alluvions siliceuses anciennes.

Les éléments calcaires restent cependant prédominants d'autant plus que le Doubs rabote des seuils où le substratum affleure. Ces seuils réduisent la vitesse de la rivière, permettant ainsi le dépôt d'éléments fins sableux dans les bassins qui leur succèdent (Dampierre, Colombier-Fontaine par exemple).

Les alluvions modernes sont peu épaisses, 3 à 5 m en moyenne (les épaisseurs ont pu être indiquées sur la carte grâce aux sondages exécutés pour le compte du Service de la navigation) ; les éléments les plus grossiers sont, à la base, emballés dans une matrice de sables calcaires ; ils sont recouverts de dépôts plus fins parfois fortement argileux. Par analogie avec les vallées de l'Ognon et de la Saône, il est probable que le remblaiement est formé de dépôts grossiers wurmiens recouverts de dépôts fins holocènes.

E. Eboulis, groise. Les éboulis existent un peu partout à la base des falaises calcaires ; ils sont généralement peu développés et, dans ce cas, n'ont pas été représentés. Les plus épais s'observent à la base des falaises de j6 et j7a recouvrant les pentes des marnes oxfordiennes, où ils consistent en gros blocs, parfois même en paquets glissés, emballés dans des éboulis fins (groise), localement exploités comme matériau d'empierrement (ex. : sortie de Pont-de-Roide, rive droite du Doubs en $x = 935,150$; $y = 275,100$).

REMARQUES STRUCTURALES

(voir schéma figurant sur la carte)

La feuille Montbéliard se situe à la jonction entre le Jura et les collines sous-vosgiennes.

Au Sud de la feuille, deux anticlinaux principaux marquent la terminaison du « Jura Plissé ».

L'anticlinal du Lomont, traverse d'Ouest en Est toute la feuille ; il est doublé au Nord, dans sa partie occidentale, par *l'anticlinal de Clerval*.

Ces plis d'axe Ouest-Est, sont de style jurassien, coffrés, à flancs très redressés, accidentés parfois de failles longitudinales.

L'anticlinal du Lomont forme un pli très allongé à voûte plane ou faiblement bombée, les charnières du pli montrent de brutales variations de pendage et sont localement affectées de failles soit sur le flanc nord (exemple, au Nord-Est de Crosey-le-Grand), soit sur le flanc sud (exemple, au Nord de Crosey-le-Petit et de Vyt-lès-Belvoir), soit sur les deux flancs (Nord-Ouest de Valonne, Nord de Solemont). Ces fractures peuvent provoquer de légers chevauchements (Nord-Est de Crozey-le-Grand, Nord-Ouest de Valonne) ; au bois Crost, situé au Nord de Feule, le chevauchement semble plus important.

Entre le col de Ferrière et la ferme du Lomont, l'anticlinal apparaît en surface comme de structure simple ; le point culminant (840 m) se situe dans cette zone au relais de télévision, et l'anticlinal est érodé jusqu'au Lias ; en direction du col de Ferrière se dessine une terminaison périclinale.

La simplicité du pli n'est qu'apparente et la structure profonde se révèle complexe : le sondage pétrolier de Vellerot-lès-Belvoir (474-6-1), implanté au « top » de l'anticlinal non loin du relais de télévision, a recoupé trois fois le Lias inférieur et mis en évidence la présence de failles inverses (voir coupe de ce sondage en annexe).

Vers l'Est, au-delà du Doubs, l'anticlinal se poursuit et reprend une direction Ouest-Est, mais il est décalé vers le Nord. Les flancs nord et sud sont très redressés. Le

flanc sud est jalonné par un contact anormal avec localement un déversement vers le Sud. Le flanc nord est faillé et effondré vers le fort du Lomont, ce qui favorise l'engoyage du pli à la limite orientale de la feuille.

Au Sud du Lomont s'amorce une zone calme avec quelques ondulations de faible amplitude. Le passage de failles Nord-Sud d'importance régionale, et des cassures locales de même orientation découpent cette zone en compartiments de plus en plus affaissés vers l'Est.

Au niveau du Doubs, une ride anticlinale oblique (La Barbèche) amène le Lias à l'affleurement près de Villars-sous-Dampjoux.

Au Nord du Lomont se dessine un vaste synclinorium compartimenté, lui aussi, par un réseau de grandes cassures subméridiennes. D'Ouest en Est, on peut schématiquement le diviser en 5 zones principales.

1 - de la limite occidentale de la carte, jusqu'au réseau de failles F1 qui traverse le Lomont à l'Est du col de Ferrière, et rejoint Courchaton par Glainans et Appenans. Dans cette zone, *l'anticlinal de Clerval*, coffré et dissymétrique vient doubler au Nord le Lomont. Son flanc nord très redressé, parfois vertical ou même légèrement renversé, devient faillé vers l'Ouest.

Entre Lomont et pli de Clerval, le synclinal d'Anteuil, est formé de Jurassique moyen et de Callovien.

Au Nord de l'anticlinal de Clerval, un nouveau synclinal s'amorce par une flexure brutale de la retombée anticlinale. Le cœur du synclinal, traversé par le Doubs dans la région de Santoche, est formé de Jurassique supérieur. Le flanc nord se raccorde aux collines préjurassiennes et fait apparaître toute la série jusqu'au Trias. Il est accidenté de failles et compliqué de petits anticlinaux qui paraissent d'origine diapirique (Fallon, Mélecey, Grammont).

2 - Le deuxième secteur, encadré par les failles F1 et F2, se subdivise d'Ouest en Est en 3 zones :

Entre F1 et f1 : une gouttière synclinale d'axe sensiblement Nord-Sud à cœur de Jurassique supérieur. Cette gouttière est limitée au Sud par un pli oblique très accusé, l'anticlinal de Tournedoze, à noyau liasique, dont l'axe est de direction NE-SW. L'anticlinal de Tournedoze se raccorde au Lomont par une zone périclinale accidentée par une faille annexe de F1 (faille du Pas du Bœuf).

Entre f1 et f2 relayée au Nord-Ouest par f3 : une zone très morcelée et découpée en lanières, qui s'interrompt vers le Sud en avant du Lomont. Le plateau « rauracien » qui assure le raccord avec le Lomont chevauche vers le Nord la terminaison du pli de Tournedoze.

Entre f2, f3 et f2, commence une zone de plateaux de Callovien et de Jurassique supérieur interrompue au niveau de F2 par la zone affaissée de Dambelin-Villars-sous-Ecot. Vers le Nord, le sens du rejet s'inverse et au-delà du Doubs, des lambeaux de Jurassique supérieur sont pincés dans le réseau de failles (« pincée » de Lougres).

3 - De F2 au Doubs, s'étend une vaste zone de plateaux de Jurassique supérieur (Remondans-Ecot) interrompue à l'Est par le fossé d'effondrement de Pont-de-Roide.

Au Nord, de part et d'autre du Doubs, deux anticlinaux de Jurassique moyen, fortement accusés, sont les témoins extrêmes des plis jurassiens ;

- l'anticlinal de la Raydans d'axe E.NE-W.SW, présente un flanc sud laminé et légèrement déversé vers le Sud ; le flanc nord s'enfonce sous les alluvions du Doubs et il n'est pas exclu qu'il soit accidenté d'une faille longitudinale.

- l'anticlinal de la forêt du Mont-Bart, d'axe sensiblement Est-Ouest accuse une torsion vers le Sud au niveau de la faille F2 qui provoque sa disparition. Vers l'Est, au niveau de Bavans, une grande cassure orientée N 10° E surélève le Mont-Bart qui se présente comme un brachyanticlinal haché de failles Nord-Sud dont le flanc sud renversé chevauche par un contact anormal un deuxième anticlinal (carrières de Bavans) dont l'axe paraît être dans le prolongement de celui de la Raydans.

4 - Le fossé d'effondrement de Pont-de-Roide, dont les failles bordières (F3, F4),

ont un rejet important, de l'ordre de 120 m au niveau de Pont-de-Roide ; ce rejet s'atténue vers le Nord où des cassures obliques pourraient limiter le fossé dans la région de Mandeur. Au Sud du Lomont, la dissymétrie observée de part et d'autre de la vallée peut s'expliquer par le passage d'un accident unique (F3A).

5 - A l'Est du Doubs, dans son trajet Nord-Sud, et de la vallée du Rupt, une nouvelle zone de plateaux (Ecurcey, Bois de Voujeaucourt, Petite Hollande, Grand charmont), est formée de terrains jurassiques supérieurs. Ces plateaux se raccordent au Lomont par une flexure rapide, les pendages passant rapidement de 70° à la ou 15°. Dans l'angle nord-est de la feuille s'ouvre le golfe tertiaire de Montbéliard, limité à l'Ouest par une cassure méridienne.

Le réseau de failles. Les grandes cassures qui affectent cette région, sont de direction Nord-Sud depuis le Sud de la feuille jusqu'à l'axe du bassin. Elles sont ensuite infléchies généralement vers le Nord-Ouest, parfois vers le Nord-Est (Brétigny, Bavans). Certaines de ces failles sont d'importance régionale anastomosées par des cassures secondaires de direction variable.

La faille F1, et son annexe, la faille du Pas du Bœuf se relie au grand accident de Pontarlier, l'une des cassures majeures du Jura. Elle se prolonge par relais vers le Nord jusqu'aux Vosges. Il s'agit là sans doute d'une cassure profonde enracinée dans le socle.

Les failles f1 et f2, f3 se relie aux réseaux vosgiens ; vers le Sud, elles ne traversent pas le Lomont. Entre le Lomont et le Doubs, f1 et f2 encadrent un compartiment effondré avec des rejets de 60 à 80 mètres.

Au-delà du Doubs, le rejet de f1 s'inverse et le compartiment ouest devient le compartiment effondré avec de petits chevauchements locaux.

La faille f3 qui assure le relais de f2 conserve le même sens de rejet dont l'importance est supérieure à 100 m vers Beutal et Brétigny.

La faille F2 traverse le Lomont et rejoint au Sud un réseau important d'accidents jurassiens. Vers le Nord elle se poursuit et affecte la couverture primaire des Vosges. Le sens du rejet change fréquemment à la faveur d'ondulations anticlinales ou synclinales.

Le rejet est maximal au Nord du Doubs où la zone faillée se dédouble et se complique, provoquant la pincée de Jurassique supérieur entre du Callovien et du Dogger.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE SOMMAIRE

Après le régime lagunaire du Keuper, le retour de la mer est marqué par les dépôts gréseux de Rhétien et de l'Hettangien, puis par les calcaires à Gryphées du Sinémurien. Les conditions de dépôt sont celles d'une mer peu profonde aux eaux agitées par les vagues (bancs ondulés, surfaces rubéfiées).

Dès le Lias moyen s'instaure un régime de dépôts vaseux, indice d'une mer calme, plus profonde, dont le fond est affecté de subsidence.

A l'Aalénien, une tendance à l'émersion se manifeste, soulignée par des dépôts ferrugineux. Au Jurassique moyen et au Callovien inférieur, se poursuivent des conditions analogues : mer peu profonde, sédimentation à prédominance calcaire où alternent des faciès oolithiques et biodétritiques à stratification souvent entrecroisée (milieu agité), des faciès de calcaires fins sublithographiques (milieu calme) et des faciès récifaux.

Le Callovien moyen, absent ou représenté par des faciès condensés à oolithes ferrugineuses, marque un arrêt de la subsidence et une nouvelle tendance à l'émersion.

Au Callovien supérieur, et surtout à l'Oxfordien inférieur, une séquence argileuse importante se développe et correspond à une période de sédimentation continue.

A l'Oxfordien supérieur (faciès rauracien) le développement des récifs et de leurs formations connexes correspond à une diminution de la profondeur des eaux et à un changement des conditions climatiques.

Le Jurassique supérieur représente une phase de dépôts à prédominance calcaire dans une mer calme, très peu profonde. L'épaisseur et la nature des dépôts indiquent une subsidence lente et presque continue.

Il faut remarquer l'absence totale de dépôts marins postérieurs au Portlandien. Dès le Crétacé, il y a émergence et une érosion intense ravine la surface du Jurassique supérieur où l'on peut retrouver les traces d'un paléokarst.

La phase d'altération qui, à l'Éocène, affecte cette région est attestée par des dépôts de type sidérolithique importants surtout aux environs de Montbéliard.

A l'Oligocène, la présence de poudingues indique le démantèlement de reliefs dont l'origine est à rechercher dans des déformations dues à une tectonique cassante, en rapport avec la formation du fossé rhénan. Certaines, au moins, des grandes failles Nord-Sud doivent dater de cette période.

Au Miocène, la région devait se présenter comme une vaste surface inclinée des Vosges vers le Sud et le Sud-Est où la mer recouvrait encore l'actuel domaine du Haut-Jura ; sur ce glaciaire, ont commencé à se répandre des cailloutis de Grès vosgien.

Une première phase de plissement anté-pontienne a dû amorcer le basculement de la région vers le Nord et l'Ouest, et inscrire les lignes générales des plissements. Une phase orogénique post-pontienne, beaucoup plus intense, a accentué ces structures primitives, créé les accidents Est-Ouest qui affectent les plis, provoqué, en cisaillement et chevauchement, le rejet des grandes failles Nord-Sud en le compliquant du réseau des failles secondaires.

Au Pliocène, les témoins d'alluvions à éléments de radiolarites alpines, que l'on peut retrouver le long du Doubs en aval de Montbéliard, correspondent au système fluviatile qui, à cette époque et jusqu'au Villafranchien, reliait l'Aar au Doubs.

Il faut noter enfin l'existence d'alluvions anciennes à des altitudes diverses et certaines déformations des terrasses qui semblent indiquer que des mouvements tectoniques récents ont affecté, au Quaternaire, cette région.

RESSOURCES DU SOUS-SOL

HYDROGEOLOGIE

Le réseau hydrographique de surface est limité au Doubs et aux affluents qu'il reçoit en amont de Voujeaucourt. A l'aval de cette localité, il ne recueille plus que quelques faibles apports d'eau circulant sur les marnes oxfordiennes après un trajet superficiel limité.

Le territoire de la feuille est en effet situé dans un domaine très karstifié (lapiaz, dolines, grottes, avens, vallées sèches) où les eaux météoriques s'infiltrent sans ruissellement notable. De véritables rivières souterraines ont été reconnues par coloration et explorations spéléologiques ; elles donnent lieu à de grosses résurgences (Lougres, Colombier-Fontaine, Soye ..) qui rejoignent le Doubs. Ce dernier draine ainsi une partie importante des eaux qui cheminent souterrainement vers l'axe du bassin synclinal.

Deux ensembles calcaires importants (Bajocien-Callovien d'une part, et « Rauracien »-Kimméridgien de l'autre) reposant sur des horizons imperméables (marnes du Lias et argiles oxfordiennes) constituent ainsi des réservoirs potentiels qui pourraient localement dans des zones fissurées ou fracturées retenir de grandes quantités d'eau. L'exploitation de telles réserves serait capitale pour l'économie de cette région dont l'alimentation en eau pose de réels problèmes.

Les alluvions ont un développement et une épaisseur trop faibles, des porosités et perméabilités médiocres et irrégulières ; les débits qui y sont recueillis dépassent rarement 30 m³/heure et ne permettent de satisfaire que des besoins locaux.

Il en est de même des nombreuses petites émergences karstiques captées par diverses communes. Les grosses émergences sont éloignées de la zone à forte densité de population et ne sont pas protégées des pollutions agricoles.

SUBSTANCES MINÉRALES

1 - Matériaux pour empierrement et granulats

Groise. Ces accumulations de petits débris de roches forment un matériau de choix pour l'empierrement lorsque leur épaisseur est suffisante. Elles n'ont ici d'intérêt qu'au pied des falaises entaillées dans les calcaires du Jurassique supérieur et donnent lieu à exploitation à Pont-de-Roide (x = 935,150 ; Y = 275,100), au Sud-Ouest de Goux-les-Gambelin et dans les environs de Vermondans.

Alluvions. Les alluvions anciennes siliceuses pourraient fournir un excellent matériau mais leur épaisseur irrégulière et leurs mauvaises conditions d'affleurement sont un obstacle à une exploitation éventuelle.

Les alluvions modernes, trop peu épaisses pour avoir un intérêt économique notable, ne sont guère exploitées. Une gravière abandonnée peut être signalée aux Forges Bourguignon (x = 934,525 ; Y = 276,475) en rive droite du Doubs ; une autre, en activité, existe dans le « bassin » de Dampierre.

Calcaires. Les nombreux ensembles calcaires qui affleurent très largement peuvent être utilisés pour l'empierrement.

Les calcaires du j1b (Grande oolithe) sont activement exploités dans la grande carrière de Bavans ; une carrière a été ouverte au Mont-Bart (j6 - j7a) pour les besoins de la route touristique. De multiples petites exploitations ont été entreprises à divers niveaux pour répondre à des besoins locaux.

2 - **Matériaux pour construction.** Plusieurs horizons calcaires (j1aP, j1b, j2a, j3, j6 oolithique, j7a compact, j8a) ont jadis été exploités comme pierre à bâtir et l'on rencontre de très nombreuses carrières abandonnées. A l'heure actuelle n'existe aucune exploitation importante, ce qui s'explique par la qualité médiocre des matériaux (diaclasses, fissuration, gélivité).

3 - **Argiles à tuiles.** Pour mémoire, signalons les vestiges d'anciennes tuileries qui puisaient leur matière première dans les argiles de l'Oxfordien inférieur (j4) (Clerval, L'Isle-sur-le-Doubs, Montbéliard, Audincourt, Pont-de-Roide...).

4 - **Minerai de fer.** Dans la région, quatre formations renferment du minerai de fer.

lj. **Aalénien.** Niveau à oolithes ferrugineuses qui, selon Resal, (ouvrage cité) ont été exploitées à Bourmois (production annuelle 300 tonnes vers 1865).

j3. **Callovien moyen-supérieur.** L'oolithe ferrugineuse qui surmonte la « Dalle nacrée » a été exploitée au Nord de Glainans.

j5. « **Argovien** ». Les oolithes et calcaires ferrugineux qui dans la partie sud-est coiffent la série argileuse de l'Oxfordien ont été activement exploitées entre Chamesol et Montecheroux. La couche utile, épaisse d'environ 1 m, présente une richesse moyenne < 20 % ; ce minerai était utilisé comme fondant par les forges d'Audincourt et Bourguignon.

e. **Sidérolithique.** Les granules pisolithiques contenus dans les argiles sidérolithiques peuvent localement être très abondants. Au XIX^{ème} siècle, une extraction importante de ce minerai provenait du secteur Béthoncourt-Grand Charmont (Nord de Montbéliard sur feuille Lure à 1/50 000). Resal signale qu'en 1862 les exploitations principales, pour le compte des forges d'Audincourt, se situaient sur le territoire de la commune d'Exincourt ; le gisement était atteint par des puits de 90 mètres. Notons enfin que ce minerai de fer qui fit le renom des forges d'Audincourt, Bourguignon, Pont-de-Roide, est à l'origine de la grande industrie, prospérité de cette région.

Sel. Du sel a été exploité aux salins de Mélecey.

Houille. Des puits de recherche ont été creusés à *Courchaton* par les mines de Gemonval en 1832-1833. Le puits de 62 pieds de profondeur aurait trouvé le « filon réduit de 2 à 4 pouces ». Sur la concession de *Mélecey* superposée à la concession de sel et qui appartenait aux salins de Gouhelans, avaient été creusés un certain nombre de puits. L'un deux (x = 406,77 ; Y = 81 ,2) profond de 20 m atteignait une couche de houille de 10 m ; un autre se trouvait en x = 405,5; Y = 80,3.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

ANGELY B. (1969) - La structure synclinale de l'Isle-sur-le-Doubs. Thèse 3ème cycle, Besançon.

CONTEJEAN Ch. (1859) - Etude de l'étage kimméridgien dans les environs de Montbéliard et le Jura.

CONTEJEAN Ch. (1866 ?) - Additif et rectifications.

CONTINI D. (1970) - Aalénien et Bajocien du Jura franc-comtois. Thèse Besançon, 1970.

FOURNIER E. (1919) - Grottes, gouffres, cours d'eau, souterrains, sources du département du Doubs. Jacques et Demontrond, Besançon.

GIRARDOT A. (1922) - Géologie stratigraphique de la Franche-Comté septentrionale. Librairie centrale Marion, Besançon.

LAFFLY J.L. (1973) - Etude géologique de la région du Lomont entre Clerval et Pont-de-Roide. Thèse 3ème cycle, Besançon.

LANDRY J. (1964) - Etude géologique de problèmes d'urbanisme dans le district de Montbéliard. Thèse 3ème cycle, Besançon.

RESAL M. (1864) - Statistique géologique des départements du Doubs et du Jura. Dodivers et Cie, Besançon.

Une bibliographie plus complète peut être retrouvée dans ces différents ouvrages.

CARTES GEOLOGIQUES ET AUTRES DOCUMENTS CONSULTES

Carte géologique de la France à 1/80 000, feuille Montbéliard, n° 114, 1ère édition (1891), 2ème édition (1933), 3ème édition (1968).

Cartes géologiques à 1/25 000 et minutes de terrain inédites de B. Angély (Thèse 3ème cycle), Faculté des sciences de Besançon, 1969).

Mémoires de diplômés d'études supérieures de MM. Ferrandon, Pierron, Rouxel et Weber, élèves à l'Ecole nationale supérieure des pétroles (faculté des Sciences de Besançon, 1959).

Levés inédits de C. Berthommier et J. Maillot (faculté des Sciences de Besançon).

ANNEXE

Coupe résumée du sondage 474-6-1 (Vellerot-lès-Belvoir n° 1)

Exécuté par la Société FRANCAREP en 1961.

x = 922,114 ; y = 270,954 ; z = 818 m.

0 à 42 m j1	Calcaire spathique à Pentacrines, Bivalves et Polypiers.		
42 à 114 m lj	Calcaire ferrugineux (42 à 49), puis argile plastique, légèrement calcaire, grise.		
114 à 207 m l7-8	Argiles schisteuses, brun-noir, légèrement calcaires et pyriteuses.		
207 à 252 m l6	(Domérien) : argiles plastiques, légèrement calcaires avec rares bancs de grès calcaires.		
252 à 285 m l4-5	(Lotharingien-Carixien) : alternance de calcaire blanc à gris clair, à grain très fin et d'argile plastique noire calcaire.		
285 à 291 m l1-3	(Sinémurien s. str. et Hettangien) : calcaire gris sombre, cristallin à Gryphées.		
291 à 303 m t10	Argiles brunes à intercalations décimétriques de calcaire parfois dolomitique.		
303 à 361 m t9	Argile plastique verte ou rose à minces bancs de dolomie beige.		
361 à 437 m	Série inverse	361 à 373	t10
		373 à 380	l1-3
		380 à 398	l4-5
		398 à 437	l6
437 à 482 m	Série normale	437 à 465	l4-5
		465 à 471	l1-3
		471 à 482	t10
482 à 533 m t9	Alternance d'argile bigarrée noire, vert pâle et rouge brique et d'anhydrite saccharoïde blanche.		
533 à 556 m t8	Dolomie gris clair compacte (« Dolomie moellon ») avec passées d'argile bigarrée et d'anhydrite.		
556 à 793 m t7	556 à 600 : alternance d'argile bigarrée et d'anhydrite.		
	600 à 793 : sel souvent massif, argile bigarrée et anhydrite.		
793 à 802 m t6	(Lettenkohle) : deux bancs de dolomie beige séparés par une intercalation d'argile noire à gravelles phosphatées, <i>Estheria</i> et débris de Poissons.		
802 à 871 m t5	(Muschelkalk sup.) : calcaire gris clair microcristallin, parfois dolomitique avec minces niveaux lumachelliques à Bivalves et Brachiopodes.		

- 871 à 896 m t4 (Muschelkalk moyen) : alternance de calcaires, d'anhydrite et d'argile bariolée.
- 896 à 903 m Zone faillée : anhydrite massive.
- 903 à 950 m t5 Dolomie beige et anhydrite, puis calcaire gris-blanc micro-cristallin.