

NOTICE EXPLICATIVE

INTRODUCTION

La feuille de Pontarlier comprend trois régions principales. Au N W, entre Levier et Chaffois, la partie méridionale du *Plateau jurassique de Levier* est déformée par de larges ondulations limitées par des flexures brusques et des failles. Au S W de Pontarlier, la vaste *plaine du Dugeon* est envahie par les dépôts du Quaternaire supérieur (Würmien). Les *premiers plis serrés du faisceau helvétique* proprement dit occupent toute la partie SE de la feuille. Toutes ces unités sont coupées par une grande cassure N.S. « *l'accident de Pontarlier* ».

Chacune de ces régions a ses caractéristiques propres. Les grandes ondulations du plateau de Levier sont parsemées de dépressions karstiques. Les forêts ont pu s'y installer par place. La plaine synclinale de Pontarlier-Frasne présente, dans la région où affleure le Crétacé, des sols assez favorables aux cultures ; très marécageuse là où les niveaux quaternaires dominent, cette plaine pourrait être améliorée par des drainages importants. Dans le faisceau helvétique, les synclinaux crétacés étroits sont très utilisés au point de vue agricole et économique, tandis que les grands anticlinaux jurassiques, plus ou moins plats, parfois karstifiés, sont généralement, couverts de forêts.

Terrains quaternaires. - Les formations quaternaires de la feuille de Pontarlier comprennent des formations actuellement en affleurement et des dépôts reconnus par sondages.

Fz. Les alluvions récentes forment des bandes étroites le long des cours d'eau ; rares sont ceux qui disposent d'une compétence suffisante pour remanier les galets appartenant aux formations glaciaires et fluvioglacières. Le Doubs lui-même n'a érodé que localement le cône de Pontarlier. Les alluvions actuelles sont surtout limoneuses et proviennent de l'érosion des sols. Ces limons se déposent, lors des crues, dans les prairies de fond de vallée et recouvrent souvent les formations tourbeuses (Dugeon - Doubs, en aval d'Oye-et-Pallet).

FzT. Les tourbes sont fréquentes dans toutes les dépressions mal drainées et notamment la vallée du Dugeon et le val de Pontarlier. Leur puissance atteint au maximum 3 à 4 mètres environ avec intercalation de niveaux argileux.

E. Les éboulis qui apparaissent dans la zone antérieurement glaciée datent de la fin du Würm. L'éboulis ordonné, exploité par le ballast en aval d'Oye-et-Pallet, épais de plus de 20 mètres, est formé de débris anguleux de 15 centimètres bien calibrés. C'est la groise jurassienne.

D'importants glissements peuvent s'être produits pendant le Glaciaire- ou le Tardiglaciaire.

Gx. Würmien. Les formations glaciaires très étendues, engendrées par la glaciation würmienne, ont été subdivisées en fonction de leur faciès. On a évalué la limite des neiges permanentes au Würm à une altitude de 1100 à 1 200 mètres environ. Aussi la glace, en grande partie allogène, venait du Sud, des chaînons plus élevés comme le Risoux. Il s'y ajoutait des éléments fournis par l'énorme accumulation des glaces de piémont alpines qui couvraient la plaine suisse et débordaient sur le Jura par la cluse de Jougue (feuille de Mouthe). L'écoulement de la glace, calquée étroitement sur les reliefs, n'en a modifié que des détails. Des langues de glace importantes occupaient le lac de Saint-Point et le synclinal de Malpas, s'en échappant par la cluse de Pontarlier. Une masse importante devait suivre la vallée du Dugeon. Il est possible que cette dernière langue, renforcée par le glacier arrivant par la cluse de Pontarlier, ait suivi, plus en aval, la vallée du Doubs. Par contre, les vaux Situés à l'est de l'accident de Pontarlier (Vaux des Alliés et des Verrières) n'étaient pas englacés et subissaient une évolution périglaciaire.

La feuille de Pontarlier, occupant une zone marginale de la glaciation würmienne du Jura, présente- ainsi une grande variété de faciès (moraines terminales, de fond et d'ablation, formations fluvioglacières et périglaciaires). D'une manière générale, les langues glaciaires ont reculé par saccades en donnant des stades de retrait successifs, avec moraines bien marquées dans la vallée du Doubs en aval de Pontarlier, puis dans la vallée du Dugeon. A un certain moment, les glaciers ont dû être séparés en deux langues de part et d'autre du Laveron déglacé. Les eaux de fonte du glacier de la cluse de Pontarlier ont ainsi édifié un magnifique cône fluvioglacière, au sud de la ville de Pontarlier. Des moraines stadiales existent à la Cluse-et-Mijoux ainsi qu'à Oye-et-Pallet.

Des actions périglaciaires importantes se sont produites après la déglaciation locale. En effet, une simple décrue de la masse de glace entassée sur la plaine suisse a suffi pour amorcer la régression des glaciers de la feuille de Pontarlier. Ces formations périglaciaires sont ainsi tardiglaciaires.

Les moraines de fond et celles d'ablation du Würmien n'ont pas été distinguées. Elles se sont généralement déposées entre les stades marqués par des moraines terminales nettes. Elles forment des placages irréguliers et des tramées dans le fond des vallées ; leur maximum d'épaisseur est atteint au pied des monts avec 20 et parfois 30 mètres d'épaisseur (rive occidentale du lac de Saint-Point, flanc NE du Laveron). Quand le relief est vigoureux, notamment dans les vallées étroites, les placages sont exigus ; quelques lambeaux minces, observés à la surface des plateaux, témoignent de l'extension des glaciers. Les moraines de fond sont caractérisées par leur hétérométrie ; leurs constituants vont des poudres aux blocs. Ces derniers, généralement inférieurs à 1 mètre de côté, sont formés par des calcaires compacts (aplatissement: 1,6 environ; émoussé: 70 millièmes environ). Les éléments alpins y sont très rares. Les moraines d'ablation présentent un certain triage par les eaux de fonte (émoussé: 150 à 200 millièmes).

Deux ôs caractéristiques ont été identifiés à Arçon et à Sainte-Colombe. Ils sont formés de lits parallèles et inclinés, avec des galets moyens (15 cm au maximum), des graviers et des sables bien lavés, ce qui permet leur exploitation pour les travaux publics.

Les moraines terminales, visibles dans la topographie par leur morphologie, se caractérisent par l'action de triage des eaux de fonte. Sur leur face externe, le lessivage a laissé sur place seulement le gros matériel. A l'extérieur les particules fines sont disposées en lentilles formant des faisceaux à stratifications entrecroisées (émoussé : 250 à 300 millièmes ; aplatissement : 1,5 à 1,6). Le matériel bien lavé de sables et de graviers a été exploité dans de nombreuses carrières autour de Pontarlier.

Il arrive que les moraines terminales englobent des panneaux de couches 8uvioglacières, bousculés par une nouvelle avancée du glacier, alors qu'ils étaient rendus rigides par le gel. Il existe ainsi dans les carrières du Doubs

des blocs d'argiles varvées de 2 mètres cubes, plissotés et repris dans la moraine terminale. Dans une autre carrière, des fentes en coin sont déformées par une poussée latérale.

Nx. Les formations fluvioglacières présentent deux faciès différents. Un *faciès lacustre* s'observe dans la carrière de la Halte du Doubs sous des moraines de poussée. Il s'étend dans la vallée du Drugeon et dans la vallée du Doubs entre Oye-et-Pallet et Cluse-et-Mijoux et à Saint-Pierre-la-Cluse. Il est caractérisé par des dépôts fins et subhorizontaux, limoneux et même argileux, avec par places des blocs de plusieurs décimètres. De petits cônes sous-lacustres s'observent au bord de ces formations, notamment au débouché du ruisseau de Ronde Fontaine. Le dépôt argileux de Saint-Pierre-la-Cluse a été exploité pour la fabrication des tuiles.

Le *faciès subaérien*, très étendu, affecte la forme de cônes de déjection ; le plus important est celui de Pontarlier qui recouvre des formations morainiques et fluvioglacières plus anciennes. Un autre petit cône est associé aux moraines terminales d'Oye-et-Pallet. Tous ces cônes sont formés de matériel bien trié, d'une taille maximum de 15 centimètres (épaisseur: 250 à 300 millimètres ; aplatissement: 1,6 à 1,8).

Les formations périglaciaires *alluviales* extérieures à la limite de la glaciation ont pu durer pendant tout le Würm. On les retrouve dans les Vaux des Verrières et des Alliés sous la forme de nappes de cailloutis aplatis (aplatissement supérieur à 2), peu éroussés, mal triés, avec un important ciment terreux et l'esquisse de lits horizontaux.

Gw. Glacière ancien. Il en existe deux catégories, avec ou sans galets cristallins : les cailloutis de Chaffois et Vuillecin et ceux de Grange Tavernier (S E de Oye-et-Pallet) contiennent une forte proportion de matériel cristallin, provenant soit du remaniement des formations tertiaires du plateau (p), soit d'un matériel glaciaire alpin. Les quartzites sont souvent ferruginisés. La formation, très altérée et complètement décalcifiée sur plus de 0,50 mètre d'épaisseur, est recouverte par un sol rougeâtre très argileux. Ces caractères font penser aux restes d'une nappe fluvioglacière du *Quaternaire ancien*.

Une deuxième catégorie de Glacière ancien ne contient pas de galets siliceux. A Arçon, une moraine lavée, consolidée en un poudingue très dur, affleure sur 2 mètres de haut et 200 mètres de long. Elle est recouverte par une moraine fraîche würmienne, ce qui oblige à lui donner un âge antéwürmien et probablement *rissien*. A Pontarlier, autour de l'ancien château d'eau, les travaux ont montré des moraines terminales et des formations fluvioglacières altérées en un sol argileux rougeâtre, épais généralement de 1 mètre. Ce sol, où les galets calcaires ont presque entièrement disparu, est observable également dans la carrière proche de l'aérodrome.

Remblaiements quaternaires traversés par les sondages. Des sondages, notamment ceux effectués, entre le lac de Pontarlier et le lac de Remoray (en dehors de la feuille), ont montré qu'un remblaiement quaternaire dépassant 70 mètres existe, en certains points, sur le bord du lac. Ce remblaiement comprend, au-dessous du Würmien (10 à 20 mètres), un interglaciaire probable avec niveaux varvés défini par des pollens.

De même, la plaine du Drugeon a été remblayée sur plus de 60 mètres par des dépôts quaternaires dont une partie a été traversée par les sondages pour l'alimentation en eau potable de Pontarlier. A la base, au-dessous du Glaciaire würmien épais de 3 à 15 mètres, existent aussi des niveaux antéwürmiens reposant sur le Crétacé.

p. Cailloutis tertiaires. Ils sont constitués d'éléments très altérés de roches cristallines et métamorphiques, noyés dans une argile rouge couvrant de grandes surfaces dans le N W de la feuille, et qui semblent être le résidu de dépôts continentaux ayant recouvert une surface sénile, antérieure aux dernières déformations tectoniques. Les cailloutis ont été notés au sud du Cul-de-l'Épine et au S W de Sombacour. Les argiles qui les accompagnent n'ont pas été représentées.

m2. Miosène lacustre. Marnes blanches renfermant de nombreux petits rognons de calcaire blanc à cassure noire et calcaires marneux. Elles affleurent dans la tranchée de la route d'Entreporte, 50 mètres environ avant le départ du chemin de la Grange des Houillettes. A Entreporte et dans le synclinal des Verrières, ces couches sont subhorizontales et reposent sur les marno-calcaires à Rosalines du Cénomaniens ; dans le synclinal des Verrières, elles surmontent la molasse marine. Ces niveaux renferment de nombreux *Helix* (*Cepæa*) *larteti* BOISSY (G. F. DOLLFUS) et *H. (Cepæa) hortensis* MÜLL. var. *miocenica* J. FAVRE (dét. P. Jodot).

m. Complexe du Bief des Lavaux. Sous ce symbole ont été réunis : a. Des marnes gris-jaunâtre, sans fossile, affleurant dans le thalweg du Bief des Lavaux, en aval du pont de la Route d'Entreporte ; b. Un ensemble de couches très redressées, visibles dans le ruisseau aux deux passages et le long de la route près de la ferme des Tuileries. Ce sont des poudingues alternant avec des grès et des marnes gréseuses jaunes ou rouges. La base est formée par un gros poudingue à éléments jusque-là, crétacés et même tertiaires. Ces éléments ont des tailles très variables allant de quelques centimètres à quelques décimètres. Parmi ceux-ci, il est intéressant de noter quelques gros galets d'un calcaire lacustre grisâtre renfermant des moules de *Limnæa (Stagnicola) cornea* BR. (dét. P. Jodot). Le ciment est gréseux.

m1. Molasse marine des Verrières. Elle occupe le fond du synclinal des Verrières. La meilleure coupe est située au nord du village des Verrières françaises au bord du chemin du Larmon : sur les calcaires jaunes, perforés, ravinés de l'Hauterivien repose, en légère discordance, la molasse marine, qui comprend de haut en bas : c. Des calcaires gréseux, gris-vertâtre, grossiers, riches en glauconie et en débris d'organismes (Bryozoaires, Echinodermes, Lamellibranches...) ; b. Des marnes sableuses verdâtres avec quelques bancs durs ; a. Des poudingues et molasses grossières, de couleur verdâtre ou brunâtre, avec *Pecten* et *Ostrea* et nombreux débris.

C2. Cénomaniens. Calcaire marneux blanchâtre, légèrement crayeux, très diaclasé, avec de nombreuses traces ferrugineuses. La base est quelquefois glauconieuse et gréseuse (ruisseau de la Source bleue, X = 903,86 - Y = 209,18). Il constitue de bons affleurements à la Source bleue sous la scierie (X = 903,82 - Y = 209,16), à Oye et Pallet (ruisseau du Sault, X = 902,7 - Y = 210,3). Les fossiles sont abondants : *Schlenbachia subtuberculata*, *Mantelliceras* cf. *couloni*, *Mantelliceras* gr. *picteli*, *Mantelliceras* sp., *Schlenbachia* sp., *Pretacanthoceras* sp., *Turritiles tuberculatus* (dét. Sornay) ; *Holaster subglobosus* (dét. Denizot), *Cycleaster spinosa* (dét. Alloiteau), *Inoceramus*. La microfaune abondante constitue l'association caractéristique du Cénomaniens à *Globo truncana*. *Rotalipora*, *Thalmaninella*, *Arenobulimina*, *Tritaxic*, *Anomalina*, *Pithonella* (très abondant). Épaisseur approximative : 40 à 50 mètres.

C1. Albien. - Il repose sur les calcaires du Barrémien et comprend deux faciès :

Au *sommet*, les « argiles noires du Gault » : argiles noires plastiques, contenant par endroits des fossiles pyriteux

(Grangettes, X - 902,8 - Y - 210,28) : *Lyelliera gevrei* (dét. Sornay) *Arca. Nucula, Inoceramus*. La microfaune est abondante tant en Foraminifères qu'en Ostracodes. Épaisseur : 5 à 10 mètres.

A la base, les « sables verts ». Sur la feuille de Pontarlier, ce niveau est plutôt représenté par des calcaires gréseux glauconieux que par des sables francs. Les affleurements sont en très mauvais état et les fossiles rares. Dans le ruisseau de la Source bleue (X = 903,82 - Y = 209,2), ces grès verts ont livré un exemplaire de *Nucula pectinata* (dét. D. Mongin) et une dent de *Lamna*. Environ 10 mètres.

Aux Grangettes (ravin, X = 903,6 - Y = 211,56 ; route GC 129, x = 904,1 - Y = 211,5), l'Albien commence par un conglomérat, de teinte sombre à éléments ferrugineux et gréseux, et par des calcaires gréseux à structure très grossière. Les fossiles sont rares ou en très mauvais état : Huîtres, Rhynchonelles et Dentales ; un seul, trouvé dans une tranchée d'adduction d'eau (X = 902,54 - Y = 210,44), a pu être déterminé par D. Mongin comme *Liostraea* cf. *leymerii* de l'Aptien. Ces fossiles remaniés et les galets de calcaire gréseux (faciès inconnu dans la série actuelle de la région) du conglomérat constituent peut-être les seuls témoins des dépôts aptiens.

n4. Barrémien. C'est un ensemble de calcaires de teinte claire, cristallins au sommet et oolithiques à la base. La macrofaune ne comprend que quelques récifs de Rudistes (talus de la route GC 129, près de Port-Titi, X = 904,5 - Y = 212,16) et des Lamellibranches en mauvais état. La microfaune est abondante, nombreux Miliolides et Orbitolines (*Coskinolina*, *Dictyoconus*... dét. Lys), des débris de Dasycladacées et quelques rares Trocholines coniques.

Une mince intercalation marneuse observable dans la carrière de Oye-et-Pallet (X = 904,8 - Y = 213,7) correspond peut-être au niveau de la Russile (Suisse) et représenterait donc la limite entre l'Hauterivien et le Barrémien. Puissance approximative : 40 à 50 mètres.

n3. Hauterivien. Cet étage comprend deux ensembles lithologiques nets :

b. Au sommet, l'Hauterivien calcaire, épaisseur : 40 à 50 mètres, comprenant : 3° « Pierre jaune de Neuchâtel », calcaires jaunes, généralement oolithiques avec quelques intercalations de marno-calcaires ; 2° Calcaires brun ocre, spathiques, à très nombreux débris d'organismes (Bryozoaires, Échinodermes, etc.) ; 1° II Calcaires bleus 1) de Custer, faciès très caractéristique. Calcaires bien lités, à glaucome très abondante donnant à la roche une teinte gris-bleu à vert, et à débris d'organismes très nombreux (Bryozoaires, Échinodermes, Lamellibranches, Brachiopodes, etc.).

a. A la base, les « Marnes d'Hauterive », marnes gris-bleu avec de nombreuses intercalations de calcaires marneux.

Leur épaisseur est voisine de 20 mètres. Les fossiles y sont abondants : *Leopoldia* cf. *leopoldi* (dét. Sornay), *Toxaster retusus* (dét. Denizot), *Terebratula sella*, *T. praelonga*, *T. acuta*, *Rhynchonella multiformis*, *R. depressa*, *Serpula heliciformis*, *Cyprina deshayesi* (dét. D. Mongin), *Corbis corrugata*, *Protocardia peregrina* (dét. D. Mongin), *Venus dupini* (dét. D. Mongin), *Alecyconia rectangularis*, *Exogyra coulouvi* (dét. D. Mongin), *Exogyra coulouvi* var. *dorsata* (dét. D. Mongin), *Exogyra coulouvi* var. *falsiformis* (dét. D. Mongin), *Exogyra bicarinata* (dét. D. Mongin), Spongiaires.

n2-1. Valanginien.

c. « Complexe des calcaires roux » : calcaires roux oolithiques en petits bancs, à nombreux débris d'organismes (Lamellibranches, Échinodermes, Bryozoaires), mais très pauvres en fossiles bien conservés *Pholadomya elongata* (Oye-et-Pallet, X = 904,56 - Y = 212,78). Les bancs supérieurs se chargent en limonite d'une façon très irrégulière ; la teneur en fer n'atteint jamais celle de « la limonite de Métabief » (f. de Mouthe). Ces niveaux ont toutefois été exploités aux Grangettes et à Oye-et-Pallet.

La base comprend des calcaires marneux et des marnes de couleur ocre à l'affleurement mais bleue en profondeur. Épaisseur approximative : 10 à 20 mètres.

b. Calcaires de teinte claire, en gros bancs, généralement oolithiques ou graveleux, quelquefois cristallins, à microfaune abondante : nombreuses espèces de Trocholines dont *T. elongata*, *T. alpina*, *Nautiloculina oolithica* M., Lituolides, Miliolides abondants, Dasycladacées (*Clypeina* et *Acicularia elongata* C.). Cette formation correspond au « marbre bâtarde » des auteurs suisses.

Épaisseur : 20 mètres environ.

a. Calcaires jaunes, grumeleux, quelquefois oolithiques et graveleux avec intercalations de marno-calcaires peu épais, mais fréquentes. Les fossiles sont rares et se limitent généralement à des Brachiopodes. A la base existent souvent quelques bancs de calcaires beiges compacts, rappelant ceux du Jurassique supérieur.

La puissance de cette série est comprise entre 20 et 30 mètres.

jp. **Purbeckien.** Sous cette notation, sont comprises les formations laguno-lacustres intercalées entre le Valanginien et le Portlandien marins. Leur épaisseur est variable ; à Oye-et-Pallet, elle est voisine de 25 mètres. C'est un complexe comprenant des calcaires gris fétides à Ostracodes et Characées, des argiles verdâtres, des brèches à cailloux noirs, des marnes blanchâtres avec ou sans gypse (anciennes exploitations de gypse à la Rivière et à Dompierre-les-Tilleuls), des cargneules et des dolomies. A Oye-et-Pallet (X = 904,5 - Y = 214,4), des calcaires à oolithes et Foraminifères sont intercalés dans sa partie supérieure. Le Purbeckien constitue un bon repère cartographique parce que ses faciès sont facilement identifiables et qu'il dessine dans la topographie une combe étroite.

j9. **Portlandien et Kimméridgien supérieur.** Sous cette notation sont comprises les formations suivantes :

d. Dolomies, souvent cristallines ou cargneulées (10 à 20 mètres) ;

c. Calcaires en plaquettes ou zonés, avec lentilles de calcaires graveleux (20 à 30 mètres). Près du stand de tir et au camp des Pareuses, près de Pontarlier, on observe une belle surface corrodée perforée de lithophages et couverte d'huîtres. Près de Maisons-du-Bois, les couches, plus marneuses, renferment une faunule de Lamellibranches (*Corbula inflexa*, *Cyrena rugosa*) ;

b. Des calcaires à nombreuses tubulures aplaties et entrecroisées, puissants de 50 mètres environ, ont fourni à leur sommet, dans une carrière près de Lièvreumont, une Ammonite voisine de *Gravesia gigas*.

a. Une puissante série (100 à 120 mètres) de calcaires compacts de teinte claire, en gros bancs séparés par des interlits marno-calcaires, représente la base du Portlandien et, probablement, le Kimméridgien supérieur, ainsi qu'en témoigne un modeste gisement à *Exogyra virgula* près de la gare de Vaux et Cluqtegrue.

Au S E de Levier, entre les Emmailloches et le Bois de Bulle, un niveau à Rudistes a été attribué au Kimméridgien supérieur.

j9. **Kimméridgien inférieur.** Cette partie du Kimméridgien correspond au Ptérocrien des auteurs. C'est un ensemble puissant d'une centaine de mètres, de calcaires compacts en gros bancs, de teinte beige ou grise, dans les-

quels s'intercalent quelques niveaux de calcaires marneux gris, fossilifères. La faune en est classique : *Pterocera oceani*, *Pholadomya protei*, *Ceromya excentrica*, *Trichiees* (= section de *Pinnigera*), *Alectryonia pulUsera*, *Terebratula subsella*.

Les calcaires sont rarement fossilifères ; leur faune est réduite aux *Trichites* et à *Alectryonia pulligera*.

j7. **Séquanien**. Atteignant 50 à 60 mètres d'épaisseur, le Séquanien est constitué à 611 partie supérieure par des calcaires compacts à pâte fine, difficiles à distinguer de ceux du Kimméridgien dont ils diffèrent seulement par une teinte plus claire.

La base du Séquanien est très variable : formée entièrement de calcaires compacts dans l'anticlinal de la Vie de l'Étroit, elle comprend, au Mont de l'Herba, des niveaux à gros pisolithes ; dans les plis de Souillot, de Pissenavache et du Laveron, elle est marneuse ou marne-calcaire et donne dans le passage des combes plus, ou moins bien marquées.

Très souvent, la faune des marnes se limite à *Exogyra nana* et *Apiocrinus meriani*. Au Laveron, le long de la route de Sainte-Colombe à la Planée, on récolte : *Apiocrinus meriani*, *Pentacrinus desori*, *Cidaris florigemina*, *Hemicidaris* sp., *Waldheimia humeralis*, *Terebratula* cf. *subsella*, *T. bisuffaricata*, *Rhynchonella pinguis*, *Exogyra nana*, *Alectryonia pulligera*, *Plagiostoma astarina*, *Trigonia* sp., *Isocardia striata*, *Arca semijracteata*, *Mytilus subpectinatus*, *Pholadomya protei*, *Ceromya excentrica*, *Pleuromya* sp., *Natica hemisphaerica*. Enfin, près de la Chapelle d'Huin, on trouve le niveau marneux à petits Gastropodes signalé par les auteurs de la feuille au 1/80 000.

Près de Magasin-Neuf, la surface corrodée d'un banc calcaire supporte 10 centimètres de marnes brunes contenant des galets, puis ml banc de 23 centimètres d'un calcaire dégageant au choc une odeur très nette de pétrole.

h. **Rauracien**. On a cartographié sous ce nom des calcaires coralligènes et des dépôts d'eaux agitées à oolithes, pisolithes, Huîtres et entroques roulés, parfois même à galets (route de Sombacour à Houtaud). Épaisse de quelques mètres à 30 mètres, ces formations diffèrent du Séquanien par leur teinte brune. Il est possible qu'elles soient encore argoviennes. car le sommet de cet étage contient parfois (Pissenavache, W de la Chapelle d'Huin) des lentilles de même faciès, et des récurrences de calcaires hydrauliques s'intercalant, au Pertuis de la Vrîne, dans les dépôts notés j6.

Dans les plis de Montpetot et du Crêt de Vourbey, des bancs marneux. contiennent *Cidaris florigemina* (radiales) et *Waldheimia humeralis*.

j5. Argovien.

a. Calcaires hydrauliques à cassure bleue et patine jaunâtre, en bancs de 20 à 40 centimètres, séparés par de minces rouches de marnes feuilletées (puissance 150 à 200 mètres). Leur faune consiste en *Perisphinctes* *IBiplkes*) sp., *Phola domya* sp., *Goniomya* sp., *Gryphota dilatata*, Brachiopodes.

Au col des Roches, près de Sombacour, un riche gisement au sommet d'un gros banc de calcaire, contient des Polypiers isolés, des Echinides parmi lesquels *Stomechinus perlatus*. *Cidaris* cf. *florigemma*, des Brachiopodes (*Ismenia trigonella*, Térébratules et Rhynchonelles) de nombreux Lamellibranches et des Céphalopodes (*Nautilus girardoti*, *Perisphinctes* (Biplices) sp.).

Le sommet de cette série est souvent plus dur que sa base et consiste parfois en calcaires sublithographiques (route de la Vrîne à Dians-les-Usiers).

b. Couches à Spongiaires (Spougien, Couches de Birmensdorf) affleurant seulement dans les anticlinaux du Larmont et de Montpetot ; leur puissance va de 2 à 5 mètres environ j on y trouve, outre les Spongiaires, des Brachiopodes (*Terebratula bisuffaricata*) et des Ammonites (*Creniceras crenatum*, *Ochdoceras canaliculatum*, plusieurs espèces du groupe des *Perisphinctes*).

a. Au sud de la Gauffre, l'Argovien, qui repose directement sur la dalle nacrée, comprend à sa base 30 centimètres d'un marne-calcaire à oolithes ferrugineuses, contenant un mélange de faunes oxfordienne et argovienne : *Hyolites hastatus*, *Pachyceras lalandei*, *Trimarginites henrici*, *Sowerbyceras tortisulcatum*, *Euspidoceras perarmatum*, *Cardioceras* cf. *costicardia*, *Vertebriceras* sp., *Amæoboceras alternans*, *Perisphinctes helenæ*, *P. colubrinus*, *Ataxioceras* cf. *schilli*.

j4. **Oxfordien**. Cet étage est très réduit, vraisemblablement par suite d'une érosion considérable de la mer dans cette région. Au Larmont, 30 centimètres de marnes sans fossiles, à la base du Spongien, lui appartiennent peut-être. A 500 mètres au sud de l'entrée orientale du défilé d'Entreportes, une marne à oolithes ferrugineuses a fourni une faune de la zone à *P. athleta* : *Pen:sphinctes* cf. *bernensis*, *Collotia* sp., *Peltoceras* cf. *athleta*, *Hecticoceras*, cf. *brighti*, *Oxyerites* sp.

j3b. **Callovien supérieur**. Le seul point où ait été identifiée la zone à *Reineckea aru:eps* est situé sur le flanc N W de l'anticlinal du Larmont : le fossile de zone a été en effet trouvé dans une oolithe ferrugineuse analogue à celles citées ci-dessus dans le j5 et j4.

j3a. **Callovien inférieur**. Affleurant seulement dans les plis du Larmont et de Montpetot, le Callovien inférieur est représenté par les dalles calcaires riches en entroques, en petites Huîtres et Bryozoaires habituellement désignées sous le nom de « dalle nacrée ». Au Larmont, cette formation mesure 15 à 20 mètres.

j2. Bathonien.

a. Calcaires à débris de teinte blanche, passant inférieurement à des calcaires oolithiques. L'ensemble a une trentaine de mètres et semble équivalent du « calcaire roux sableux » des auteurs. A la base des calcaires oolithiques, on rencontre, parfois, des Polypiers et de rares chaillies.

b. Complexe de marnes feuilletées et de calcaires oolithiques ou compacts (30 mètres) ; les marnes renferment une riche faune de Brachiopodes et de Lamellibranches (Pectinidés et Arcidés).

c. Calcaires massifs cristallins ou oolithiques, renfermant des Rhynchonelles (20 mètres environ).

j1b. **Bajocien supérieur**. Le terme le plus ancien venant à l'affleurement consiste en calcaires marneux et marnes gréseuses de teinte foncée, renfermant une faune assez abondante de Mytilidés, des Myidés (*Homomya*, *Pholadomya*) et des *Parkinsonia*. MÜHLTHALER, qui a étudié ces gisements sur le territoire suisse, a déterminé deux espèces de *Parkinsonia* : *P. parkinsoni* et *P. schlœnbachi*, et attribué aux couches qui les renferment un âge bathonien inférieur. Sans prendre parti à ce sujet, nous avons admis que ces couches appartiennent au Bajocien terminal, suivant en cela les auteurs de la feuille d'Ornans au 1/80.000.

TECTONIQUE

Cette feuille comprend des éléments tectoniques nettement distincts :

I. *L'accident de Pontarlier* de direction N-S était considéré autrefois comme un décrochement contemporain des plis. En réalité, il représentait à l'origine une faille, probablement d'Age oligocène, qui a rejoué au moment du paroxysme pontien. Les plis ne se raccordent généralement pas de part et d'autre de la faille qui se poursuit, plus au Nord, à travers les plateaux jusqu'à la région de San-Juan (f. de Baume-les-Dames) et, au Sud, jusqu'à la plaine suisse. De même, certaines failles parallèles aux plis, « failles-plis » de direction NE-SW, sont probablement antérieures aux plis qu'elles limitent. Un tel ensemble serait constitué, par exemple, par l'anticlinal très aplati de Septfontaines (q) et les deux failles qui le limitent.

II. *Les plis du faisceau helvétique*. Dans l'ensemble, le faisceau helvétique est formé d'anticlinaux à sommets très aplatis qu'on appelle « coffrés », séparés par des synclinaux étroits dont le fond jurassique est souvent sub-horizontale. Ces synclinaux « en auge » passent parfois à des plis beaucoup plus aigus. La couverture crétacée est généralement plus plissée dans les synclinaux que son substratum jurassique par suite d'un glissement général sur le Jurassique et de plissements dysharmoniques. C'est une « collapse-structure ». Les anticlinaux dits « coffrés » sont dus au bourrage, entre les calcaires rigides du Jurassique, des niveaux plastiques de l'Argovien et du complexe liasico-triasique. Les plis du faisceau helvétique et le plateau déformé de Levier présentent une série de failles de direction NE-SW, les unes antérieures et les autres contemporaines des plis.

A l'est de l'accident de Pontarlier, on trouve les unités suivantes: l'anticlinal de la Montagne de l'Herba (1). L'étroit synclinal de la Combe du Voimon (2) qui s'élargit en arrivant vers l'Auberson. L'anticlinal faillé de la Beuffarde (3) qui se prolonge au-delà de la faille de Montpetot par un pli plus étroit (3'). Le synclinal crétacé des Fourgs (4), à la limite de la flexure bordant au Nord l'anticlinal précédent et au Sud la zone plate qui s'étend au voisinage des Petits Fourgs. Il se poursuit également au-delà de la faille par le synclinal des Bourguins (4'). Le flanc nord du synclinal des Fourgs (4) est très plat et est coupé par une faille-*pli*. L'anticlinal de Montpetot (5) est très dévié vers le Sud au voisinage de l'accident de Pontarlier. La faille de Montpetot qui borde au Nord cet anticlinal (5) coupe, plus à l'Est le grand anticlinal de la Beuffarde (3). Une flexure brusque sépare l'anticlinal de Montpetot (5) du synclinal suivant (6). Le synclinal des Verrières (6), en auge assez régulière, comprend non seulement du Crétacé, mais aussi du Miocène. Des phénomènes de collapse-structure affectent l'Hauterivien qui s'est décollé au niveau des marnes d'Hauterive et a glissé sur elles. Le grand anticlinal du Larmont (7), coffré à l'Ouest, devient plus aigu localement, au voisinage de la frontière. Le Bajocien supérieur affleure dans son axe. C'est le terrain le plus ancien observable dans la région. Le synclinal des Alliés (8) dont la partie méridionale contient des dépôts tertiaires. L'anticlinal coffré du Bois de la Côte (9) avec, sur son flanc SE, un accident complexe faisant affleurer l'Argovien en boutonnière. Le synclinal d'Arçon-Maison-du-Bois (10) fortement dissymétrique, dont le Banc SE est redressé à la verticale tandis que la zone N W est en pente douce. Il se divise en deux replis au niveau d'Arçon (10-10'). Au nord de ce synclinal s'étend une zone faiblement ondulée (II) qui est l'équivalent du plateau de Levier déformé. En effet, au NE d'Arçon, les pendages ne dépassent pas 15°.

A l'ouest de l'accident de Pontarlier, les unités tectoniques sont les suivantes : du Sud au Nord : entre la faille de Pontarlier et une petite faille parallèle dite faille de Montperreux se trouvent successivement l'étroit synclinal crétacé de Fontaine-Ronde (a), suivi par la route nationale et l'anticlinal coffré des Cellières (b') qui n'est que le cœur du grand anticlinal coffré de Montperreux (b), le synclinal du lac de Saint-Point (c) dont l'axe cénomani est occupé par le lac, l'anticlinal coffré jurassique du Crosat (d), le synclinorium crétacé de Oye-et-Pallet (e) qu'un noyau jurassique, l'anticlinal du Bois de la « Pierre qui tourne » (f) divise en deux synclinaux (et, et e2). Le plus méridional (e1) vient buter près de Port-Titi contre un petit accident transverse. Le synclinal (et) et l'anticlinal (f) sont interrompus par la faille oblique de Friard. A l'ouest de cette faille, l'anticlinal(f) se poursuit, mais au synclinal (es) correspondent deux synclinaux : le synclinal du Lac de Malpas (e3), le synclinal de la Planée (e4), séparés par « l'épi portlandien de Malpas » (de Margerie). L'ennoyage des anticlinaux du Crosat (d) et du Bois de la « Pierre qui tourne » (f) constitue le déversoir du lac de Saint-Point. La grande zone anticlinale du Laveron (g), qui s'étend depuis le bois de Guillemette au SW jusqu'au voisinage de Pontarlier au NE, est limitée par un système complexe de cassures. Cet anticlinal (g) est disséqué en trois anticlinaux par des décrochements et des failles longitudinales accompagnées d'étiements plus ou moins importants (Bonnevaux). Au nord du pli du Laveron et séparé de celui-ci par une flexure brusque parfois faillée s'étend un vaste synclinorium (h) où coule le Druegon. Ce synclinorium de Pontarlier-Frasne (h) est remblayé par des dépôts würmiens recouvrant des niveaux argileux interglaciaires. Sous ce Quaternaire il existe peut-être localement quelques-lentilles attribuables au Miocène. Des sondages et études géophysiques ont montré, notamment au NW de Pontarlier, deux anticlinaux et synclinaux secondaires avec probablement une faille satellite de l'accident de Pontarlier. Dans la région de Houtaud et de Dommartin, le flanc NW de ce synclinorium (h) présente des replis dysharmoniques dans l'Hauterivien. Il est possible que ce synclinal ait légèrement rejoué au Plio-Quaternaire avant le Würmien.

III. *Les déformations du plateau de Levier*. L'anticlinal de Chaffois (i) est limité au SE par une flexure faillée accompagnée tantôt de l'étiement du Purbeckien, tantôt de celui du Puberckien et d'une partie du Valanginien. Un étroit synclinal (j) sépare cet anticlinal (i) de la structure de Pissenavache » - Pli coffré du Mont Séverin (k). DRJ1 la région de Sombacour-Bians-les-Usiers, le flanc NW de l'anticlinal (k) retombe brusquement sur une étroite gouttière synclinale (l) dans laquelle est pincé un peu de Crétacé - synclinal de Bians-les-Usiers (l). L'anticlinal du Souillot (m) est limité par la faille complexe de la Chapelle-du-Huin. Au NW de Sombacour-Bians-les-Usiers, s'étend une région où les couches restent sub-horizontales. Elle est séparée du plateau de Levier par le faisceau de Septfontaines. Ce dernier comprend: le synclinal du Creux-du-Vieillon (n), l'anticlinal du Bois de Pessoul (o), trois failles longitudinales délimitant des pincées synclinale (Purbeckien de Chapelle-du-Huin) et anticlinale, le long synclinal de la Chauz (p), l'anticlinal très aplati de Septfontaines (q) et la faille du même nom.

ÉVOLUTION PALÉOGÉOGRAPHIQUE ET GÉODYNAMIQUE DE LA RÉGION

1. *Paléogéographie pendant le Secondaire et l'Eocène*. Pendant le Jurassique supérieur, sauf l'Argovien, la région a fonctionné comme étant la bordure du bassin de Paris et les dépôts sont ceux d'une mer épicontinentale.

Après le Portlandien marin, la région a émergé et se sont alors formées les couches laguno-lacustres du Purbeckien.

Au Crétacé inférieur, une mer peu profonde envahit de nouveau le Jura et les couches du Valanginien reposent sur celles du Purbeckien sans discordance angulaire apparente. Cette transgression correspond plutôt à un mouvement eustatique qu'à une déformation de la région. Les apports terrigènes et notamment la limonite sont importants au Valanginien supérieur ; le régime néritique se maintient à l'Hauterivien et se continue au Barrémien. Les calcaires gréseux de l'Aptien ont été enlevés par l'érosion anté-albienne. La mer revient sur le Jura à l'Albien et s'y installe pour tout ou partie du Crétacé supérieur. La lacune du Sénonien est probablement une lacune d'érosion.

À l'Éocène, la mer a quitté le Jura et les dépôts sidérolithiques y sont représentés dans les poches du Cénomanien par des argiles roses et des nodules ferrugineux (les Grangettes).

2. *Phase alpine.* Le faisceau helvétique n'a subi que de faibles déformations au Nummulitique. Pendant l'Oligocène des cassures du type rhéan ont découpé la région en voussours comme dans les Vosges et le Massif Central. La principale faille correspondrait au grand accident N-S de Pontarlier. Le maximum de discordance (90) du Miocène transgressif est observé dans le synclinal (6) au NW du village français des Verrières. La phase de plissement principale est postérieure au Miocène moyen du synclinal des Verrières. Elle paraît contemporaine de la phase pontienne datée dans le Jura externe. Elle avait été précédée après le retour de la mer du Miocène moyen par un mouvement de bascule de la région qui surlevait le faisceau helvétique précédemment émergé. Avant ce renversement de relief et de drainage, les couches à galets de quartzite provenant de la région vosgienne s'étaient étendues jusqu'au synclinal de Pontarlier. Ces galets marquent l'extension maximum vers le Sud des dépôts continentaux venant du Nord. Ils sont arrivés jusqu'au bord de la mer miocène dont la limite septentrionale coïncide sensiblement avec les synclinaux Pontarlier-Arçon. Après le paroxysme pontien, la région a subi probablement quelques ajustements locaux avec de faibles déformations possibles, notamment dans le synclinal de Pontarlier.

HYDROLOGIE SOUTERRAINE

Les calcaires jurassiques sont parcourus par un réseau karstique qui draine l'eau de surface et alimente des sources du type vauclusien. Ces sources, de débit très variable, peuvent être contaminées quand le bassin d'alimentation contient des cultures et des habitations. Les plis et les niveaux imperméables permettent l'accumulation dans certains fonds synclinaux de nappes karstiques sous pression. la prospection de ces nappes peut apporter une solution à l'alimentation de certaines régions pauvres en eau de surface.

Le Crétacé offre des nappes correspondant à des niveaux poreux ou finement fissurés, notamment dans le Valanginien et l'Hauterivien supérieur. Ils peuvent offrir un certain artésianisme dans les synclinaux.

Les dépôts grossiers, conglomératiques et sableux du Quaternaire contiennent des nappes phréatiques très utilisées notamment par la ville de Pontarlier (remblaiement quaternaire du synclinal du Drugeon). En surface, on peut observer de nombreuses pertes (fissures, gouffres, dolines, etc.), en relation avec le réseau karstique profond. Les plus célèbres sont les pertes du Doubs alimentant la source de la Loue.

BIBLIOGRAPHIE

La bibliographie, jusqu'en 1936, est contenue dans les tomes I et II du mémoire sur le Jura de E. DE MARGERIE (*Mémoire de la Carte géologique de la France*).

Après cette date, les publications de MM. D. AUBERT, M. DREYFUSS, G. CASTANY, P. CHAUVE, M^{lle} S. FRANÇOIS, MM. L. GLANGEAUD, M. LUCEON, PAILLOT-BAUDÈRE et J. TRICART, ont paru dans les *C. R. Ac. des Sc.*, *C. R. et Bull. de la Société géologique de France*, *Bull. de la Soc. d'Hist. nat. du Doubs*, *C. R. Collab. Carte géologique de la France. Travaux du Laboratoire de Géologie de Lausanne*.

P. CHAUVE, M. DREYFUSS, S. FRANÇOIS, L. GLANGEAUD, J. TRICART.

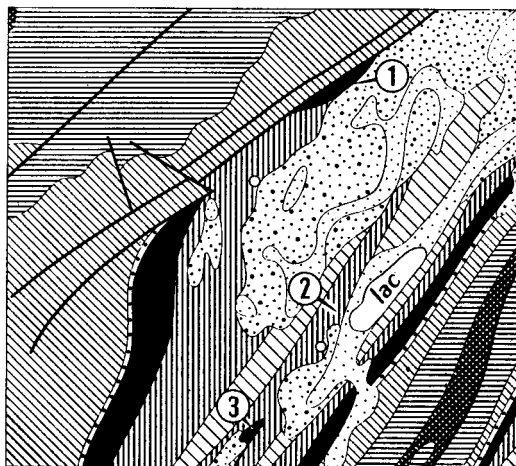


SCHÉMA RECTIFICATIF

Environs du lac de Malpas

1. Lire affleurement n2 1 au lieu de j9.
2. Lire affleurement n3 au lieu de n2-1.
3. Lire affleurement n2-1.