



BESANÇON

**CARTE
GÉOLOGIQUE
DE LA FRANCE
A 1/50 000**

BUREAU DE
RECHERCHES
GÉOLOGIQUES
ET MINIÈRES

BESANÇON

3323

La carte géologique à 1/50 000
BESANÇON est recouverte par les coupures suivantes
de la carte géologique de la France à 1/80 000 :
au nord : GRAY (N° 113)
au sud : BESANÇON (N° 126)

Gray	Gy	Baume -les-Dames
Pesmes	BESANÇON	Vercel
Dole	Quingey	Ornans

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DE LA RECHERCHE
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
Boîte postale 6009 - 45060 Orléans Cedex - France



NOTICE EXPLICATIVE

INTRODUCTION

La feuille Besançon est traversée, de l'ENE à l'WSW, par les vallées de l'Ognon et du Doubs.

Au Nord de la première, dans l'angle nord-ouest, les plateaux de la Haute-Saône atteignent 350 m d'altitude près d'Avrigny.

L'Ognon décrit de nombreux méandres dans un large lit majeur; sa pente est faible (216 m à l'amont, 200 m à l'aval) et les complexes alluviaux plio-quaternaires donnent jusqu'à 230-240 m un paysage presque plat traversé par des ruisseaux affluents, assez nombreux sur la rive gauche (r. des Moulins, Lenterne, r. de Recologne et du Moulin de Chazoy).

Entre l'Ognon et le Doubs s'étend à l'Ouest de la route de Besançon à Voray, une région à relief confus, ne dépassant guère 300 m d'altitude. Les affluents de l'Ognon s'y ramifient au Nord d'une ligne joignant Voray à Berthelange. Au Sud, les dépressions correspondent souvent à des vallées sèches ou à des ruisseaux temporaires, dont les eaux se perdent et alimentent des résurgences situées pour la plupart dans la vallée du Doubs.

A l'Est de la route de Besançon à Voray, les plateaux de Thise et de la forêt de Chailluz (330-360 m) sont dominés par la crête du fort de Chailluz (620 m) dont le flanc septentrional est vigoureusement érodé par des ravins aboutissant à l'Ognon.

Le Doubs, qui coule à des altitudes comprises entre 250 et 220 m, entaille profondément les reliefs de la région bisontine, qui culminent au fort de Montfaucon (620 m). Il décrit néanmoins de nombreux méandres, dont l'histoire complexe est soulignée par des cluses correspondant à d'anciens cours abandonnés.

Enfin, l'angle sud-est de la feuille correspond à un plateau (plateau de Montrond) séparé de la vallée du Doubs par des reliefs qui le dominent d'une centaine de mètres. En contrebas de la surface peu ondulée et boisée de ce plateau est dégagée une dépression plane et humide, le marais de Saône, drainé par des ruisseaux se perdant à l'entonnoir du Creux sous Roche au sud du Petit-Saône; tandis qu'au bord même de la feuille, la butte-témoin de la Vierge du Charmont (520 m) et des pentes assez fortes correspondent à l'extrême bord du plateau d'Ornans.

TERRAINS SÉDIMENTAIRES

Fz. Alluvions modernes. Elles sont bien développées dans la vallée de l'Ognon sous forme de graviers siliceux d'origine vosgienne, et dans celle du Doubs où elles sont essentiellement calcaires. Les ruisseaux affluents de l'Ognon déposent surtout des matériaux argileux provenant

des marnes liasiques; il en est de même des quelques torrents temporaires dont les cônes de déjection atteignent les rives du Doubs (Montfaucon). Les dépôts du marais de Saône sont empruntés à l'Oxfordien et à l'Argovien : on y trouve parfois des coquilles de Limnées et de Planorbis; près de la Vèze, des tourbières (FzT) ont été autrefois exploitées.

E. Sont placés sous cette notation :

1° Quelques **éboulements rocheux**.

2° Des **éboulis calibrés**, stratifiés suivant la pente (groises). Dus à l'action du gel, ils datent pour la plupart d'une période froide et sèche correspondant probablement à la fin du Würmien ainsi qu'en témoignent des ossements de petits Rongeurs trouvés au nord de Planoise (Marmottes). Les groises sont souvent exploitées pour la confection des trottoirs et allées de jardins.

3° Des **glissements des séries marneuses** : lorsqu'il s'agit de glissements en masse (sud de Merrey-Vieilley) la notation **E** accompagne un figuré spécial. Celui-ci est employé en surcharge et sans notation lorsqu'il s'agit du glissement localisé d'un niveau marneux déterminé.

P. Cailloutis périglaciaires. Il s'agit de dépôts soliflués constitués de graviers aplatis, aux angles légèrement usés. On les trouve autour du marais de Saône. Près de la gare, ce sont des fragments de chailles accompagnés de fossiles silicifiés peu roulés; on y observe des cailloux dressés. Au nord du village, dans une ancienne carrière, un litage vers le NE témoignait de l'âge très récent de l'aplanissement du marais.

Fy. Basses terrasses. Les alluvions ainsi notées dépassent peu (moins de 10 à 15 m) les plaines de débordement. Les alluvions du méandre de la Roche d'Or, en aval de Velotte, antérieures à la groise périglaciaire, sont sans doute du même âge; et celles garnissant le fond de la vallée sèche de Grandfontaine ont été, sans argument chronologique précis, classées dans la même catégorie.

Fx. Hautes terrasses. Dans la vallée de l'Ognon, des terrasses dépassent de 35 m environ le niveau du lit de la rivière. Dans la vallée du Doubs, des placages souvent riches en graviers siliceux sont localisés à Chalèze (+ 50 m) et à Thoraise (+ 30 m).

Fp. Des alluvions attribuées au **Pliocène** sont particulièrement développées au Sud de la vallée de l'Ognon. On a adopté la même notation pour désigner près de Montferrand, au bois d'Ambre et en bordure de la forêt de Chaux (Roset-Fluans) des dépôts fluviatiles à gros galets de grès; ils contiennent des radiolarites et par conséquent sont attribuables au « Rhin-Doubs ».

p. Des dépôts localisés dans le SW de la feuille, peut-être de même âge ou un peu plus anciens, ne sont pas fluviatiles : au N de Chateaufort, ils ont le faciès sidérolithique; près de Berthelange, il s'agit d'argiles bleues et de sables avec quelques graviers.

F. Fluviatile non daté et R. Argiles résiduelles. Les formations superficielles ainsi notées comprennent tous les intermédiaires (**FR**) entre des argiles susceptibles d'avoir subi un minimum de transport (**R**) et des alluvions anciennes plus ou moins décalcifiées. La plupart du temps, il s'agit d'affleurements isolés, difficiles à dater même relativement. Parmi les dépôts fluviatiles classés dans cette catégorie, ceux du méandre de

Velotte sont certainement postérieurs à ceux situés dans le col immédiatement à l'ouest du fort de Chaudanne; sans doute en est-il de même des alluvions de la Malcombe (sud de Saint-Ferjeux), mais celles-ci pourraient cependant être contemporaines des précédentes et dater du Pontien.

Fm. Fluviale ancien (Pontien?). Des placages plus ou moins étendus d'alluvions décalcifiées, renfermant des chailles roulées associées ou non à des éléments d'origine vosgienne sont attribués à l'action des rivières et ruissellements ayant aplani la région pendant le Miocène supérieur (Pontien).

Un des points où ces dépôts semblent les plus caractéristiques est la dépression (ancienne vallée à caractère sénile) située au NNE de Montferrand; car le Pliocène du bois et du village de Montferrand les recouvrent.

Ailleurs, il s'agit de galets ou graviers formant des placages plus ou moins étendus, soit dans des dépressions ayant les caractères d'anciennes vallées (Chaudanne, Montfaucon), soit sur des replats correspondant probablement à des fragments déformés d'une ancienne surface d'érosion (Pugey, bois de Peu) ou même sur des crêtes (fort de Chailluz).

g. Conglomérats (Oligocène?). Les dépôts tertiaires suivants ont été groupés sous cette notation :

1° Les poudingues de la Chapelle-des-Buis et de Montfaucon : légèrement discordants sur les termes les plus élevés du Jurassique, ils sont localisés en bordure de deux failles. Plus grossiers à la base à Montfaucon, les éléments calcaires dominant; ils sont généralement bien arrondis et proviennent du Jurassique supérieur (Callovien fossilifère — Portlandien); des grains de quartz et des pisolithes ferrugineux sont plus ou moins fréquents dans le ciment calcaire. Considérés comme tertiaires par les anciens auteurs, ils ont été ensuite attribués à tort au Purbeckien : il s'agit d'un dépôt torrentiel de piedmont d'âge probablement oligocène.

2° Un affleurement très réduit situé entre Busy et Larnod, le long de la route nationale 83, dans une zone à tectonique très complexe : il s'agit d'un poudingue manifestement polygénique renfermant notamment des fragments roulés d'enduit stalagmitique et des galets de Jurassique supérieur; le ciment, abondant par places, a un aspect gréseux, mais le quartz y est très fin et la calcite abondante. L'enduit concrétionné entourant les galets suggère un dépôt dans l'eau. L'âge de ce conglomérat n'a pas pu être déterminé; il semble toutefois plus jeune que le poudingue décrit au paragraphe précédent (?).

c2. Cénomanién. Cet étage constitue le cœur des synclinaux de la vallée de l'Ognon. Il est constitué de calcaires marneux d'aspect crayeux, très altérables et dont les seuls affleurements intéressants sont situés à Auxon-Dessus et à Moncley. La microfaune y est abondante, et semble comprendre des espèces turoniennes; la macrofaune, plus rare, est typiquement cénomaniénne (*Acanthoceras rothomagense*, *Scaphites aequalis*, *Turrilites costatus*, Inocérames et Oursins).

c1. Albien. Les « sables verts », que surmontent les « marnes noires », sont habituellement seuls visibles, autrefois exploités (Devecey, Roset-Fluans) comme sables de fonderie. La plupart sont localisés dans la vallée de l'Ognon, où des travaux permettent de temps à autre de les étudier. Relativement pauvres en glauconie, ils deviennent vite brunâtres ou même jaunes. Aux grains de quartz qui en constituent l'élément dominant, s'ajoutent d'autres minéraux détritiques (S. Duplax et S. François) ainsi que des

cristaux bipyramidés de quartz néoformé. La faune consiste principalement en Ammonites (*Douvilleiceras mamillare*, *Hoplites deluci*, *Acanthoceras milleti*) et en Lamellibranches (*Nucula pectinata*, *Arca cottaldina*, *A. fibrosa*, *Inoceramus concentricus*, *Actinoceramus sulcatus*, *Exogyra arduennensis*, etc.).

L'Albien repose directement sur l'Hauterivien à Dévecey.

n3. Hauterivien (20 à 25 m). Marneux à sa base, puis constitué par des calcaires zoogènes plus ou moins marneux, glauconieux ou de teinte brune, l'Hauterivien constitue le terme le plus ancien de la série crétacée dans la vallée de l'Ognon. On y a décrit une faune abondante, mais les gisements actuellement rares ne fournissent guère que les espèces les plus fréquentes : *Serpula heliciformis*, *Terebratula praelonga*, *Rhynchonella multi-formis*, quelques Oursins et surtout des coquilles ou fragments d'*Exogyra couloni*.

j9. Portlandien (50 m). Le faciès continental du Portlandien supérieur (Purbeckien) n'a jamais été observé en place; néanmoins des marnes signalées à Moncley par Ch. Lory (1857) et des morceaux de brèches à cailloux noirs (M. Mattauer, 1955; C. Javey, 1966) témoignent de l'existence de cette formation dans la vallée de l'Ognon.

C'est également dans cette région que le Portlandien proprement dit est le mieux développé : il y est constitué, de haut en bas par :

d) des calcaires cellulés à aspect de cargneule;

c) des calcaires cristallins ou cryptocristallins;

b) des calcaires à pâte fine, rubanés ou en plaquettes;

a) des calcaires compacts percés de tubulures nombreuses, irrégulièrement réparties.

Sur le reste de la feuille, le Portlandien occupe une très faible surface et n'est jamais complet. Les calcaires à tubulures supportent la plupart des affleurements de poudingue (g) à la Chapelle-des-Buis et à Mont-faucon. Toutefois, à l'extrémité nord-est du premier, près de Saint-Léonard, apparaît un biseau de calcaires rubanés.

j8. Kimméridgien (60 à 70 m). Ayant fourni de très rares exemplaires d'*Aspidoceras lallierianum*, le Kimméridgien peut être subdivisé en deux ensembles qui, pour des raisons graphiques, n'ont pas été séparés sur la carte :

b) Le Kimméridgien supérieur (30 m) (Virgulien des auteurs) formé d'une alternance de marnes et de calcaires à pâte fine ou lumachelliques en petits bancs et débutant par un niveau riche en glauconie. *Exogyra virgula* est le fossile dominant; d'autres Lamellibranches et des Brachiopodes lui sont associés.

a) Le Kimméridgien inférieur (Ptérocérien des auteurs), essentiellement constitué de calcaires compacts, débute lui aussi par un niveau glauconieux, un peu plus marneux. Les fossiles y sont surtout abondants à la base, et constituent une faune classique : *Pterocera oceani*, *Ceromya excentrica*, *Pholadomyes*, *Trichites* (= fragments de *Pinnigera*), *Exogyra bruntrutana*, *Terebratula subsella*, etc.

j7. Séquanien (85 à 90 m). Le Séquanien est constitué de deux séries calcaires, séparées par des marnes :

c) Le Séquanien supérieur est formé de calcaires variés, le plus souvent oolithiques, cryptocristallins ou à pâte fine.

b) Les marnes, souvent difficiles à observer, mais formant une combe, sont parfois coupées de plaquettes calcaires couvertes d'Astartes (*Astartien* des auteurs), de petits Gastéropodes ou d'Exogyres. Leur faune caractéristique consiste en une association d'*Exogyra nana* et d'articles d'*Apiocrinus meriani*, accompagnés de quelques *Zeilleria egena*.

a) Dans le Séquanien inférieur dominant des calcaires sublithographiques assez bien lités. Dans la vallée de l'Ognon, on y trouve aussi des niveaux à Nérinées et des bancs à gros pisolithes (« momies »); plusieurs niveaux prennent d'autre part un aspect crayeux et sont particulièrement gélifs. Dans le faisceau bisontin, des oogones de Characées ont été trouvés au sommet des calcaires (la Vèze). Un banc remarquable, à débit prismatique, constitue un excellent repère local dans la série du flanc SE de l'anticlinal de la Citadelle.

Aucune Ammonite n'a été signalée sur l'ensemble de la feuille; en revanche, des Pseudocyclamines sont fréquentes dans tout le Séquanien.

j6. Rauracien (40 à 45 m). Il s'agit du faciès coralligène de l'Argovien terminal, que l'on peut subdiviser en deux parties de puissance à peu près égale :

b) au sommet, un ensemble de calcaires oolithiques ou pisolithiques, avec nombreux débris de fossiles plus ou moins roulés (Nérinées, *Diceras*, radioles de *Cidaris*);

a) à la base, des dépôts récifaux à Polypiers et Solénopores, avec des articles d'*Apiocrinus*, des tests de radioles de *Cidaris*, des Térébratules, etc.

j5. Argovien sensu stricto (40 à 50 m). Marneux à la base, l'Argovien comprend ensuite les couches dites à *Pholadomya exaltata* : ce sont des marno-calcaires bien stratifiés, parfois feuilletés, dans lesquels s'intercalent des bancs de 15 à 30 cm, plus compacts, renfermant des chailles et des fossiles silicifiés (*Rhynchonella thurmanni*, *Terebratula galienei*, *Milleriocrinus*, *Serpules*, *Collyrites bicordatus*).

Le sommet de l'Argovien devient de plus en plus calcaire et renferme quelques Polypiers et des fossiles silicifiés (*Apiocrinus*, radioles de *Cidaris*, etc.) apparaissant en blanc sur le fond grisâtre de la roche.

j4. Oxfordien et Callovien supérieur (30 à 50 m). L'Oxfordien présente son faciès classique de marnes bleues à Ammonites pyriteuses (*Creniceras renggeri*, *Cardioceras cordatum*, *Perisphinctes perarmatum*, etc. associés à *Pentacrinus pentagonalis*, *Hybolites hastatus*, petits Brachiopodes et Lamellibranches).

Autrefois exploitées pour la fabrication de tuiles, ces marnes ont souvent glissé ou sont recouvertes d'éboulis, mais donnent des dépressions caractéristiques (combes).

Le Callovien supérieur (2 à 5 m), groupé avec l'Oxfordien, devrait être noté **j3b**. Il présente un faciès différent. On peut distinguer :

b) au sommet, des marnes jaunes ou noires sableuses renfermant de nombreuses Ammonites caractéristiques des zones à *Quenstedtoceras lamberti* et *Peltoceras athleta* : *Qu. praelamberti*, *Peltoceras athleta*, de grandes *Collotia*, *Kosmoceras spinosum*, de nombreux *Hecticoceras*;

a) à la base, un calcaire argileux à oolithes ferrugineuses (0,90 cm à quelques cm) riche en *Erymnoceras coronatum*, *Reineckeidae* et *Kosmoceratiidae*, reposant sur la surface rubéfiée et taradée de la Dalle nacrée.

j3a. Dalle nacrée (Callovien inférieur) et **j2. Bathonien**. Il s'agit de calcaires assez différents l'un de l'autre, mais qui ont été groupés dans les régions à tectonique complexe sous la notation **j3-2**.

La Dalle nacrée (**j3a**) représente le Callovien inférieur ainsi qu'en témoignent de très rares exemplaires de *Macrocephalites* : c'est un calcaire à oolithes et entroques, auquel des stratifications entrecroisées et de nombreuses interruptions de sédimentation (surfaces corrodées et perforées, Huitres plates, galets plats provenant de la reprise du dépôt consolidé) donnent son aspect caractéristique en dalles (« laves » des habitants). Son épaisseur varie de 6 à 15 m environ sur la feuille.

Bien que la Dalle nacrée repose le plus souvent sur une surface perforée et rubéfiée tranchant sur les calcaires sous-jacents, on observe localement près de Besançon, entre les deux formations, quelques mètres au plus de marnes ayant une disposition lenticulaire, que leur faune (*Obovothyris obovata* et autres Brachiopodes) permet de dater du Bathonien supérieur et que l'on désigne sous le nom de Marnes de Champforgeron. Leurs principaux affleurements ont été figurés et notés **j2M**. Les calcaires notés **j2** sont connus sous les noms de Calcaires de la Citadelle ou de Calcaires compacts : massifs, le plus souvent sublithographiques mais aussi graveleux, surtout à leur base et à leur sommet, ils ont 60 à 70 m d'épaisseur. La microfaune (Trocholines, Valvulinidés, Miliolidés) y est assez fréquente, mais *Rhynchonella decorata*, pratiquement seul macrofossile de ces couches, est peu abondant et surtout très localisé (la Citadelle, carrière près des Rancenières).

j1b. Grande oolithe (55-60 m). Les Calcaires de Tarragnoz de Marcou, ou Grande oolithe de nombreux auteurs, constituent un ensemble assez homogène, bien lité, à stratifications entrecroisées; le plus souvent bicolore, la Grande oolithe a été exploitée comme pierre de construction à Besançon. L'ensemble est considéré comme représentant le Bajocien supérieur (zones à *G. garanti* et *P. parkinsoni*; *Parkinsonia* sp. citées à la Citadelle et aux Graviers Blancs). Il n'est pas impossible que les niveaux les plus élevés, souvent plus clairs, soient équivalents de l'Oolithe blanche de Bourgogne et correspondent à la base du Bathonien.

j1a. Partie inférieure du Bajocien et Aalénien supérieur. Le Bajocien inférieur et moyen est souvent subdivisé dans le Jura en :

- « calcaire à Polypiers » au sommet;
- « calcaire à entroques » à la base.

En fait, si la moitié inférieure de l'ensemble est toujours représentée par des calcaires à entroques, dont le ciment est assez ferrugineux, il est difficile par contre de suivre sur le terrain le niveau supérieur. Celui-ci présente en effet de très nombreuses variations de faciès : assez souvent les calcaires à entroques s'y poursuivent, passant parfois (Citadelle de Besançon) à une oolithe grossière. Des intercalations marneuses apparaissent parfois (Montfaucon) séparant des bancs de calcaires gris renfermant surtout des Pectinidés ou de petits Brachiopodes. Des Polypiers sont cependant présents de façon sporadique (Auxon-Dessus, Buzy, Chapelle-des-Buis).

On a réuni au Bajocien inférieur les niveaux non marneux de l'Aalénien supérieur, peu épais et difficiles à séparer des calcaires à entroques : l'Aalénien calcaire est formé de calcaires roux, oolithiques ou à entroques, renfermant des lumachelles à petits *Pecten* (*P. pumilus*). La partie supérieure appartient au Bajocien (*Sonninia sowerbyi* à Montfaucon), tandis que les bancs de la base, très sableux, renferment des *Pleydellia*.

I6-5. Aalénien marneux et Toarcien (60 à 70 m). Cet ensemble essentiellement marneux et foncé comprend de haut en bas :

d) des marnes micacées à *Pleydellia aalensis*;

c) des couches riches en petits Lamellibranches et Gastéropodes (*Leda rostralis*, *Nucula hammeri*, *Trochus subduplicatus*, *Littorina capitanea*) avec des *Dumortieria*, *Hammatoceras insigne*, et à la base des Ammonites pyriteuses : *Grammoceras fallaciosum*, *Polyplectus discoides*...;

b) des marnes à petits nodules rouille, à *Hildoceras bifrons* et *Coeloceras crassum*;

a) les « Schistes à Posidonomyes » ou « Schistes carton » renfermant des matières organiques (20 m environ); constituant parfois un léger ressaut sur les pentes marneuses, ils représentent le Toarcien inférieur (*H. serpentinum*).

I4-3. Charmouthien et Lotharingien supérieur (40 à 50 m). Bien que cette série à dominance marneuse puisse être détaillée dans divers affleurements, elle a été cartographiée dans son ensemble et même parfois réunie au Lias supérieur sous la notation I6-3. Les principaux niveaux sont les suivants :

C) **Domérien.**

b) Couches à *Pleuroceras spinatum*, 10 à 15 m, formées de marnes micacées, sableuses renfermant des bancs de calcaires argilo-sableux cloisonnés (septaria) et des nodules (« miches »).

a) Couches à *Amaltheus margaritatus*, 20 à 30 m, formées de marnes grises plastiques, renfermant *Am. margaritatus* et à la base, dans un niveau noduleux *Am. stokesi* (Miserey).

B) **Carixien.** Le Carixien est représenté par un banc calcaire riche en Bélemnites, à *Productylioceras davoei* au sommet, et des marnes à *Waldheimia numismalis* à la base.

A) **Lotharingien.** Sont rattachés à cet étage quelques bancs calcaires et une dizaine de mètres de marnes.

I3-2. Sinémurien et Hettangien; I1. Rhétien. Le Sinémurien et l'Hettangien constituent le Calcaire à Gryphées (8 à 10 m) renfermant à la base des *Schlotheimia* et, dans la partie supérieure, de nombreuses *Gryphaea arcuata*, *Arietites bucklandi*, *Agassicerus scipionianum* et *Microderoras birchi*.

Le Rhétien (15 à 20 m) est formé d'une alternance de marnes schistoïdes noires et de grès plus ou moins argileux renfermant à la partie supérieure un bone-bed d'écailles et de dents de Poissons et quelques lumachelles à *Avicula contorta*, *Cytherea rhaetica*...

Dans le faisceau bisontin, l'ensemble a été groupé sous la notation I3-1.

I9. Keuper supérieur (45 m). Il s'agit de deux ensembles d'argiles bariolées, dont les teintes dominantes sont le rouge lie-de-vin et le vert, séparés par 5 m de grès, puis de dolomie (« Dolomie de deux mètres » des auteurs). Le niveau argileux inférieur est parfois gypsifère.

Le Keuper moyen n'affleure généralement pas, mais le gypse interstratifié dans des argiles bariolées ou noires, sous un important banc dolomitique (« Dolomie moellon ») a été exploité en plusieurs points et notamment aux environs de Beure.

TECTONIQUE

On peut identifier sur la feuille Besançon, les unités tectoniques suivantes (voir schéma en marge de la carte) :

I. — les plateaux entre Ognon et Saône;

II. — les synclinaux de l'Ognon;

III et V. — les « plateaux occidentaux » (E. Fournier), interrompus ou bordés par :

IV. — le faisceau des Avant-Monts;

VI. — le faisceau bisontin;

VII. — le plateau de Montrond.

I. — *Les plateaux entre Ognon et Saône*. Se poursuivant bien au delà de la feuille vers le Nord et l'Ouest, ils peuvent ici être subdivisés en trois ensembles :

— à l'Ouest, ils dominent assez largement la vallée de l'Ognon, et sont affectés de nombreuses failles orientées du NNE au SSW (IA);

— entre les failles de Beaumotte et de Chambornay, le bord du plateau est légèrement recouvert par les alluvions et les accidents tectoniques sont peu importants (IB);

— à l'Est de la faille de Chambornay, les failles se multiplient à nouveau, mais la structure est souvent difficile à établir car les affleurements de Jurassique supérieur sont masqués par de nombreuses terrasses (IC).

II. — *Les synclinaux de l'Ognon*. Les études récentes de C. Javey ont permis de constater que le Crétacé constitue deux synclinaux dont la continuité a pu être établie malgré un important recouvrement de dépôts fluviatiles datant du Pliocène et du Quaternaire.

Le synclinal de « Vitreux - Montcley » (C. Javey) (1) dont le cœur est formé de Cénomaniens, a été reconnu sur la feuille, de sa bordure occidentale à Chevigney. Son axe est décalé vers le Nord, d'environ 3 km avant qu'il se termine vers Montcley.

Le synclinal de Chaucenne - Devecey (2) s'amorce contre l'accident de l'Ognon, au niveau de la première de ces localités; plusieurs fois décroché, affecté de torsions au droit du faisceau des Avant-Monts, il est très dissymétrique et parfois compliqué de replis (Devecey).

III. — *A l'Ouest d'une série de failles* se relayant du Sud de Chaucenne à Roset-Fluans, s'étendent des plateaux dont la surface est pour l'essentiel constituée de Bajocien et de Lias supérieur. On peut toutefois les subdiviser en deux parties séparées par une faille de direction NNE-SSW allant des environs de Recologne à Antorpe et à Chateauneuf.

— La partie septentrionale du compartiment ouest (III A) est affectée par les fossés de Franey (a) et de Lavernay (b) dans lesquels sont conservés du Bathonien et de la Grande oolithe; entre ces fossés, orientés de l'ENE à l'WSW, affleure surtout le Bajocien; tandis qu'au Sud les marnes liasiques sont couvertes plus ou moins largement par des formations superficielles et alluvions anciennes.

— Le Lias affleure largement dans la moitié nord de l'autre compartiment (III B), où quelques failles, rejoignant vers Ferrières l'accident principal, permettent cependant la conservation d'un peu de Jurassique moyen dans des compartiments légèrement effondrés. Une étroite bande triasique, au sud de Corcondray, semble témoigner d'un certain diapyrisme. La moitié méridionale de ce même compartiment est constituée de couches inclinées assez régulièrement d'une quinzaine de degrés, la série comportant au sud de Saint-Vit du Jurassique supérieur et même du Crétacé (Albien de Roset).

L'ensemble des plateaux notés III A et III B semble poussé vers le Nord, et chevauche légèrement le bord sud de la zone de l'Ognon. Mais on peut interpréter le premier comme lié au horst de la Serre, le second manifestant à cet égard une plus grande indépendance.

IV. — *Le faisceau des Avant-Monts*. Limité au Nord par l'accident chevauchant de l'Ognon, prolongeant le précédent mais décroché ici par des failles orientées du NNE au SSW, il comprend, du NE au SW :

1° L'anticlinal du fort de Chailluz, dont le noyau triasique chevauche un synclinal couché de Jurassique supérieur (forage pétrolier de la ferme de la Baume : Chailluz 1).

2° La région complexe de Miserey - Pouilley-les-Vignes, dans laquelle sont situés plusieurs forages d'exploitation du sel triasique (Miserey, Auxon).

3° L'anticlinal de Routelle, affectant essentiellement le Jurassique moyen.

V. — *Le plateau de Besançon - Thise* (partie des plateaux occidentaux de E. Fournier) sépare les Avant-Monts du faisceau bisontin. Il est traversé par plusieurs failles, et de nombreux placages de dépôts superficiels résiduels ou alluviaux sont présents à sa surface.

VI. — *Le faisceau bisontin* est constitué de plis en relation avec deux failles principales, que l'on peut désigner sous les noms de faille de Trochatey (ft) et de Montfaucon (fm) :

La faille de Trochatey a son rejet maximum dans la montée de la Citadelle à la Chapelle-des-Buis, où elle met en contact le Séquanien et le poudingue tertiaire recouvrant le Portlandien. Se décomposant plus au Nord en deux accidents encadrant une « pincée », elle oblique au nord de Morre : elle traverse le Doubs, et se poursuit au pied du bois de Bregille jusqu'aux abords de Thise. Vers le SW, la faille de Trochatey est plus ou moins parallèle au Doubs; elle devient chevauchante et donne même naissance à des écailles au delà de Larnod et de Busy.

La faille de Montfaucon semble débiter au sud de Larnod où elle paraît verticale. Elle devient chevauchante lors d'une première torsion au niveau des rochers d'Arguel et du bois de Peu, semble se redresser au sud de la Chapelle-des-Buis, puis se tord encore entre Morre et Montfaucon, prenant à nouveau une disposition chevauchante qu'elle conserve jusqu'à la limite de la feuille.

Parallèlement à la faille de Trochatey, l'anticlinal de la Citadelle est tout entier représenté sur la feuille : érodé de façon capricieuse par le Doubs ou ses anciens méandres, il culmine près de Rancenay où le Calcaire à Gryphées affleure non loin du fond de la vallée; sa terminaison périclinale sud se situe dans la côte du Mont, au sud de Montferrand; au Nord, le pli s'abaisse et s'écrase à la fois, au delà du fort Bregille.

Le compartiment compris entre les deux failles revêt au sud de Buzy une disposition complexe amorçant la structure de direction nord-sud du « faisceau de Quingey ». Au nord de Larnod débute un synclinal très dissymétrique, dont la charnière est bien visible en plusieurs points (extrémité SW des Rochers d'Arguel, cascade du Bout du Monde à Beure, tournant de Beau-Site à Morre). Le pli disparaît ensuite sous le chevauchement de la faille de Montfaucon, quelques écailles frontales témoignant cependant de place en place de sa persistance en profondeur.

Au Sud de la faille de Montfaucon apparaît au niveau de Pugey un anticlinal dit de la Chapelle-des-Buis ou de Montfaucon. Relativement simple à Pugey où il a une structure périclinale, il est affecté sur le reste de la feuille par un « coffrage » très net de son flanc SE. Au droit des torsions affectant la faille, l'anticlinal devient complexe, et on peut penser qu'il est affecté d'un certain diapyrisme, notamment à Beure où affleure le Trias gypsifère.

VII. — *Le plateau de Montrond* occupe l'angle sud-est de la feuille. Il est traversé dans sa partie méridionale par des failles de direction est-ouest

prolongeant celle du Gratteris (feuille Vercel). Sa partie septentrionale est occupée par une dépression à fond plat, correspondant au bassin fermé karstique du marais de Saône.

MORPHOLOGIE, HYDROGRAPHIE ET HYDROLOGIE

La morphologie de la feuille Besançon est dominée par deux caractères essentiels :

a) Les deux vallées principales, du Doubs et de l'Ognon, sont profondément différentes l'une de l'autre.

L'Ognon, rivière à faible pente (216 m à Voray et 200 m à Burgille) serpente dans une large plaine parsemée de dépôts fluviatiles bien au delà du lit majeur actuel. Malgré une subsidence dont témoigne l'épaisseur du Pliocène (48 m au sondage de Courchapon, un peu en aval de Burgille), il s'agit d'une vallée à caractère sénile, installée dans une zone synclinale relativement stable.

Le Doubs, bien qu'il ne dépasse jamais vers le SE les failles de Trochatay et de Montfaucon, entaille de façon irrégulière l'anticlinal de la Citadelle, dans lequel ses méandres sont souvent fort encaissés. En plusieurs points, il atteint le plateau (Thise, Besançon, Avanne, Thoraise) et au delà, il traverse même l'anticlinal de Routelle.

Les méandres abandonnés (Velotte, la Malcombe, la Roche d'Or) témoignent de déformations plus ou moins récentes, confirmant une impression de jeunesse relative de la vallée, due au relief structural de ses versants et à sa pente (altitudes du lit : 250 m à Roche, 217 en aval de Salans).

b) Il y a un contraste remarquable entre des reliefs bien marqués, correspondant en général à des zones plissées (faisceau bisontin, anticlinal de Chailluz) et des régions à topographie adoucie; celles-ci sont incontestablement les restes d'anciennes surfaces d'érosion : en effet, elles ne sont pas seulement localisées sur les plateaux, nivelant d'ailleurs plus ou moins les failles qui les affectent, mais tranchent des accidents tectoniques variés (plis ou failles), notamment dans la zone des Avant-Monts.

Des dépôts superficiels dont la plupart renferment des éléments roulés se rencontrent sur ces anciennes surfaces; et la présence de dépôts analogues en de nombreux points des régions actuellement en relief (Montfaucon, Pugey, Chaudanne, fort de Chailluz) témoignent de l'antériorité de l'aplanissement à des déformations tectoniques, dont l'âge reste à préciser.

Les relations existant sur les feuilles voisines entre la surface de Montrond qui s'étend ici au sud et au sud-ouest du village de Saône, avec celle d'Ornans, conduisent à dater les aplanissements de la fin du Miocène (Pontien?). La phase tectonique post-pontienne serait responsable des déformations ayant donné leur relief au faisceau bisontin et à la partie nord de la forêt de Chailluz. Elle serait également la cause de la dénivellation entre le plateau de Montrond (450 m en moyenne) et ceux situés au Nord du Doubs à des altitudes ne dépassant guère 300 mètres.

Des mouvements plus récents ne sont d'ailleurs pas exclus, comme en témoignent par exemple la subsidence des synclinaux de l'Ognon pendant le Pliocène et l'encaissement du Doubs en contrebas des alluvions de même âge situés vers 260-270 m d'Évans à Roset.

L'histoire différente du Doubs et de l'Ognon a des conséquences sur l'hydrologie de l'ensemble de la feuille :

L'Ognon reçoit de nombreux affluents drainant une partie importante — les deux tiers environ — de l'interfluve, où ils ont pu établir leur cours

sur les marnes du Lias. Au Sud de la ligne de partage des eaux, le drainage est en grande partie souterrain : des vallées sèches aboutissant au Doubs sont localement empruntées par des ruisseaux dont les eaux disparaissent dans des pertes (ruisseaux du Poutot près de Dannemarie, de Franois, se perdant à la Felie). Quelques réseaux sont fort complexes, tel celui qui, alimenté par les entonnoirs absorbants de Valentin, aboutit à la résurgence d'Avanne, après un écoulement à l'air libre de 2 km, d'École à Pirey.

Au Sud du Doubs, les altitudes plus élevées rendent les écoulements superficiels encore plus réduits : quelques torrents drainant les combes marneuses ont un écoulement permanent et une vallée coupée de cascades (Montfaucon, val d'Enfer à Morre, ruisseau des Mercureaux donnant la cascade du Bout du Monde à Beure); mais les eaux des ruisseaux de Larnod et de Pugey se perdent et vont à la Loue, le marais de Saône est drainé vers l'entonnoir du Creux sous Roche au Petit-Saône et, des Ordonns au Croc, le plateau est parsemé de dolines et d'entonnoirs.

Les circulations karstiques particulièrement intenses se sont installées à des époques différentes : ainsi le marais de Saône est-il, en partie au moins, postérieur aux cailloutis périglaciaires qui le bordent; par contre, des grottes aujourd'hui pratiquement sèches sont coupées par la surface topographique et paraissent fort anciennes (grotte du Renard à Bregille, niveaux étagés de Saint-Léonard sur l'autre rive du Doubs, tunnel naturel d'Arguel, grottes de Grandfontaine).

Les ressources en eaux profondes d'origine karstique sont encore mal connues : un sondage de 300 m réalisé à l'est de Chalèze a fourni un faible débit (15 m³/h) d'une eau artésienne plus abondante en amont, à Novillars, et qui semble avoir pour trop-plein la petite source ferrugineuse de Thise.

Les alluvions du Doubs, dont la puissance ne dépasse pas 6 à 8 m, alimentent de nombreuses communes, mais l'exploitation abusive entraîne à l'étiage une réalimentation par la rivière, cause de pollution.

Les alluvions de l'Ognon sont actuellement à l'étude; leur puissance, si l'on tient compte du Pliocène, est considérable, mais leur faible perméabilité est sans doute responsable d'une assez forte teneur en fer et pose des problèmes de captage lorsqu'on souhaite exploiter un débit important.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE DE LA RÉGION

Du Trias supérieur au Portlandien, la région couverte par la feuille Besançon a été le siège d'une sédimentation marine de type épicontinental. Des variations dans les apports terrigènes et la subsidence ont donné quelques changements de faciès, dont les plus intéressants concernent le Lias supérieur, le Bathonien supérieur (marnes de Champforgeron distribuées en lentilles), le Callovien (variations d'épaisseur de la Dalle nacrée) et le Séquanien (faciès à Characées du faisceau bisontin).

L'émersion classique de la fin du Jurassique se traduit par l'existence du Purbeckien, reconnu dans la vallée de l'Ognon, et surtout par une lacune du Valanginien. Une seconde lacune sépare les calcaires hauteriviens de l'Albien, qui semble transgressif à Roset-Fluans. L'émersion définitive de la région est postérieure au Cénomaniens et peut-être post-turonienne.

On ne dispose pas d'éléments pour reconstituer ici les événements datant du Crétacé supérieur et de l'Éocène. Les poudingues de la Chapelle-des-Buis et de Montfaucon, dépôts torrentiels de piedmont, sont discordants sur le Jurassique supérieur et renferment des pisolithes ferrugineux issus d'une évolution continentale : on peut en conclure qu'une érosion impor-

tante avait, avant cette époque, enlevé le Crétacé dans le faisceau bisontin, et que celui-ci présentait alors des reliefs notables, témoignant de déformations tectoniques. La comparaison avec les autres régions du Jura permet de penser que les structures ainsi élaborées résultent de glissements vers le Sud, liés pour l'essentiel à la surrection des Vosges, mais rendus complexes par l'existence d'un réseau de cassures préexistant.

Pendant la première moitié du Miocène, un glaciaire incliné vers les rivages de la mer helvétique et du golfe bressan était nivelé par l'érosion : c'est la surface dite d'Ornans représentée sur la feuille par la butte témoin de la Vierge du Charmont. La phase tectonique du milieu du Miocène (antépointienne) est difficilement identifiable sur la feuille; on peut cependant lui attribuer les traits essentiels des faisceaux plissés, dont la plupart se poursuivent jusque dans des régions où ils ont été aplanis lors de l'élaboration de la surface d'Ornans. On peut penser en outre qu'elle s'est traduite par un mouvement de bascule affectant au moins la région au Sud de l'Ognon; cette déformation d'ensemble serait responsable d'un drainage orienté grossièrement de l'Est vers l'Ouest et ayant dégagé, en contrebas du « plateau » d'Ornans, une surface sénile, mais incomplètement nivelée (plateau de Montrond, plateaux entre Doubs et Ognon). L'élaboration de cette surface, dont témoignent d'anciennes alluvions (Fm) a été interrompue à la fin du Miocène par une phase majeure de déformations (post-pontienne) : de nombreux accidents tectoniques ont alors rejoué, déformant la surface topographique presque aplanie, et portant certaines alluvions à des altitudes considérables (600 m sur la crête de Chailluz, 480 m à Pugey et Montfaucon). De nombreuses vallées sèches ont sans doute été creusées par les rivières pontiennes; et les chevauchements majeurs et écaillés semblent dus aux mouvements post-pontiens, les déplacements principaux étant orientés sensiblement du SE vers le NW.

Des déformations ultérieures ont pu être mises en évidence : subsidence des synclinaux crétacés de l'Ognon pendant le Pliocène; rejeu post-pliocène de l'anticlinal de la Citadelle dont témoignent les méandres abandonnés et déformés des environs de Besançon.

De tels rejeux sont peut-être liés à un certain diapyrisme, que l'on peut supposer en d'autres points des anticlinaux à noyau triasique. Dans les plateaux notés III B, des rebroussements du Lias le long de failles ou d'affleurements de Trias font également songer à un diapyrisme datant de la même époque.

Des mouvements encore plus récents ne sont pas exclus : ainsi la légère ride anticlinale déterminant le bassin fermé de Saône pourrait-elle s'être formée au Würmien, si les dépôts périglaciaires bordant le marais sont bien de cette époque; l'hydrologie du bord oriental du marais constitue un argument concernant la jeunesse du relief, puisque le ruisseau des Grands Terreaux est parallèle à une rivière souterraine circulant du Grand-Saône au Creux sous Roche (sud du Petit-Saône) sous des falaises calcaires, rivière et ruisseau étant reliés par des trop-pleins fonctionnant suivant les précipitations dans l'un ou l'autre sens.

Enfin les fouilles archéologiques effectuées à Besançon, ayant mis en évidence des habitats romains ou du Bronze final presque au niveau d'étiage de la nappe alluviale, on peut se demander si cette disposition peut s'expliquer par un simple tassement des graviers alluviaux, et s'il ne faut pas admettre une subsidence particulièrement récente.