



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

BUREAU DE
RECHERCHES
GÉOLOGIQUES
ET MINIÈRES

PESMES

PESMES

La carte géologique à 1/50 000
PESMES 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)

Mirebeau	Gray	Gy
Dijon	PESMES	Besançon
Seurre	Dole	Quingey

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE
DES P et T ET DU TOURISME
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
Boîte postale 6009 - 45060 Orléans Cedex 2 - France



BRGM

**NOTICE EXPLICATIVE DE LA FEUILLE
PESMES A 1/50 000**

par M. CAMPY, P. CHAUVE, Cl. PERNIN

1983

SOMMAIRE

INTRODUCTION	5
HISTOIRE GÉOLOGIQUE.....	5
DESCRIPTION DES TERRAINS.....	8
<i>SOCLE</i>	8
<i>TERRAINS SÉDIMENTAIRES</i>	9
<i>FORMATIONS SUPERFICIELLES</i>	25
TECTONIQUE.....	26
MORPHOLOGIE - HYDROLOGIE.....	30
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS.....	32
<i>HYDROGÉOLOGIE</i>	32
<i>RESSOURCES MINÉRALES</i>	32
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE.....	36
<i>COUPES RESUMÉES DES SONDAGES</i>	36
<i>SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES</i>	38
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	38
<i>CARTES CONSULTÉES</i>	39
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i>	40
AUTEURS	40

INTRODUCTION

Du point de vue géologique, le territoire couvert par la feuille à 1/50 000 Pesmes occupe une position très originale du fait de la présence sur cette bordure externe de la chaîne jurassienne du *Horst cristallin de la Serre* qui culmine à 391 m et autour duquel s'organisent les structures de l'ensemble de la région. Ce petit massif forme une barre continue d'une quinzaine de kilomètres orientée NE—SW, couverte de forêts et flanquée au Nord d'un petit *bassin permien*.

Au Nord-Ouest, une *série de gradins* affectant des terrains secondaires (Trias à Jurassique supérieur) assure l'effondrement du *Fossé de la Saône* dont les terrasses plioquaternaires s'étagent de 180 à 225 m sur toute la partie ouest de cette carte.

Au Sud-Est, la Serre domine un *vaste plateau* constitué essentiellement de Jurassique moyen, ne dépassant guère 250 m d'altitude mais dont la surface est accidentée dans le détail par une morphologie karstique. Il est recouvert au Sud-Est par les vastes épandages de cailloutis plioquaternaires de la forêt d'Arne.

Au Nord de Rouffange—Etrabone, ce plateau se relève progressivement pour atteindre 350 à 370 m au niveau d'un bourrelet à allure anticlinale qui représente les *Avants-monts* dans cette région.

Plus au Nord, l'Ognon, de pente faible (200 m à l'amont ; 185 m au confluent avec la Saône) décrit de nombreux méandres dans un lit majeur large et encombré de formations plioquaternaires abondantes et variées s'étagant en plusieurs terrasses. Son cours est établi dans une *gouttière structurale* où une série de synclinaux crétacés obliques se relaient de Courchapon à Montmirey-le-Château.

A l'extrême Nord-Est, dans l'interfluve entre la Saône et l'Ognon s'étend la terminaison méridionale du *plateau de Vesoul* caractérisé par une morphologie et une hydrologie de type karstique et dont les croupes s'élèvent à 300 m d'altitude environ. Les couches du Jurassique supérieur sont structurées par des failles subméridiennes au contact desquelles de petits synclinaux crétacés ont souvent été conservés.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE

L'évolution morphologique de cette région est marquée par trois grandes étapes :

— à l'époque hercynienne on note la structuration du socle et l'élaboration d'une vaste pénéplaine ;

— le Secondaire correspond à une longue période de sédimentation marine qui débute par la transgression triasique et se termine par l'émersion finicrétacée ;

— au cours du Tertiaire et du Quaternaire la région a connu une évolution essentiellement continentale où l'érosion et plusieurs phases tectoniques ont conduit à l'aspect morphologique et structural actuel.

Époque hercynienne

Le granite est le plus ancien témoin de l'histoire géologique de la région. Il semble résulter d'une remobilisation de séries pélitiques ou cristallophylliennes anciennes au cours d'un métamorphisme profond de type catazonal. Son âge absolu (362 M.A., *in* N. Morre-Biot et J. Storet, 1967) en fait une manifestation précoce (Dévonien moyen) de l'orogénèse hercynienne.

Puis une phase de cataclase intense avec dynamométamorphisme voit la mise en place au Nord du massif des Gneiss à résidus. Elle est accompagnée ou suivie d'une émission pyroclastique ou vitroclastique à l'origine de l'eurite. Ces manifestations volcaniques sur une cordillère tectoniquement active peuvent être mises en parallèle avec celles du Viséen terminal des Vosges.

Au cours du Permien, au Nord de cette zone de fragilité, se développe un bassin très subsident. Les niveaux inférieurs contiennent une flore autunienne et se terminent par une puissante série argileuse. Les mouvements saaliens entraînent une reprise, en légère discordance, de la sédimentation conglomératique au Nord-Ouest de la Serre au cours du Saxonien. Cette érosion intense et le comblement progressif du bassin conduisent à une surface aux dénivellations très faibles sur laquelle se produit la transgression triasique.

Période de sédimentation secondaire

La transgression recouvre uniformément la région à une époque assez tardive (Buntsandstein moyen). L'influence marine ne se fait sentir de façon certaine qu'avec les couches à pseudomorphoses de sel du Muschelkalk moyen. Ensuite, s'établit une sédimentation de type germanique dont la faible épaisseur, la dolomitisation intense du Muschelkalk supérieur et l'absence de sel dans le Keuper traduisent une stabilité plus grande en bordure de la « province gallique » des auteurs.

Au cours du Lias, la sédimentation assez homogène et comparable à celle du Jura bien qu'au Lotharingien la limite entre les faciès bourguignons et bisontins se fasse au niveau de cette région.

Avec le Jurassique, s'installe une sédimentation essentiellement carbonatée, néritique, avec deux grandes séquences régressives. Celle du Jurassique moyen caractérise l'évolution de la plate-forme bourguignonne définie par H. Purser (1975). Celle du Jurassique supérieur plus diversifiée voit s'établir une plate-forme carbonatée qui s'étend progressivement à tout le Jura et dont les pulsations séquentielles du second ordre sont de plus en plus rapides lorsqu'on se rapproche de la phase d'émersion importante de la fin du Jurassique. Cette émersion se traduit par une lacune importante du Purbeckien à l'Hauterivien, mais ne provoque pas de discordance angulaire observable. Deux brèves incursions marines venues du Sud, séparées par une lacune à l'Albien atteignent encore la région au Crétacé. Les dépôts marins les plus récents observés sur les bordures de la Serre ont été rapportés au Turonien.

Les variations de faciès au cours du Secondaire traduisent une évolution des conditions de milieu sans rapport très significatif avec les structures actuelles, sauf peut-être en ce qui concerne les termes supérieurs du Jurassique qui présentent des épaisseurs plus importantes dans les sondages de la Bresse qu'à l'affleurement dans les régions voisines.

Évolution continentale tertiaire et quaternaire

Après le retrait de la mer crétacée, la région subit une évolution uniquement continentale qui laisse peu de documents stratigraphiques précis. Toutefois, les

formations superficielles, l'étude structurale et morphologique fournissent quelques éléments d'information.

- **Éocène.** Les calcaires lacustres de Talmay, au Sud de Gray, et les sondages de la Bresse supposent une ébauche du fossé de la Bresse et de la Saône dès cette époque. Les auteurs s'accordent à considérer les bordures comme un vaste glacis sans relief, soumis à une érosion intense sous un climat chaud et humide et peu déformé. On peut cependant se demander si la discordance angulaire entre les conglomérats de Pagny et les synclinaux à cœur crétacé n'est pas en partie imputable à des déformations éocènes, responsable en particulier des plis crétacés d'orientation SW—NE de la gouttière de l'Ognon.

- **Oligocène.** A l'Oligocène d'importants mouvements de socle, s'étalant du Stampien à l'Aquitainien selon les régions, précipitent l'effondrement de la Bresse. Les failles méridiennes s'expriment dans la couverture, structurent le plateau sud-est et ceux de Vesoul et donnent des reliefs qui alimentent les conglomérats de Peintre et de Dijon. Dans la gouttière de l'Ognon ces mouvements donnent naissance à des reliefs NE—SW dont le démantèlement alimente également des formations conglomératiques en bordure de rivages lacustres.

- **Miocène.** L'érosion, très active au début, se poursuit durant une longue période tectoniquement assez calme au cours de laquelle les reliefs oligocènes sont fortement abrasés, en fonction des niveaux de base du bras de mer ou des lacs bressans successifs, et couverts de formations résiduelles.

- **Pontien.** Les effets de la phase paroxysmale du plissement jurassien semblent assez limités dans cette région où la couverture ondulée est dans l'ensemble restée solidaire du socle. Les contraintes réutilisent le réseau de fractures existant. Les failles N 25 °E jouent en décrochements sénestres et la compression se traduit dans la couverture des Avant-monts par la formation de festons chevauchant légèrement la gouttière de l'Ognon. Au niveau de la Serre, un début de surrection du horst, sans doute lié à des jeux décrochants, est peut-être responsable des chevauchements du Balançon et des carrières de Brans dans le prolongement de la structure des Avant-monts.

- **Pliocène et Quaternaire.** Des jeux différentiels à composante verticale s'accompagnant d'érosion et d'alluvionnements importants marquent l'évolution plio-pléistocène de cette région que l'on peut envisager hypothétiquement comme suit :

Au Pliocène terminal, l'intensification du soulèvement du massif accélère le démantèlement de la couverture qui alimente un dépôt de type « pied de côte », à éléments carbonatés, observé à la base des formations plio-quaternaires dans les sondages réalisés à l'Ouest de la Serre.

La subsidence se poursuit (Villafranchien inférieur et moyen) dans la vallée de la Saône puis dans la gouttière de l'Ognon où se déposent des marnes bleues, des silts sableux gris, puis des silts et sables argileux beige rosé.

Puis, suite à un relèvement isostatique, les formations précédentes sont entaillées sur une trentaine de mètres (Villafranchien supérieur) ; le vide ainsi créé est comblé par les formations varvées type Saint-Cosme, épivillafranchiennes.

On assiste ensuite (début du Pléistocène moyen) à un épisode fluviatile à compétence plus grande, accompagné sur les bordures de la Serre par la mise en place d'une nappe de pied de côte riche en gros quartz laiteux, roulés. Ces

formations résultent probablement d'une dégradation climatique mais aussi de la partie cristalline du massif accélérant le démantèlement de sa couverture de Trias inférieur. C'est aussi à cette époque qu'a dû se produire l'individualisation des compartiments N.NW—S.SE signalés dans la vallée de la Saône et un léger rejeu suivant certaines failles N 15°-25 °E du plateau de Vesoul et du massif du mont Roland (feuille Dole).

Enfin, du Pléistocène moyen à l'Holocène, un relèvement avec des stabilisations alluvionnantes provoque l'étagement de trois niveaux de terrasses dans les vallées de la Saône et de l'Ognon alors que le réseau hydrographique s'enfonce sur les flancs du massif de la Serre et dans les plateaux voisins.

Les mesures géodésiques récentes (J. Fourniguet, 1978) montreraient une tendance actuelle à l'enfoncement de l'ensemble de la région.

DESCRIPTION DES TERRAINS

SOCLE

Dans la région, le socle présent à l'affleurement dans le massif de la Serre a également été recoupé dans les sondages profonds de Gendrey (à 572,5 m de profondeur) et du Moutherot (à 1 436 m).

À l'affleurement, il montre plusieurs faciès disposés en bandes grossièrement parallèles et passant progressivement de l'une à l'autre.

Du Sud-Est vers le Nord-Ouest ont été distingués : granite, gneiss à résidus, eurite.

γ^{2M} . **Granite.** Il occupe la quasi-totalité du flanc sud-est du massif là où la couverture triasique a été érodée. C'est une roche à structure grenue équante (1 à 2 mm), à légèrement porphyrique sans schistosité nettement apparente au niveau de l'échantillon bien que des fissures tapissées de micas blancs confèrent à la roche une certaine orientation. Du point de vue paragenèse, c'est un granite monzonitique constitué de :

- *feldspaths* : 50 à 60 % comprenant une orthose perthitique ($2 V_x = 68$) formant généralement les porphyroblastes, craquelée, riche en inclusions (quartz, plagioclase, biotite...), souvent corrodée par de la myrmécite et de l'oligoclase (An 15-25) très altéré ;
- *micas* (10 à 15 %) représentés par un méroxène, une muscovite assez rare et une phengite en fines paillettes tapissant les fissures de la roche ;
- *quartz* (20 - 30 %) en plages à extinction onduleuse formant le ciment de l'ensemble ;
- accessoirement, on note l'abondance de l'apatite et la présence de zircons dans les biotites.

Ce faciès moyen présente des variations nombreuses, mais de faible extension, concernant les structures (passées surmicacées à grain fin, orthogneiss à orthose orientée et niveaux franchement pegmatitiques notés P) ou la composition globale qui peut s'enrichir en orthose, en amphiboles (θ).

Enfin les phénomènes dynamiques sont constants (déformation des minéraux, recristallisation de minéraux phylliteux) et s'amplifient vers le Nord-Ouest.

ζγ. Gneiss à résidus. Ils constituent une bande de quelques centaines de mètres entre le granite et l'eurite. Cette roche, généralement violacée, est affectée par une schistosité cristallophyllienne nette qui plonge de façon constante vers le Nord-Ouest. Elle présente une structure à résidus : les « yeux » quartzofeldspathiques constituent la phase résiduelle. Ils sont cimentés par une mésastase de néoformation épimétamorphique (quartz, séricite, chlorite).

Les variations de faciès, très fréquentes, sont généralement impossibles à représenter sur la carte dans le détail ; nous avons cependant distingué des gneiss plus clairs, plus riches en muscovite et pouvant contenir jusqu'à 10 % de grenats (ξγ_g).

Les phénomènes de cataclase à l'origine de ces gneiss s'amplifient vers le Nord-Ouest (diminution de la taille des yeux, part croissante de la mésastase finement litée) et atteint son paroxysme au contact avec l'eurite.

αγ. Eurite. Ont été regroupés sous ce terme deux faciès assez différents qui forment une bande assez étroite en bordure nord-ouest du massif cristallin. Ce sont :

— à la base, en contact avec les gneiss, les faciès mylonitiques où les éléments (fragments de gneiss, cristaux, de feldspath surtout, brisés et craquelés) sont cimentés par une pâte verdâtre, non orientée, riche en hématite, constituée par un agglomérat finement cristallin de quartz, feldspaths, chlorites, biotites déchiquetées... ;

— puis on passe insensiblement à un tuf pyroclastique ou peut-être même vitroclastique dont les éléments (fragments de gneiss et de cristaux) sont soudés par une pâte quartzofeldspathique très finement cristalline et d'autant plus abondante que l'on se rapproche du sommet de l'assise.

Le socle, recoupé dans les sondages profonds, présente des faciès identiques : granite à Gendrey, gneiss au Moutherot.

TERRAINS SÉDIMENTAIRES

Formations primaires

r. Permien. Conglomérats, argiles, grès rouges. Sur toute la bordure nord-ouest de la Serre, les formations détritiques permienues forment un bassin très étroit et reposent directement sur le socle cristallin.

En effet, à cet endroit le Houiller n'a jamais été reconnu avec certitude à l'affleurement. Toutefois, 30 m d'argiles gris-vert à gris-noir, schisteuses, lustrées ont été rapportées à cet étage dans le sondage du Moutherot.

Cette série détritique monotone, fortement tectonisée, est très difficile à étudier dans le détail. On peut cependant distinguer :

— à la base, des grès conglomératiques et des pélites brun chocolat qui dans la coupe des gorges de Moissev ont livré une flore et une faune attribuées à l'Autunien supérieur (*Walchia schlotemii*, *Pseudovoltzia*, *Callipteris* et mâchoire de *Protosorus speneri*) ;

— ils sont surmontés par une puissante série argileuse autrefois exploitée par une tuilerie à Moissev et probablement profondément dégagée par l'érosion au niveau du ruisseau de la Vèze.

Enfin en légère discordance (phase saalienne) des grès puis des conglomérats violacés à gros éléments de gneiss ocellés terminent cette série au Sud-Est d'Offlanges.

La puissance du Permien, difficile à estimer à partir des observations de surface, est rapidement croissante vers le Nord-Ouest. Elle est nulle sur le sommet de la Serre où le Trias repose directement sur le socle cristallin ; le sondage du val Saint-Jean en a recoupé 400 m, celui du Moutherot 600 mètres.

Ces sédiments grossiers, mal triés, aux éléments peu évolués traduisent la prédominance des phénomènes mécaniques sur les altérations chimiques dans une région de tectonique encore active. La zone d'alimentation consistait en des reliefs vigoureux tout proches (dont le massif actuel de la Serre) ; le transport limité s'effectuait sous forme des chasses d'eau violentes alternant avec des périodes plus calmes où s'installe une sédimentation argilo-péltique dans les fonds de bassin.

Formations secondaires

Trias

Le Trias est assez bien représenté sur la bordure nord et nord-ouest de la Serre. Les conditions d'affleurement sont assez médiocres, mais une série de coupes fragmentaires permet de reconnaître les trois termes classiques de la série de type germanique. Après la transgression assez tardive du Trias inférieur (milieu du Buntsandstein), la série semble assez complète. On doit cependant noter une réduction d'épaisseur assez sensible et surtout l'absence presque complète de gypse et de sel dans le Muschelkalk et le Keuper probablement à attribuer à une plus grande stabilité du fond dans cette région proche du continent (« Province gallique » des auteurs).

Buntsandstein

t1-2, t1, t2. Grès de base ou Buntsandstein. Le Trias inférieur est très nettement transgressif. Il surmonte normalement le Permien au Nord mais repose directement sur l'eurite ou le socle cristallin sur le sommet du massif.

La série gréseuse de base peut être subdivisée en deux complexes :

— à la base (t1) : 10 à 12 m de grès grossiers (grain moyen de 0,5 à 2 mm avec quelques galets de quartzites et de lydiennes pouvant atteindre 5 cm), riches en feldspaths (5 à 15 %). La matrice essentiellement gréseuse est souvent peu cohérente, la stratification confuse avec des bancs mal individualisés et des stratifications entrecroisées. Ces grès sont surmontés par 6 à 8 m de grès et sables de granulométrie comparable mais beaucoup plus argileuse, violacés et panachés de beige clair. Ils renferment également quelques nodules siliceux vitreux rouge de cornaline et des encroûtements noirâtres de fer et de manganèse ;

— au sommet (t2) : 2 à 3 m de grès feldspathiques grossiers à vacuoles tapissées d'oxydes de fer et de manganèse qui ont été mis en parallèle avec les *Couches intermédiaires* des Vosges. Ils sont surmontés par 8 à 10 m de grès fins lités beiges, riches en petites ponctuations rouille d'oxydes de fer (équiva-

lent des grès à *Voltzia* ?). Au sommet, ils deviennent progressivement très argileux ; aussi la limite avec le Muschelkalk inférieur est-elle difficile à placer avec précision.

Ces formations détritiques grossières caractérisent la base de la transgression triasique qui recouvre toute la région à cette époque.

Muschelkalk

Dès la base, le Muschelkalk est marqué par des conditions de sédimentation différentes traduisant une influence marine certaine. Les conditions d'affleurement étant assez médiocres, seuls deux ensembles ont été distingués dans cette série.

t3-4. Muschelkalk inférieur et moyen. Argiles rouges, grises et dolomies argileuses. Le Muschelkalk inférieur et moyen est constitué par une série essentiellement argileuse qui, dans la topographie, forme généralement une dépression concave entre les petits ressauts marqués par les grès du Trias inférieur et les dolomies du Muschelkalk supérieur.

On peut y reconnaître de bas en haut :

— 4 à 5 m de grès argileux, très fins, micacés, rougeâtres, en plaquettes millimétriques portant des pseudomorphoses de sel. On peut les observer dans le talus du chemin au niveau du calcaire à l'Est d'Offlanges et au lieu-dit les Tocottes au Nord-Est du même village. Elles représenteraient un équivalent des couches rouges de Lorraine ;

— les argilites grises, plus ou moins micacées se débitant aussi en fines plaquettes observables sous le cimetière d'Offlanges peuvent représenter les couches grises ;

— on passe ensuite progressivement aux dolomies et calcaires dolomitiques du Muschelkalk supérieur.

Les sondages profonds semblent montrer une décroissance assez rapide de la puissance du Muschelkalk inférieur et moyen de l'Est vers l'Ouest (90 m au Mouterot, 86 m à Gendrey, 1,76 m à Gendrey II, 39 m à Pontailier et 30 m à Villette-lès-Dole). A l'affleurement dans les régions d'Offlanges et de Jouhe elle ne doit pas excéder 35 à 40 mètres. Cette faible épaisseur de la série est à mettre en relation avec l'absence quasi totale d'anhydrite.

t5-6. Muschelkalk supérieur. Calcaires dolomitiques et dolomies. Cet ensemble massif forme de vastes surfaces structurales au Nord-Est de Jouhe et à l'Ouest d'Offlanges.

Il est constitué de bas en haut :

— de calcaires fortement dolomitisés à entroques et « fantômes » d'oolithes ;

— de dolomies calcareuses jaunes à grain fin ;

— de dolomies cavernueuses gris de fumée qui affleurent dans le talus de la D 243 au Nord-Ouest d'Offlanges et peuvent représenter la Lettenkohle.

Les faciès dolomitiques envahissent donc entièrement cette série d'une puissance voisine de 40 mètres.

Keuper

Le Keuper forme une bande continue longée sur toute sa longueur par la N 475 entre Menotey et Montmirey-le-Château. Les conditions d'affleurement sont mauvaises mais ont permis de distinguer :

t7. Keuper inférieur. Argiles plastiques rouges. Ces argiles rouge violacé à noirâtre affleurent mal. Elles ont été profondément dégagées par l'érosion au niveau de la dépression qui suit la N 475. Comparativement à d'autres régions jurassiennes, leur puissance est assez faible (70 à 80 m dans les sondages). Elles ont pu subir quelques réductions tectoniques mais elles sont surtout caractérisées par une grande pauvreté en sel, qui n'a jamais été exploité dans la région et qui n'est pas mentionné dans les coupes de sondages de Gendrey et du Mouterot.

t8. Keuper moyen. Grès argileux et Dolomie moellon. Cet ensemble forme un ressaut assez constant dans le paysage malgré sa faible épaisseur. Une coupe dans le talus de la N 475 au niveau du Vausemont permet d'observer de bas en haut :

- des argiles sableuses micacées brun chocolat et plaquettes gréseuses ;
- 12 m de dolomies jaunes, massives, à dendrites de manganèse, régulièrement stratifiées en bancs réguliers de 19 à 20 cm et couronnées par un niveau régulièrement rubané et bréchiq ue au sommet.

t9. Keuper supérieur. Argiles plastiques versicolores et marnes vertes dolomitiques. Dans la topographie, le Keuper supérieur constitue un léger replat entre la côte de la Dolomie-moellon et celle de l'Infralias. Le talus de la N 475 au niveau de Vausemont en offre également une coupe assez complète avec :

- à la base : 15 m d'argiles versicolores grises à noirâtres, plastiques, à gypse diffus peu abondant ;
- au sommet : 15 m de marnes raides, verdâtres, dolomitiques à cassure conchoïdale avec quelques bancs de dolomie argileuse au sommet.

La limite supérieure de cette formation a été placée à la base d'une croûte ferrugineuse et charbonneuse de 0,20 m d'épaisseur.

Rhétien

t10. Rhétien. Marnes schistoïdes noires et grès. Le Rhétien forme une bande assez continue sur la bordure nord-ouest de la Serre à la base de la côte infraliasique, quelquefois redoublée par la tectonique.

Il comporte deux ensembles lithologiques :

- à la base, sur 10 à 12 m, une alternance de bancs de grès fins, gris bleuté ou ocre suivant l'altération, de 0,10 à 0,20 m et de bancs de marnes feuilletées, gris-noir, micacées, sableuses, de 1 m à 1,50 mètre ;
- au sommet, 8 à 10 m de grès fins, plus massifs, en gros bancs, gris-beige à ocre. Ils sont formés essentiellement de quartz et de feldspaths (90 %) assez anguleux soudés par une matrice argilo-micacée peu abondante. Quelques passées sont de véritables lumachelles à Lamellibranches. Cette assise est bien visible dans le talus du chemin joignant Moisse y à Frasne. Les marnes de Vallois qui terminent classiquement le Rhétien n'ont pas été observées sur cette feuille ;

— en surface, les grès rhétiens se débitent en petits blocs qui couvrent souvent des surfaces beaucoup plus vastes que les affleurements proprement dits.

Le Rhétien marque un retour progressif à un milieu marin ouvert mais très calme après les conditions laguno-saumâtres qui ont marqué la fin du Trias.

Jurassique

11-4. **Hettangien—Sinémurien. Calcaires à Gryphées.** Malgré son épaisseur réduite (8 à 10 m), ce niveau participe avec les grès rhétiens à la côte infraliasique assez continue sur la bordure nord-ouest de la Serre. Quelques blocs ont également été observés au contact de la faille bordière septentrionale du massif au Sud des monts du Routeau et du Balançon.

Le Sinémurien qui surmonte un banc de calcaires bleu-noir sableux (Hettangien ?) est constitué par un calcaire cryptocristallin bioclastique, en bancs séparés par des interlits marneux très riches en *Gryphaea arcuata*. Au sommet de l'assise, des bancs noduleux de calcaire plus argileux contenant moins de Gryphées pourraient représenter la base du Lotharingien qui, comme dans la région dijonnaise, serait essentiellement calcaire. Aussi au Lotharingien, la limite entre les faciès bourguignons et les faciès bisontins semble se situer au niveau de cette région. Ainsi, dans les coupes de sondages au Sud-Ouest de la feuille (Saint-Jean-de-Losne, Villette-lès-Dole), il est réduit (11 à 12 m) et présente des faciès calcaires sur toute sa hauteur alors qu'au Nord-Est (Pontailier, Gendrey, le Moutherot) il est plus épais (18 à 23 m) et comporte des faciès marneux à sa base.

15-8. **Lias marneux.** Sur le périmètre de cette feuille, il est très difficile d'établir des subdivisions cartographiques dans cette puissante série marneuse qui dépasse 150 m dans la plupart des sondages profonds. En effet sur la bordure nord-est du massif, elle est très tectonisée et occupe le fond des dépressions comprises entre les buttes calcaires du Jurassique moyen. Dans l'angle sud-est de la carte, l'érosion n'a pas décapé les séries situées sous les marnes du Toarcien.

Un affleurement de calcaires riches en Bélemnites à l'arrière du ressaut sinémurien à l'Est de Menotey peut caractériser le Carixien. Puis vient une importante série (50 m dans les sondages) de marnes sableuses, micacées, renfermant des nodules de calcaires argileux, gréseux à leur partie supérieure, d'âge probablement domérien. Les schistes cartons, niveau-repère si caractéristique à la base du Toarcien du Jura, n'ont été observés nulle part à l'affleurement sur la bordure nord-ouest du massif ; au Sud-Est ils n'ont probablement pas encore été mis à jour par l'érosion. Leur épaisseur semble d'ailleurs assez réduite au niveau de cette région (6 m dans le sondage de Gendrey). Le Toarcien supérieur est constitué par une puissante série (80 à 100 m dans les sondages) de marnes bleues, plastiques à la base, micacées et sableuses avec de petits niveaux gréseux au sommet. Elles sont bien représentées à l'affleurement entre Gendrey et Mercey-le-Grand. Elles se terminent par un niveau argilo-carbonaté, ferrugineux rouille, induré, riche en débris (*Lamellibranches*, Bélemnites) et galets argileux ocre qui contient encore des *Dumortieria* et constitue un bon niveau-repère au sommet du Toarcien. Au Sud-Est de la Serre (Amange, Malange, Ougney), l'enrichissement en fer est suffisamment important pour qu'il ait donné lieu à quelques exploitations à la fin du XIX^e siècle.

La sédimentation du Lias supérieur est marquée par une succession de séquences formées de deux termes (marnes et calcaire marneux sableux) et interrompues de nombreuses lacunes.

lg. Aalénien. Calcaires à entroques miroitantes et calcaires oolithiques bioclastiques. Épaisse de 15 à 20 m, cette formation constitue un bon repère à la base du Jurassique moyen tant sur la retombée nord-ouest de la Serre que sur le plateau sud-est et dans la zone des Avant-monts.

Elle est constitué par deux ensembles :

— à la base, des calcaires argileux sableux, à ciment micritique rouille et très nombreuses entroques qui confèrent à la roche une cassure miroitante. Régulièrement stratifiés ils se débitent en dalles fines et régulières. Ils sont bien observables dans les anciennes exploitations de fer de Malange et d'Ougney où ils atteignent 8 m d'épaisseur ; ils semblent plus réduits sur la bordure nord-ouest de la Serre où ils affleurent mal. En Haute-Saône (feuille Vesoul) ils ont été datés de la zone à Opalinum ;

— au sommet, des calcaires oolithiques bioclastiques à ciment sparitique et entroques jaunes. Finement stratifiés, ils peuvent présenter des stratifications entrecroisées et débutent souvent par un niveau lumachellique à *Pecten pumilus*. Leur épaisseur est assez constante sur l'ensemble de la région et voisine de 10-12 mètres. Attribués à la zone à Concavum, ils se terminent par une surface rubéfiée taradée d'extension régionale.

Avec l'Aalénien, s'installe la sédimentation carbonatée qui va se poursuivre durant tout le Jurassique moyen. Il constitue la partie supérieure d'une séquence au cours de laquelle il y a diminution des apports terrigènes et installation d'un milieu agité générateur d'oolithes.

j1a. Bajocien inférieur. Calcaires à entroques, calcaires à Polypiers. Limité à d'étroites bandes au pied des buttes calcaires des bordures nord-ouest et nord, il s'étend plus largement sur le plateau sud-est de la Serre et à l'extrémité sud-ouest des Avant-monts en rive gauche de l'Ognon. Au contact de la faille méridionale du massif cristallin, ses couches fortement redressées forment une petite cuesta qui domine la dépression du Lias.

Il est formé de 35 à 40 m de calcaires bioclastiques à entroques que l'on peut subdiviser de bas en haut :

— sur la surface rubéfiée de l'Aalénien : 1 à 4 m de marnes à nodules de calcaires bioclastiques à éléments encroûtés souvent riches en Bryozoaires, constituent un bon repère cartographique à la base du Bajocien. Les Bryozoaires sont particulièrement abondants dans la région de Taxenne et dans les coupes de la bordure nord-ouest de la Serre (carrières de Frasne, mont Guérin). Ces marnes représentent le premier niveau à Bryozoaires de E. Bourgeat (1908) et D. Contini (1970) les place dans la zone à Sowerbyi ;

— les calcaires à entroques proprement dits ont une épaisseur assez constante (15 à 20 m) sur l'ensemble du territoire étudié et comprennent toujours deux niveaux séparés par quelques bancs plus argileux :

• à la base, 6 à 8 m de calcaires à entroques à ciment micritique rouille très riche en fer. Au Nord-Ouest de la Serre, le ciment est fréquemment recristallisé et le fer concentré dans les clivages souvent losangiques des cristaux ;

• au sommet, 10 à 12 m de calcaires blancs, bioclastiques grossiers, à ciment sparitique, riches en entroques et Lamellibranches. En Haute-Saône, des niveaux identiques ont été datés de la zone à Sauzei (D. Contini, 1970) ;

— les calcaires à Polypiers présentent de sensibles variations de faciès et d'épaisseur. Au Nord-Ouest du massif (mont Guérin, carrières de Frasne), les calcaires à pâte micritique fine sont limités à quelques bancs séparés par des interlits argileux ferrugineux bioclastiques et ils ne renferment que de rares colo-

nies de Polypiers. A Amange, ils semblent pratiquement inexistantes mais se développent progressivement vers l'Est pour atteindre une puissance maximale dans les environs de Taxenne où ils couvrent de vastes surfaces. Ils ont livré des Ammonites de la zone à *Humphriesianum* ;

— les calcaires à Polypiers sont recouverts ou passent latéralement à des faciès beiges, bioclastiques à débris aciculaires fins souvent silicifiés. Leur puissance est assez constante (10 à 15 m) mais la répartition de la silice très inégale : au Nord-Ouest de la Serre, on peut observer épisodiquement quelques silex ; à Amange la silice peu abondante épigénise uniquement les bioclastes ; les silex se développent à nouveau vers le Nord-Est et ils sont abondants dans la région d'Etrabonne.

La limite supérieure, fixée à l'apparition des faciès oolithiques est assez imprécise et passe d'ailleurs à l'intérieur de la zone à *Blagdeni*. De même, la séquence bajocienne définie par H. Purser (1975) monte plus haut dans la série.

Cette séquence régressive est marquée par l'envahissement des fonds vaseux et terrigènes de la base par des sables bioclastiques d'abord uniquement constitués d'entroques. Ensuite les apports se diversifient mais proviennent uniquement d'organismes benthiques épibiontes (*Lamellibranches*, *Echinodermes*, *Bryozoaires*) ; puis s'installe un milieu coralligène fréquemment troublé par des apports bioclastiques et détritiques qui laisse progressivement la place à une mer agitée où se forment des oolithes.

j1b. Bajocien supérieur. Grande Oolithe. Cette série, d'épaisseur variable (25 à 40 m), affleure peu sur la bordure nord-ouest de la Serre où les buttes de Jurassique moyen (mont Guérin) montrent cependant de bonnes coupes. Au Sud-Est de la feuille, elle forme une bande régulière sur le flanc nord de l'anticlinal Gendrey—Molange ; au Sud de celui-ci, elle couvre un vaste plateau qui doit se prolonger sous une bonne partie des cailloutis de la forêt d'Arne.

Elle est caractérisée par des conditions de sédimentation assez fluctuantes dans l'espace et dans le temps. Elle est constituée :

— à la base par 10 à 12 m de calcaires bioclastiques oolithiques à ciment sparitique cohérent, en bancs réguliers. Ils semblent constituer un équivalent latéral des calcaires oolithiques de Damvalley que D. Contini (1970) attribue encore à la zone à *Blagdeni*. A leur sommet se développent, sur une épaisseur très variable, des calcaires très riches en oncoïdes à Nubéculaires cimentés par une micrite plus ou moins abondante souvent riche en fer. Limités à 0,50 m dans les coupes du mont Guérin, ils sont encore réduits à Amange mais atteignent 15 m à Taxenne. Ils sont terminés par une surface taraudée, sommet de la séquence bajocienne de H. Purser (1975) ;

— à la partie moyenne se développent des marnes riches en carbonates, à nodules et passées de calcaires bioclastiques riches en débris d'Huîtres fortement encroûtés par des Nubéculaires. Elles contiennent une faune abondante et variée (Huîtres, *Pholades*, *Brachiopodes* et des Ammonites de la zone à *Parkinsoni* ;

— enfin le Bajocien se termine par quelques mètres de calcaires beiges à pâte fine noyant des débris de coquilles et des oncolithes à Nubéculaires brunes.

j2. Bathonien. Calcaires oolithiques blancs puis massifs à pâte fine. Cette puissante série calcaire (80 à 90 m) présente deux ensembles lithologiques très inégaux :

— à la base elle débute toujours par des calcaires oolithiques blancs constitués par l'accumulation de débris variés (entroques, Lamellibranches, Gastéropodes, Foraminifères, Polypiers isolés, Algues dans un milieu marin peu profond où se formaient des oolithes). Cette formation, visible dans les carrières à l'Est de Peintre, dans la coupe d'Amange, est cependant beaucoup plus réduite que sur la feuille Dole ;

— avec des récurrences de faciès on passe progressivement à l'ensemble supérieur constitué par une alternance monotone de calcaires beiges, très purs, à pâte fine, ou graveleux grossiers. Les bancs sont d'abord massifs et réguliers avec des joints stylolitiques ou argileux charbonneux ; puis la stratification devient plus confuse, le diaclasage plus intense et les récurrences graveleuses plus fréquentes. La faune est assez pauvre (niveau de Rhynchonelles à la base) et consiste essentiellement en une association de Foraminifères assez constante (Texulariidés, Miliolés, Ataxophragmiidés, Nodosariidés). Quelques rares exemplaires de *Meyendorfina bathonica* seraient caractéristiques du Bathonien supérieur.

H. Purser (1975) a décrit l'évolution du lagon où se sont déposés ces sédiments. Ils se terminent par une surface rubéfiée et perforée d'extension régionale.

Au sommet des buttes de Jurassique moyen de la bordure nord-ouest de la Serre et sur les flancs du mont de Vassange, le Bathonien est couvert d'un sol pauvre et d'une maigre végétation xérophile qui masque mal les formes karstiques (dolines, lapiez) qui s'y sont développées.

j3. Callovien. Calcaires oolithiques roux et calcaires à Bryozoaires et silex. Ils forment une couche peu épaisse (20 m) coiffant le sommet du mont de Vassange et occupant le cœur du synclinal de Saligney—Vriange. Le talus de la D 37 au Nord d'Amange en montre une bonne coupe. Au Nord-Ouest et au Nord de la Serre il affleure très peu ; les carrières de Brans permettent cependant des observations intéressantes.

Il comprend :

— à la base, 8 à 10 m de calcaires oolithiques, bioclastiques généralement bicolores à ciment sparitique. La fraction bioclastique est variée (Lamellibranches, Brachiopodes, Gastéropodes...). Dans la coupe d'Amange, un petit niveau marneux riche en *Digonella divionensis* situé à 5 m de la base représenterait la limite stratigraphique entre le Bathonien et le Callovien. Les stratifications, d'abord régulières, deviennent fortement obliques à la partie supérieure où l'on peut observer des chenaux et des surfaces durcies couvertes d'Huîtres. L'une d'elles mieux développée termine l'assise ;

— un niveau lenticulaire de marnes à nodules de calcaires bioclastiques grossiers, riches en Bryozoaires et Brachiopodes (*Digonella sinuata*) ;

— au sommet, 10 à 12 m de calcaires bioclastiques à silex. Le ciment plus ou moins recristallisé est riche en argiles et oxydes de fer. Les débris (Lamellibranches, Bryozoaires, Brachiopodes) sont souvent silicifiés. Les silex constants sur toute la feuille sont particulièrement bien développés et observables dans les carrières de Brans où ce niveau redoublé par la tectonique se termine par un niveau condensé qui a livré : *Euspidoceras*, *Perisphinctes* et *Quenstedtoceras ordinarium* de la base de l'Oxfordien.

Après un arrêt de sédimentation au sommet du Bathonien ces faciès marquent le retour à un milieu plus agité, moins bien protégé des apports du continent.

j4-5. Oxfordien moyen : faciès argovo-oxfordien. Cette série à dominante argileuse est très peu représentée sur cette carte (synclinal de Vriange—Amange et quelques bandes étroites et tectonisées sur la bordure nord-ouest de la Serre et sur les plateaux de Vesoul au Nord de l'Ognon) et les conditions d'affleurement ne permettent pas d'observations très intéressantes.

Cependant comme sur la feuille Dole plus au Sud, au Nord de la Serre (carrières de Brans), l'Oxfordien inférieur est marqué par un niveau de sédimentation très réduit.

La subsidence dans un milieu marin calme, ouvert, ne reprend qu'à l'Oxfordien moyen avec des faciès de marnes bleues (j4) (Marnes à *Creniceras* ?) bien développées dans la région d'Amange où elles forment une dépression nette dans la topographie. Dans cette région elles sont surmontées par des calcaires argileux, gris bleuté, noduleux (Couches à sphérites) qui donnent des pentes plus raides à la base de la cuesta rauracienne.

Les Calcaires hydrauliques (série marno-calcaire grise bien stratifiée) qui surmontent les Couches à sphérites sur la feuille Dole sont encore bien visibles à l'Ouest de Menotey sur la bordure ouest de la Serre. Ces faciès de mer ouverte, calme, assez fortement subsidente semblent disparaître assez rapidement vers le Nord-Est où dès la zone à *Transversarium* s'était installée une plate-forme carbonatée (haut-fond nord-jurassien de D. Contini, 1975).

Sur l'ensemble de la région, l'Argovo-oxfordien se termine par un niveau-rèpe de calcaire bioclastique riche en fossiles silicifiés (Brachiopodes, radioles, Oursins, Bivalves, Polypiers isolés), bien visible dans le talus de la N 67 au Sud-Est de Cult. Il marque l'extension de la plate-forme carbonatée à l'ensemble de la région au cours de la zone à Schilli.

j6. Oxfordien supérieur, faciès rauracien. Calcaire à Polypiers et calcaire oolithique. Cette série calcaire forme un ressaut morphologique qui domine les étroites dépressions argoviennes coupées par les failles subméridiennes des plateaux de Vesoul et de la bordure ouest de la Serre. Elle forme un petit plateau au relief légèrement inversé au cœur du synclinal de Vriange.

Le Rauracien présente deux faciès principaux :

— à la base, des dépôts récifaux noduleux, 10 à 15 m de calcaires micritiques fins à débris abondants (entroques, radioles, Algues, Brachiopodes et quelques colonies de Polypiers) ;

— au sommet, des faciès assez variables où alternent des faciès micritiques à débris d'oncholites algaires en bancs massifs et des niveaux oolithiques bioclastiques (Nerinées, *Diceras*) très blancs à ciment sparitique.

Ces faciès datés sur la feuille Dole de la zone à Schilli correspondent à l'installation sur la région de conditions péricifales à récifales.

j7. Oxfordien terminal et Kimméridgien inférieur, faciès séquanien. Les faciès séquanien occupent de vastes surfaces au niveau des plateaux de Vesoul dans la partie nord-est de la feuille et sur la bordure ouest de la Serre. Ils semblent également constituer le terme le plus ancien du substratum de la gouttière de l'Ognon. Sur le terrain, il n'est pas toujours facile de faire la différence entre les calcaires à pâte fine de la base et ceux du sommet de cette puissante série (70 à 80 m) affectée de nombreuses failles subméridiennes. On y retrouve cependant les trois subdivisions jurassiennes classiques :

j7a. **Le Séquanien inférieur** est bien observable dans les anciennes carrières au S. SE de Chevigney et dans la tranchée de l'ancienne voie ferrée au Sud-Est de Montagney, au lieu-dit le Puits de Jonc (C. Javey, 1966). Il se compose de 10 à 12 m de calcaires à pâte fine en bancs, surmontés par 15 m de calcaires graveleux à ciment micritique ocre, qui ont été datés de la zone à *Bifurcatus* sur la feuille Dole.

Les micrites de la base, pauvres en bioclastes forment des bancs massifs séparés par des joints argileux bien marqués ; mais à l'affleurement ils sont souvent affectés par des phénomènes de cryoturbation importants qui ont débité la roche en petits fragments sur une épaisseur importante. Les indices de milieu peu profond et calme sont fréquents : laminites, *birds eyes*, Stromatolithes, terriers ouverts...

Les calcaires graveleux du sommet témoignent d'un milieu plus agité, moins bien protégé des apports du continent (nombreux quartz et ciment plus argileux) mais guère plus profond car on y observe encore des terriers ouverts et des oncholites algaires.

j7b. **Le Séquanien moyen**, niveau de sédimentation argileuse, se marque parfois dans la topographie par une légère dépression. Des marnes grises, difficiles à observer, alternent avec toutes une série de faciès calcaires :

- calcaires gréseux finement lités en dalles,
- calcaires oolithiques microconglomératiques,
- calcaires argileux à Brachiopodes,
- calcaires lumachelliques en dalles à Gastéropodes et Lamellibranches bien représentés sur tous les plateaux de Vesoul.

La puissance du Séquanien moyen a été évaluée à une trentaine de mètres.

j7c. **Le Séquanien supérieur** est constitué par des calcaires à pâte fine, massifs. Ils renferment quelques passées oolithiques qui semblent prendre de l'extension vers le Nord du territoire de la feuille. Au sommet, un niveau de calcaires fins se débitant en dalles fines a souvent servi de repère aux auteurs. Ils constituent le sommet d'une séquence régressive mineure débutant par les faciès argileux du Séquanien moyen et se terminant par une surface bioturbée.

j8. **Kimméridgien (fin du Kimméridgien inférieur à Kimméridgien supérieur)**. Cette série, épaisse de 50 à 60 m, est limitée aux synclinaux crétacés de la vallée de l'Ognon et au quart nord-est de la carte où elle semble mieux développée et où l'on peut distinguer :

j8a. **Kimméridgien inférieur. Calcaires et marnes à Ptérocères**. Le *Ptérocérien* comprend une vingtaine de mètres de calcaires argileux, noduleux, glauconieux surtout à la base et renfermant une abondante faune de Lamellibranches fouisseurs (*Pholades*, *Céromyces*, *Trigones*, *Trichites*), de Gastéropodes (*Ptérocères*) et de Brachiopodes (*Terebratula cf. subsella*). Au sommet, ils deviennent plus argileux et certains niveaux marneux peuvent être très riches en Huîtres (*Exogyra nana*, *E. virgula*).

Sur la feuille Port-sur-Saône, ces faciès se situent au sommet de la zone à Baylei et à la base de la zone à Cymodoce.

j8b. Kimméridgien moyen. Calcaires blancs moyens. Ces faciès sont bien observables dans les falaises surplombant l'Ognon au niveau du village de Marpain, dans une carrière encore exploitée au Sud-Est de Valay et dans une carrière abandonnée en bordure de la route à l'Est d'Hugier.

Ils consistent en une dizaine de mètres de calcaires blancs crayeux à pâte fine en petits bancs réguliers fortement diaclasés, ce qui donne à la roche un débit polyédrique caractéristique.

Ils se terminent par des calcaires plus massifs, enrichis en bioclastes et parfois en glauconie.

Sur les plateaux de Vesoul ils ont été datés du sommet de la zone à Cymo-doce.

j8c. Kimméridgien supérieur. Marnes et calcaires argileux à *Exogyra virgula*. Cette assise marneuse et marno-calcaire, qui peut atteindre 25 m de puissance au Nord-Est de la feuille, se marque par une dépression topographique assez bien nette.

Cette formation, essentiellement argileuse à la base, comporte une alternance de marnes et de calcaires argileux gris blanchâtre au sommet.

Elle est très riche en faune : *Exogyra virgula*, *Terebratula cf. subsella*, *Pholadomies*...

j9. Portlandien. Calcaires à tubulures et calcaires en plaquettes, versicolores. Cette puissante série (60 m) de calcaires massifs forme un bourrelet topographique net qui ceinture les synclinaux crétacés. Elle occupe un vaste plateau encombré par d'abondantes formations superficielles en bordure de la vallée de la Saône entre Valay et Pesmes qui domine l'Ognon par une falaise imposante taillée dans ces niveaux.

A la base, quelques mètres de calcaires cryptocristallins très fins à rares débris de coquilles recristallisés sont surmontés par une puissante série de calcaires massifs bioturbés, où les anciens terriers remplis par un matériau plus grossier ont souvent été dégagés par l'érosion, laissant à l'affleurement une roche percée de nombreux trous. Ils sont surmontés par 5-6 m de calcaires dolomitiques plus ou moins cristallins, se débitant en dalles régulières finement rubanées. Ces niveaux ont été exploités dans plusieurs petites carrières au Nord de Pesmes et de Chevigney. Enfin au sommet, on observe fréquemment des calcaires fortement recristallisés, cellulaires, jaunes à aspect de cargneules.

Les faciès purbeckiens n'ont pas été observés sur le territoire de cette feuille ; cependant des faciès marneux et des fragments de brèche à cailloux noirs ont été signalés dans la vallée de l'Ognon (feuille Besançon, C. Javey, 1966).

Les faciès dolomitiques, au sommet de cette séquence, annoncent l'émersion générale qui affecte la région à la fin du Jurassique.

Crétacé

Le Crétacé occupe le cœur de plusieurs synclinaux dans la vallée de l'Ognon et sur les plateaux de Vesoul au Sud-Est de la feuille.

Il est marqué par une sédimentation peu épaisse qui s'est déposée au cours de deux brèves incursions marines séparées par une lacune importante.

n3. Hauterivien. Calcaires glauconieux à *Exogyra couloni*. Dans la région, la reprise de la sédimentation se fait assez tardivement : à l'Hauterivien ou peut-être au Valanginien terminal. A l'Hauterivien se déposent (20 m ?) de marnes et de calcaires argileux noduleux riches en glauconie et bioclastes (Bryozoaires, entroques, Lamellibranches, Serpules, Algues, Foraminifères). La macrofaune est également abondante (*Exogyra couloni*, Rhynchonelles, Térébratules...). On peut les observer dans le talus de la route en face des grilles du château de Montmirey-la-Ville. Ils affleurent généralement assez mal mais la présence de gros débris d'Huîtres, à la surface du sol, permet de les identifier assez facilement.

n7. Albien. Sables verts et marnes noires. Dans la région, l'Albien repose directement sur l'Hauterivien. Il est pratiquement impossible de l'observer à l'affleurement sauf occasionnellement lors de terrassements, aussi la limite inférieure très imprécise a-t-elle été tracée par construction ; la limite supérieure correspond quelquefois à une rupture de pente.

L'Albien est constitué par des sables verts glauconieux à fossiles phosphatés surmontés par des marnes noires observées sur 7 m en bordure de la N 459, dans le synclinal de Vitreux (C. Javey, 1966).

C1-2. Cénomaniens (Turonien). Calcaires argileux crayeux. Il constitue le cœur de nombreux synclinaux crétacés de la région. Il est représenté par une série (20 m ?) de calcaires argileux crayeux dont le microfaciès biomicritique constant est constitué en majeure partie par l'accumulation de Foraminifères globuleux (Pitonelles). Les quelques sections déterminables (*Hedbergella washitensis*, *Globotruncana* primitives cf. *bulloides*, *Anomalina complanata*) dans les lames réalisées dans des échantillons prélevés au cœur du synclinal de Balançon au Sud de Thervay évoquent à M. Caron des faciès du Turonien inférieur. Ils représentent les niveaux marins les plus récents connus dans la région.

Formations tertiaires

g3. Oligocène ? Conglomérats de Dijon. En bordure de la vallée de la Saône (Peintre, Mutigney, Pesmes) et dans celle de l'Ognon (Pagney, Ougney) on peut observer des conglomérats qui reposent en discordance sur des terrains allant du Séquanien au Portlandien. Ils sont constitués par des éléments polygéniques (Jurassique supérieur et Crétacé) mal roulés, emballés dans une matrice argileuse plus ou moins recristallisée, riche en colonies fragmentées de *Microcodium* et en microfaune crétacée remaniée. Les différents affleurements sont marqués par des cortèges de minéraux lourds, assez semblables sur l'ensemble du Nord de la Bresse et très particuliers (S. Duplaix et S. Guillaume, 1963). Mal datés, ils sont attribués à l'Oligocène par analogie avec des faciès identiques de la région dijonnaise et de Grandvelle en Haute-Saône. Ils semblent composés d'éléments d'origine fluviatile ayant subi un transport assez court et accumulés sur un littoral lacustre localement colonisé par la végétation et soumis à des phénomènes pédogénétiques intenses. Ils peuvent correspondre au démantèlement de reliefs intenses édifiés au cours d'une phase tectonique fini-éocène.

Formations plio-pléistocènes

A.C. Castillot. Sur le rebord des plateaux calcaires et le plus souvent ennoyée dans les formations superficielles affleure une formation que les anciens auteurs ont baptisé Castillot. C'est une formation calcaire constituée de concrétions noduleuses blanc jaunâtre associées à des marnes de couleur claire et contenant de nombreux pisolithes ferrugineux (billes de limonite).

Exploité autrefois pour le fer, le Castillot à livré *Mastodon (Anancus) arvensis* et *Mastodon borsoni* à Autrey-lès-Gray (feuille Gray située au Nord de la feuille Pesmes). La présence de ces fossiles avait fait attribuer ces formations au Pliocène. Or on sait maintenant que ces faunes existent au Quaternaire ancien (Villafranchien supérieur). Il est donc difficile d'attribuer un âge exact à cette formation. Disons simplement qu'il s'agit probablement d'une formation pédogénétique assimilable à un horizon calcaire opéré sous climat chaud (fin du Pliocène, début du Pléistocène ?) comparable aux croûtes calcaires actuelles du bassin méditerranéen.

Le Castillot n'est jamais épais sur le territoire de la feuille Pesmes et sa puissance maximum reconnue est de l'ordre du mètre. Il repose toujours sur des calcaires du substrat. Seuls les endroits où il affleure particulièrement bien ont été représentés sur la carte à 1/50 000. A 1 km à l'Ouest de Montmirey-la-Ville, il forme un placage important noyé dans les argiles à quartz. Les affleurements les plus abondants se situent sur la rive gauche de la vallée de l'Ognon, où il apparaît dégagé sur les flancs de ses affluents (au Nord-Ouest d'Ougney, au Sud-Est de Thervey). Plus à l'aval il affleure le long de la nationale 459 à l'Est de Cléry. Il semble que l'existence de cet affleurement soit dû à un relief de faille récente.

FL1. Marnes bleues de Bresse. C'est une formation bien connue dans toute la Bresse septentrionale et qui affleure largement dans le cadre de la feuille Pesmes dans le triangle situé entre les formations secondaires du pourtour de la Serre au Sud-Est, la vallée de l'Ognon au Nord-Est et la vallée de la Saône à l'Ouest. Fortement altérées à l'affleurement, leur véritable faciès n'apparaît qu'à l'occasion de travaux ou de rectifications de route. Elles ont par contre été largement reconnues en sondage :

- entre 197 m et 190 m à Auxonne (x = 834,3 ; y = 2 245,8),
- entre 205 m et 198 m à Peintre (x = 837,1 ; y = 2 249,8),
- entre 205 m et 188 m à Flammerans (x = 836,4 ; y = 2 251),
- entre 205 m et 195 m à Montmirey (x = 840,3 ; y = 2 253,6).

Reconnues en fond de sondage à Dammartin (x = 842,2 ; y = 2 256,5) et à Montmirey-le-Château (x = 842,9 ; y = 2 252,8) leur toit se trouve ici à 220 m d'altitude.

Sur la rive droite de l'Ognon, elles n'affleurent pas mais deux sondages, à Aubigny (x = 846,7 ; y = 2 262,6) et à la Résie-Saint-Martin (x = 841,4 ; y = 2 265,4), ont situé leur toit à l'altitude 224 m.

Leur faciès courant est celui de marnes bleues, très compactes à passées organiques et tourbeuses. Un niveau de sables silteux gris à mica, d'une puissance de 3 à 4 m, les surmonte fréquemment surtout dans la partie la plus occidentale de la carte. Elles correspondent à un épisode de sédimentation important dans la Bresse, contemporain sans doute d'une phase de subsidence.

Les minéraux lourds qu'elles contiennent ont montré qu'elles étaient la correspondance en aval des cailloutis de la forêt de Chauv, dont les éléments fins, silts et argiles, auraient remonté largement vers le Nord. Une étude sédimento-

logique en cours précisera le rôle qu'ont pu jouer les apports vosgiens par l'Ognon et la Saône dans l'édification de cette formation. Si cette formation est bien contemporaine des cailloutis de la forêt de Chaux, son dépôt date du Villafranchien inférieur.

FL2. Silts et sables fins. Surmontant la formation précédente un ensemble parfois épais de silts sableux et de sables fins a été reconnu en position débordante vers l'Est. En effet si les marnes bleues n'ont pas été mises en évidence dans la vallée de l'Ognon, les silts sableux et les sables fins pénètrent largement cette vallée et couvrent totalement l'interfluve aval entre Saône et Ognon dans la partie nord-ouest de la carte Pesmes. Cette formation pourrait être strictement d'origine septentrionale (Vosges) et s'être accumulée après les apports alpins du Doubs (épisode des cailloutis de la forêt de Chaux et de son équivalent en aval c'est-à-dire les Marnes bleues de Bresse). L'étude sédimentologique en cours précisera ces données ; on peut admettre que cet alluvionnement plus grossier annonce les dégradations climatiques du début du Quaternaire (glaciations de Bider-Donau ?).

FL. Formation de Saint-Cosme. Nous avons assimilé aux formations de Saint-Cosme, largement présentes à l'Ouest de la Bresse septentrionale, un ensemble lithologique affleurant en bordure de la vallée de la Saône, au Sud du confluent de l'Ognon, entre Perrigny-sur-l'Ognon et Auxonne.

C'est une formation carbonatée constituée dans sa majeure partie d'une argilite varvée de teinte vive (saumon à brun-jaune, vert à bleu-noir) reposant sur un ensemble plus grossier à sables grossiers siliceux et cailloutis. Le toit est quelquefois marqué par une siltite sableuse brun-rouge. La puissance totale des formations de Saint-Cosme n'excède pas 15 m sur la feuille Pesmes où elles n'affleurent jamais à une altitude supérieure à 200 mètres. C'est à n'en pas douter un faciès lacustre qui semble s'emboîter dans les formations précédentes (après donc une phase de creusement). La structure varvée indiquerait un environnement glaciaire.

L'âge des formations de Saint-Cosme est controversé. Certaines faunes anciennes trouvées à Saint-Cosme dans la banlieue de Chalon-sur-Saône avaient permis de les attribuer à la fin du Villafranchien (Epivillafranchien de F. Bourdier). La découverte récente (J. Chaline, 1974) de *Mierotus gregalis* dans la carrière de Pontailier, située sur la feuille Dijon à quelques centaines de mètres de la limite de l'angle nord-ouest de la feuille Pesmes, dans des formations identiques, aurait tendance à rajeunir ces dépôts (âge proposé : pléistocène moyen). De plus des observations faites par M. Fleury pour la carte Seurre situeraient cet ensemble comme postérieur à la terrasse de 27-32 m bien connue dans la plaine bressanne, ce qui placerait les formations de Saint-Cosme à la fin du Pléistocène moyen (Riss) dans la chronologie quaternaire. Sur la feuille Pesmes, il semble que ce soit le cas : les formations assimilées à celles de Saint-Cosme n'ont jamais été retrouvées sous la terrasse de 27-32 m (à l'altitude 208-210 m dans cette zone du bassin de la Saône) mais beaucoup plus bas (altitude maximum du toit à 200 m) et plus en direction de l'axe de la Saône. Localement la formation de Saint-Cosme peut monter largement plus haut dans certaines vallées adjacentes témoignant d'apports latéraux en direction du bassin de sédimentation lacustre. Il faut signaler qu'une abondante faune de Gastéropodes a été trouvée dans cette formation hors de la feuille Pesmes. Pour J.-J. Puisségur qui les a déterminés, il s'agit pour la plupart d'espèces terrestres (ce qui est paradoxal en contexte lacustre) traduisant un climat plus froid que l'actuel.

p-IVC. Cailloutis supérieurs de la forêt de Chaux. Ces formations sont localisées dans la forêt d'Arne au Sud-Est de la feuille. Il s'agit de la partie septentrionale des formations de la forêt de Chaux au Nord de la vallée du Doubs.

Les sondages réalisés sur le tracé de l'autoroute montrent la succession suivante (de haut en bas) :

- limons et argiles jaunes ou grises (1 à 2 m) ;
- galets siliceux dans une matrice argileuse au sommet et sablo-argileuse à la base (3-4 m) ;
- argiles rouge-marron (de décalcification ?) (1 à 2 m) ;
- substratum calcaire.

A la suite de L. Glangeaud (1949) et de J. Bonvalot (1974), on subdivise la formation des cailloutis plio-quadernaires de la forêt de Chaux en deux niveaux : les Cailloutis inférieurs et les Cailloutis supérieurs.

Les niveaux ocre à galets siliceux de petite taille de la forêt d'Arne semblent devoir se rattacher aux Cailloutis supérieurs affleurant largement au Sud de la vallée du Doubs dans la forêt de Chaux. Aucun élément de datation n'a été rencontré. Sur la feuille Dole les Cailloutis inférieurs sont datés du Pliocène sans plus et les argiles supérieures qui les surmontent peuvent se rattacher au Pliocène terminal (Villafranchien). C'est pourquoi comme sur la feuille Dole, une notation d'âge plio-pléistocène leur a été attribuée.

P. Argiles silto-sableuses à quartz (formation de piedmont). Nous avons groupé sous cette appellation deux ensembles de lithologie comparable mais de répartition géographique distincte :

— en bordure du massif de la Serre et de son environnement calcaire secondaire, un dépôt mal classé à graviers de quartz noyés dans une matrice argileuse à sableuse, s'étale largement vers l'Ouest et le Nord-Ouest. Il a été reconnu à l'affleurement et plusieurs sondages à la carrière l'ont traversé :

- à Montmirey-la-Ville ($x = 840,3$; $y = 2\ 253,6$) entre les altitudes 220 m et 214 mètres ;
- à Dammartin ($x = 842,2$; $y = 2\ 256,5$) entre les altitudes 235 m et 227 mètres ;
- à Montmirey-le-Château ($x = 842,9$; $y = 2\ 252,8$) entre les altitudes 237 m et 225 mètres.

Près de l'église de Frasné, une rectification de route nous a permis d'observer une alternance de niveaux fins et grossiers à galets, de pendage général vers le Nord-Ouest. Il s'agit bien à notre avis d'un dépôt de piedmont nourri par le substrat du horst de la Serre et de son environnement sédimentaire (les grains de quartz abondants proviendraient des grès du Trias). Cette accumulation de pied de côte aurait eu lieu après un rejeu de la Serre dans le sens positif (surélévation) ;

— des formations analogues coiffent les plateaux calcaires dans la région de Chaumerenne et surmontent les silts et sables fins (FL₂). Dans la vallée de l'Ognon cet ensemble est largement représenté sur la rive gauche en même disposition stratigraphique. L'ensemble argiles à quartz et silts—sables fins est représenté sur la carte Besançon voisine sous l'appellation p (Pliocène fluviale).

Si toutes ces formations sont bien contemporaines, elles traduisent une phase d'alluvionnement majeure, d'origine peut-être climatique (refroidissement à la limite du Pléistocène ancien et moyen), marquée également par des mouve-

ments tectoniques importants : surrection du massif de la Serre, subsidence de la vallée de l'Ognon. Il est possible en effet que la dépression de l'Ognon ait subi localement des affaissements notoires, les formations détritiques ayant été reconnues à Courchapon sur une puissance de plus de 40 mètres.

Formations quaternaires fluviales

Fw. Haute terrasse (terrasse dite de 27-32 m). Deux ensembles distincts géographiquement ont été représentés sur la carte sous cette appellation :

— rive gauche de la Saône, de vastes replats morphologiquement remarquables, en général recouverts de forêts (du Nord au Sud : bois de la Motte, bois de Flammerans, bois de Cronge, bois de la Dame, forêt des Crochères), tronquent les formations sous-jacentes (Marnes bleues de Bresse ou sables silteux à micas). Leur altitude régulière nous les font considérer comme des terrasses. Cependant ces individualités morphologiques bien marquées ne sont pas systématiquement définies lithologiquement : ces replats parfois tronquent franchement les formations plus anciennes et la terrasse semble alors être un effet de l'érosion sans dépôt ou, ailleurs (par exemple sous la chapelle de la Cour), la terrasse a une existence lithologique et elle est dans ce cas formée de sables et de galets siliceux. Au Sud-Ouest de la carte Pesmes, cette haute terrasse semble rejoindre les dépôts de piedmont (P) décrits précédemment, dont elle semble constituer la transition en aval, les apports longitudinaux de l'axe Saône se mêlant aux apports latéraux issus de la forêt de la Serre ;

— dans la vallée de l'Ognon, des placages importants de galets et de sables, dominant l'Ognon de 38 à 40 m à Chassey et Mutigney, de 30 à 32 m au lieu-dit Champ-Charme à l'Ouest de Malans, de 32 à 35 m à l'Ouest d'Ougney, de 38 à 40 m au lieu-dit Combe au Poirier entre Bay et Sornay et de 38 à 40 m au lieu-dit la Chassignotte au Nord-Ouest de Sornay. Tous ces placages dont seuls les plus importants ont été relevés et représentés sur la carte ne sont peut-être pas tous du même âge mais leur existence lithologique à plus de 30 m du niveau actuel de l'Ognon est indéniable. Ils sont également distincts (et probablement plus récents) des silts et sables fins qui comblent les dépressions (tectoniques ?) de l'Ognon.

Remarque. — Les différents sondages opérés dans l'interfluve Ognon—Saône, au Sud de l'Ognon, nous ont amené à proposer dans cette zone plusieurs compartiments séparés par des accidents récents. Il est toujours difficile de mettre en évidence des remaniements structuraux dans des assises détritiques meubles, peu évoluées, et présentant des variations latérales de faciès importantes. Cependant l'examen morphologique, sédimentologique, hydrologique (niveau d'eau) nous amène à proposer deux accidents principaux d'orientation Nord-Sud légèrement inclinée sur l'Ouest, séparant trois compartiments décalés stratigraphiquement et effondrés vers l'Ouest en direction de la Saône : le compartiment ouest serait à 8 mètres plus bas que le compartiment central lui-même plus bas de 12 à 15 m du compartiment est. Cet effondrement (ou ce relèvement) pourrait être à l'origine du coude de l'Ognon vers le Nord au niveau du château de Mont-Rambert. L'âge de ces mouvements tectoniques de réajustement serait à notre avis contemporain ou légèrement plus jeune que le relèvement de la Serre, responsable de l'épandage d'argiles silto-sableuses à quartz (P).

Fx. Moyenne terrasse (terrasse de 15-17 m). C'est la terrasse à éléments fins considérée comme terrasse de 15-17 m sur la rive gauche de la Saône. Peu épaisse (2 à 4 m), elle repose partout où nous avons pu contrôler sa présence, sur les formations de Saint-Cosme. Elle détermine de beaux replats à l'Est d'Auxonne, au Sud-Ouest de Flammerans et au Nord-Est de Vielverge.

Dans la vallée de l'Ognon son équivalent possible a été reconnu surtout dans la région de Thervay. Elle domine ici l'Ognon de 18 à 19 m et repose directement sur les calcaires. D'une puissance de 4 à 5 m, elle est constituée d'un sable moyen bien trié, de couleur beige.

Fy. Basse terrasse (terrasse dite de Saint-Usage). C'est la terrasse de 5 m, appelée terrasse de Saint-Usage dans la vallée de la Saône. Elle est le plus souvent sableuse et paraît emboîtée dans les formations sous-jacentes (argiles bleues de Bresse ou formation de Saint-Cosme).

Très fréquente dans la vallée de l'Ognon, elle envoie les pointements calcaires de Breslilly et de Morogne.

Fz. Alluvions de basse vallée. Elles constituent le soubassement des plaines alluviales de la Saône, de l'Ognon et des rivières affluentes. Dans l'Ognon, ces alluvions sont constituées de deux ensembles lithologiques distincts :

— au sommet une formation limono-sableuse à passées organiques contenant localement des restes anthropiques (poutres et structures de gué que les archéologues attribuent à l'époque romaine) comme à Broye-lès-Pesmes. Cette formation fine est considérée d'âge post-glaciaire ;

— vers la base une formation plus grossière à sables et galets. C'est de cette formation qu'ont été extraites des dents d'*Elephas primigenius* classiquement attribuées au Würm.

Dans l'Ognon, comme dans la Saône donc, l'épandage fluvio-glaciaire wurmien n'aurait pas été entaillé lors de la débâcle glaciaire tardi-wurmienne et les limons soliflués post-wurmiens l'auraient complètement recouvert.

FORMATIONS SUPERFICIELLES

E. Eboulis. Sur la feuille Pesmes, comme sur la feuille Dole située plus au Sud, les dénivelées topographiques sont peu importantes. Les éboulis sont limités à des abrupts liés à la tectonique. Les deux affleurements cartographiés se situent sur la face nord du mont Guérin et au Sud des ruines du château de Montmirey-le-Château. Dans les deux cas il s'agit de blocs mal calibrés associés à des argiles jaunes provenant des calcaires du Jurassique moyen.

OE-H. Formations limoneuses complexes. Ces formations plus ou moins podzolisées sont constituées d'éléments fins d'origine diverse : éolienne, fluviale et remaniement des formations sous-jacentes.

Généralement peu épaisses elles coiffent toutes les formations de la forêt de Chaux sur la feuille Dole et sont localisées dans le coin sud-est de la feuille Pesmes au sommet des Cailloutis supérieurs de la forêt d'Arne.

R. Formations résiduelles sur Jurassique. Ce sont des placages peu épais d'extension limitée qui semblent résulter de la décomposition pédologique des niveaux sous-jacents. Leur extension est limitée mais ces couches se retrouvent

sur des substratums très variés (argiles triasiques, marnes liasiques, calcaires du Jurassique...). Dans la forêt d'Arne des argiles de décalcification ont aussi été rencontrées sous les niveaux à galets siliceux.

Rs. Argiles à chailles. Elles forment des placages discontinus, mais importants, sur le Bajocien et le Lias au Sud du massif de la Serre entre Malange et Mercey-le-Grand. Elles sont constituées d'éclats de silex bajocien assez frais, emballés dans des argiles rouges provenant de la décalcification pédologique des calcaires. Elles ont subi un déplacement qui semble assez limité. Au Sud-Est de Malange ces argiles se chargent d'une fraction notable de grains de quartz roulés et laiteux provenant des formations triasiques affleurant sur le massif de la Serre.

C. Colluvions. Dans les vallées sèches latérales débouchant sur l'Ognon ou complètement aveugles sur les plateaux calcaires existent des formations argileuses carbonatées englobant des blocs calcaires émoussés, considérées comme les accumulations des coulées de solifluxion wurmienne et post-wurmienne.

TECTONIQUE

Les structures actuelles de la feuille Pesmes s'organisent de part et d'autre du massif de la Serre qui n'est lui-même qu'une manifestation particulière sur le tracé d'un grand accident qui a marqué toute l'histoire géologique de cette région préjurassienne : la faille de l'Ognon.

Au Nord de cet accident, au-delà de la gouttière déprimée de l'Ognon, se développe la terminaison sud-occidentale des plateaux de Vesoul dont les couches du Jurassique supérieur de la bordure nord-ouest s'enfoncent assez progressivement sous les formations superficielles de la vallée de la Saône.

Au Sud de cet accident se développe une zone de tectonique complexe où l'on peut distinguer d'Est en Ouest : les Avant-monts et le plateau sud-oriental de la Serre, le massif de la Serre, la bordure ouest et nord-ouest de la Serre.

Terminaison sud-ouest des plateaux de Vesoul

Cette unité qui se prolonge très largement vers le Nord-Est intéresse, au niveau de cette feuille, essentiellement le Jurassique supérieur peu déformé. A l'Est d'une ligne Bonboillon—Bard-lès-Pesmes un réseau de failles N.NE—S.SW assez dense a découpé le plateau en une série de gradins monoclinaux généralement faiblement inclinés vers le Nord-Ouest. En bordure nord-ouest de ces gradins de nombreux petits synclinaux crétacés, tronqués en leur cœur par les failles subméridiennes, ont été préservés de l'érosion. Ces failles déterminent des rejets verticaux assez limités (au maximum 200 m, à Hugier et à Motey-Bésuche) mais portent des traces de mouvement sénestre (F. Bergerat, 1978). Un réseau secondaire beaucoup moins développé affecte aussi cette région ; les failles de direction NE—SW occasionnent de faibles rejets et buttent généralement contre les précédents ou les décalent très légèrement.

A l'Ouest de la ligne Bonboillon—Bard-lès-Pesmes, les couches s'enfoncent très progressivement sous les formations superficielles de la Saône.

Gouttière de l'Ognon

Cette zone, déprimée morphologiquement et structuralement, très encombrée par les formations superficielles, est orientée E.NE—W.SW.

La structure du substratum jurassique et crétacé, assez complexe, est dissymétrique. En effet, au Nord, les couches des plateaux de Vesoul s'enfoncent progressivement sous les alluvions de la vallée, alors qu'au Sud, en bordure de l'accident de l'Ognon, elles sont très fortement redressées voire même légèrement renversées (Pagney, Jallerange, Balançon, Brans).

D'autre part, la plupart des failles N.NE—S.SW du plateau de Vesoul semblent se prolonger sous les alluvions et plusieurs synclinaux crétacés se relaient obliquement par rapport à l'axe de la vallée. Ainsi, à Vitreux, on assiste à la terminaison périclinale d'un synclinal allongé qui se poursuit jusqu'à Monclay sur la feuille Besançon (C. Javey, 1966). Les synclinaux du Balançon et de Brans ont la même direction (N 55-60 ° E) mais leur flanc sud est tronqué par l'accident de l'Ognon. Au niveau de Balançon les couches renversées du Jurassique supérieur viennent chevaucher au Nord de cet accident le cœur crétacé du synclinal. Au niveau des carrières de Brans, la série inverse du Jurassique moyen peut représenter une structure équivalente conservée dans un petit graben.

Avant-monts et plateau sud-est de la Serre

• **Avant-monts.** Entre Courchapon et Ougney, le flanc sud de la vallée de l'Ognon est jalonné par les buttes de Jurassique moyen de l'extrémité sud-ouest des Avant-monts. Dans ce secteur, cette unité forme un vaste plateau anticlinal dissymétrique aux pendages généralement faibles.

Ce plateau est limité au Nord par l'accident chevauchant de l'Ognon ; le pendage des couches vers le Nord indique une retombée anticlinale généralement peu marquée. Plus au Nord encore, un second accident provoque le chevauchement d'une bande de Jurassique moyen très fortement inclinée vers le Nord sur le Jurassique supérieur très redressé du flanc sud de la gouttière de l'Ognon. Ces deux accidents viennent butter contre la faille méridionale du massif de la Serre au Sud-Ouest d'Ougney.

Vers le Sud, les pendages assez faibles (5 à 10°) et un réseau de failles NE—SW de faible rejet assurent un passage progressif au plateau sud-est de la Serre.

• **Plateau sud-est de la Serre.** Les couches (essentiellement du Jurassique moyen) ne sont affectées que par quelques ondulations NE—SW :

— dans la partie centrale, un anticlinal dont l'axe N 70° E plonge légèrement vers le Sud-Ouest a été érodé jusqu'au Lias surtout à l'Est de Gendrey ;

— au Sud d'une petite faille longitudinale N 70° E, un vaste plateau de Bajocien qui semble constituer la majeure partie du substratum de la forêt d'Arne ;

— au Nord, dans la région de Serre-les-Moulières, se développe un synclinal dissymétrique ; en effet les couches du flanc sud plongent de 10 à 15° alors qu'au Nord d'une petite faille parallèle au cœur anticlinal, les couches du flanc nord sont fortement redressées au contact de la faille méridionale de la Serre.

Ce plateau est par ailleurs affecté par un réseau de failles subméridiennes de faible rejet et difficile à suivre. L'une d'elles, à l'Est de Vriange, semble plus importante ; en effet elle se poursuit dans le massif cristallin après avoir affecté légèrement la faille méridionale de la Serre et produit un relèvement structural sur lequel s'oriente la dépression synclinale Vriange—Amange.

• **Faïlle méridionale de la Serre.** Au niveau de cet accident normal, subvertical, à regard sud-est, de fort rejet (supérieur à 800 m à Vriange, voisin de 450 m au col du Bermont au Nord de Saligney), le massif cristallin de la Serre surgit brutalement de sa couverture sédimentaire. Sa direction évolue progressivement du Nord (N 40° E) vers le Sud (N 65° E) de sorte que son tracé légèrement arqué, est légèrement convexe vers l'intérieur du horst. Mise à part la faille de Vriange déjà mentionnée, toutes les structures du plateau viennent buter contre cet accident qui avec de nombreuses failles satellites détermine des *ligules* tectoniques où les couches ont été fortement basculées vers le Sud.

Horst de la Serre

Le socle cristallin est flanqué au Nord-Est d'un petit bassin permien. La couverture triasique de l'ensemble, fortement discordante, n'a pas encore été complètement démantelée par l'érosion et peut fournir quelques indications structurales.

• **Massif cristallin.** Les grandes structures du socle cristallin (limites granite—gneiss et gneiss—eurite, schistosité des gneiss, pendages de l'eurite) ont une orientation varisque. Cependant, on peut également y observer d'autres directions tectoniques :

— failles subméridiennes qui décalent le contact gneiss—eurite et se prolongent dans la couverture jurassique du plateau sud-est ;

— failles N 130° E du bois de Menotey qui effondrent légèrement le socle vers le Sud-Ouest et semblent également se prolonger dans la couverture sous les formations superficielles ;

— réseau de diaclases, orienté selon quatre directions principales (N 170°-10° E, N 130°-150° E, N 20°-40° E et N 90° E).

D'autre part la surface de base du Trias montre :

— un léger basculement du socle cristallin vers le Sud-Est,

— un mouvement de soulèvement plus important au niveau du massif cristallin qu'au niveau du bassin permien, sûrement imputable à un rejeu post-triasique du contact tectonique gneiss—eurite.

• **Bassin permien.** Dans le bassin permien les couches de base orientées vers le Nord-Ouest comme les formations du socle cristallin semblent surmontées, à la faveur d'une discordance angulaire (phase saaliennne), par des formations conglomératiques saxoniennes subhorizontales (G. Lienhardt, 1961). Cette série est affectée par des accidents N 50°-60° E difficiles à suivre et décalés par des failles N 120°-140° E qui peuvent se prolonger dans la couverture secondaire au Nord du horst. La couverture de Trias met également en évidence un très léger basculement de l'ensemble vers le Sud-Ouest.

Bordure ouest et nord-ouest du massif de la Serre

Sur la bordure ouest, une zone étroite, fortement tectonisée assure l'effondrement de la bordure de la plaine de la Saône. Les couches y sont très redressées (50 à 90°) et hachées de failles subméridiennes. Au-delà, les couches rauraciennes et séquaniennes, affectées d'ondulations méridiennes disparaissent sous les formations superficielles à l'Ouest de Chevigny.

Sur la bordure nord-ouest, au Nord du bois de la Fayette, l'affaissement est plus graduel. Ce secteur peut être assimilé à un champ de fractures caractérisé par un morcellement intense de la couverture. Le réseau de failles principales orienté N 40°-60° E délimite une série de panneaux monoclinaux le plus souvent légèrement inclinés vers le Nord-Ouest et qui assurent l'enfoncement progressif du socle vers la Saône. Des failles de directions variables (N 120°-170° E) lui sont associées mais elles n'ont qu'une incidence cartographique assez discrète.

Plaine de la Saône

Le remplissage plio-pléistocène constituant la phase ultime du remplissage bressan témoigne de mouvements récents dans cette zone. Deux phases de sédimentation active représentées par des dépôts de piedmont ont été interprétées comme des périodes de surélévation du massif de la Serre par rapport au bassin bressan. La première a été reconnue en sondage (formation hétérométrique de base) dans la forêt des Crochères, sous les marnes bleues de Bresse. Elle précéderait donc ce dépôt contemporain de la mise en place de la phase détritique « forêt de Chaux » (âge probable : plio-villafranchien). La seconde, bien visible à l'affleurement (argiles à quartz), semble être l'équivalent latéral de la terrasse de 27-32 m. Nous lui avons attribué un âge pléistocène moyen.

Deux failles subméridiennes affectent les formations antérieures aux argiles à quartz et délimitent un petit fossé d'effondrement comblé par ces dernières. Il pourrait être attribué également à une ultime phase de réajustement du massif de la Serre (Pléistocène moyen).

Faille de l'Ognon et cadre structural régional

Au niveau de la vallée de la Saône, la faille de l'Ognon disparaît sous les formations superficielles.

Au Nord de la Serre, un accident complexe met en contact les formations jurassiques et crétacées de la vallée de l'Ognon avec le bassin permio-triasique (800 à 1 000 m de rejet). D'orientation générale Est-Ouest, il se décompose en segments rectilignes d'orientation NE—SW ou E—W à regard nord, décalés par des failles transversales verticales qui se prolongent dans la couverture jurassique et crétacée. Ces segments sont par ailleurs jalonnés au niveau du Balançon et des carrières de Brans par des lambeaux chevauchant légèrement la gouttière de l'Ognon.

A l'Est du massif, il est relayé par un accident sinueux continu au niveau duquel le Jurassique moyen des Avant-monts chevauche légèrement le Jurassique supérieur de la gouttière de l'Ognon.

Ces éléments peuvent correspondre à l'expression échelonnée dans le temps et sous des styles différents d'un accident de socle important très ancien. En effet, ils sont situés sur le tracé du linéament nord centralien reconnu sur photo-satellite ERTS de la Forêt-Noire au Massif Central (G. Monjuvent et J. Sarrot-Reynaud, 1972). Des phénomènes tectoniques ont marqué toute l'histoire géologique de la région suivant cette direction (mise en place des gneiss à résidus, montée de l'eurite, limite sud du bassin permien, localisation des conglomérats tertiaires dans la vallée de l'Ognon...).

Par ailleurs, la feuille Pesmes, située dans la zone de passage entre les fossés du Rhin et de la Saône, apparaît comme le point de convergence de lignes tectoniques importantes, linéament nord centralien, axe Blanzay—la-Serre—massif d'Arsoy, axe Sennecey—la-Serre et accident N 15°-25° E des plateaux de Vesoul.

Ces directions ont été intégrées au sein d'un modèle cinématique en décrochement sénestre suivant une direction N 70° E sous l'effet d'une contrainte N—S où les directions N 40°-60° E et N 15°-25° E représentent les fractures conjuguées de Ridet (F. Bergerat, 1977 ; J.-P. Gélard, 1978).

MORPHOLOGIE - HYDROLOGIE

Dans l'ensemble, le territoire de la feuille Pesmes est caractérisé par des altitudes uniformes (185 à 390 m), sans relief vigoureux résultant d'une longue évolution continentale depuis la fin du Secondaire. Une érosion sous différents climats, avec sédimentation de niveaux détritiques et de formations superficielles variées, a accompagné les étapes de la structuration.

Cependant, dans le détail, la grande diversité lithologique du substratum, l'évolution structurale et morphologique récente ont favorisé une grande diversification morphologique et hydrographique calquée étroitement sur les divisions structurales.

• **Au Nord, sur les plateaux de Vesoul**, le relief conforme est caractérisé par une série de croupes séquaniennes, d'altitude constante (300 m) et encore souvent coiffées par des formations résiduelles ; leurs flancs est sont bordés par la faille N 15°-25° E aux pieds desquels ont été conservés les synclinaux crétacés et qui se marquent encore très nettement dans la morphologie, peut-être, en partie, en raison de rejeux récents. Dans cette zone karstique, les circulations aériennes sont rares et parallèles aux structures ; mais la majeure partie des précipitations de cette zone utilise le réseau souterrain drainé par des grosses exurgences qui apparaissent au pied du versant nord de la vallée de l'Ognon (source du puits de Jonc, de Jougenay, Duran, de Bard-lès-Pesmes) ou en bordure est de la vallée de la Saône (Valay, Sainte-Cécile, la Résie-Saint-Martin). En conséquence la ligne de partage des eaux entre les bassins de l'Ognon et de la Saône est très difficile à préciser. Un point peut cependant être noté à mi-distance entre Chancey et Valay grâce aux colorations du bois de Féole qui aboutit à Valay et de celles de Chancey qui sont ressorties à la source de Motey-Besuche.

• **L'Ognon** serpente dans une dépression structurale très largement encombrée de formations superficielles dont l'épaisseur (48 m à Courchapon) témoigne d'une subsidence de la région jusqu'à une époque assez récente. Avec une altitude de 200 m à Courchapon et de 185 m au confluent avec la Saône cette rivière a une pente faible (0,3 ‰). Sur la période 1964-1976, à la station de Pesmes, a été mesuré un débit moyen de 39,9 m³/s avec un maximum moyen mensuel de 59,5 m³/s en décembre et un minimum moyen mensuel de 7,7 m³/s en août. La basse terrasse (Fz) renferme un aquifère intéressant, mais difficile à mettre en œuvre à cause de l'hétérogénéité des matériaux et d'une concentration souvent excessive en fer et en manganèse.

• **Les Avant-monts** forment une ligne de relief au sommet assez plat qui culmine à 370 m au mont de Vassange. L'érosion a découpé dans ce plateau de Jurassique moyen une série de petites reculées qui l'entaillent jusqu'au Lias et au fond desquelles ressortent les eaux tombées sur le plateau. Seule la vallée de Taxenne est profondément encaissée et draine les eaux de ruissellement du Lias vers la vallée de l'Ognon à travers les Avant-monts.

• **Le plateau sud-est de la Serre** oscille entre 230 et 250 m d'altitude. Il se relève progressivement vers l'Est où il atteint 290 m au cœur de l'anticlinal liasique au niveau de Mercey-le-Grand. Il est couvert de formations superficielles variées (argiles à chailles, formations de pieds de côte en bordure de la Serre et formations à galets siliceux de la forêt d'Arne) résultant d'une phase d'érosion assez longue sous des climats variés dans une zone assez stable. Sur les formations assez peu perméables de la forêt d'Arne s'est établi un réseau hydrographique assez dense qui se perd dès son arrivée dans les calcaires. Sur les calcaires du Jurassique moyen s'est développée une morphologie karstique avec un réseau hydrographique aérien très lâche constitué par l'Arne et le ruisseau de Vriage, affluents du Doubs, et jalonné de grosses exurgences drainant le plateau. Cependant les eaux issues des sources de Saligney se dirigent vers l'Ognon ce qui crée une incertitude quant au tracé exact de la ligne de partage des eaux entre le Doubs et l'Ognon dans cette région. Elle est beaucoup plus facile à tracer dans le Lias entre Gendrey et Mercey où un réseau de petites vallées très dense alimenté par les eaux de ruissellement a profondément entaillé les marnes.

• **La faille méridionale de la Serre** se marque encore très nettement dans la topographie ; au Sud-Ouest de Serre-les-Moulières, le massif cristallin domine le plateau sud-est par un abrupt de faille d'une centaine de mètres, dont l'état de fraîcheur témoigne en faveur d'un rejeu récent du bloc cristallin ; au Nord-Est de Serre-les-Moulières la faille est masquée par les formations superficielles de Saligney, puis les hauteurs du Jurassique moyen du Bermont dominent la dépression permienne (structuralement plus élevée) par un relief de faille inversé d'une quarantaine de mètres.

• **Le horst de la Serre** présente deux unités morphologiques différentes :

— *le massif cristallin* constitue une barre massive, continue, orientée SW—NE, qui s'élève très progressivement jusqu'à 391 m à la pointe nord-est, point culminant de toute la feuille. A son sommet on peut identifier deux surfaces, légèrement inclinées vers le Sud-Est et séparées par un ressaut d'une vingtaine de mètres. La surface inférieure correspond à la surface post-hercynienne. Elle n'a été que très peu retouchée par le chevelu hydrographique dense installé sur le socle imperméable et alimenté par la petite nappe des grès du Trias inférieur. Cependant, en bordure du massif, les eaux se rassemblent en quelques collecteurs principaux qui ont profondément entaillé l'abrupt de failles pour rattraper le niveau du plateau au Sud-Est où ils se perdent souvent en arrivant dans les calcaires. Au Nord-Ouest le socle cristallin est aussi limité par un abrupt important correspondant au dégagement de l'eurite en surface structurale, probablement accentué par un rejeu récent du contact tectonisé gneiss—eurite. Il a également été profondément entaillé par quelques ruisseaux (de la Forêt, des gorges de Moisse, de la Vèze) qui drainent les eaux soit vers l'Ognon soit directement vers la Saône.

— *Le bassin permien* a été assez profondément dégagé par l'érosion ; la surface post-hercynienne, beaucoup moins bien conservée, y est à une altitude inférieure à celle du socle cristallin. Il est drainé vers l'Ognon par deux ruisseaux principaux qui s'y sont profondément enfoncés : la Vèze et le Gravelon. Les autres ruisseaux moins importants se perdent généralement à leur arrivée dans les calcaires de la gouttière de l'Ognon.

• **Bordure nord-ouest et ouest de la Serre.** Sur la bordure nord-ouest de la Serre, se succède une série de lignes de hauteurs parallèles orientées sur le réseau de fractures principales qui s'élève progressivement en direction de la

Serre et dont les replats des sommets correspondraient à une ancienne surface d'érosion (A. Journeaux, 1956). En bordure de la Serre cette surface, basculée, déformée, a été fortement affectée par l'érosion différentielle. Le réseau hydrographique, essentiellement tributaire de la Saône, inadapté aux structures actuelles, s'y est enfoncé d'une vingtaine de mètres isolant une série de buttes mises en relief par l'affouillement des niveaux argileux. Plus à l'Ouest, elle disparaît sous des formations de pieds de côte (argiles à quartz) provenant du démantèlement de la couverture triasique de la Serre.

RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

HYDROGÉOLOGIE

La politique actuelle en matière d'alimentation en eau potable vise à abandonner les sources karstiques difficiles à protéger contre les pollutions au profit de la nappe des alluvions récentes de l'Ognon et de la Saône dont l'exploitation est cependant limitée par l'hétérogénéité des matériaux et une minéralisation en fer et manganèse souvent excessive.

D'une manière générale les communes du val de l'Ognon et de la plaine de la Saône utilisent des puits forés dans les nappes alluviales (Broye et Aubigny, Montagney et Motey-Besuche, Sauvigney-lès-Pesmes) et les communes des plateaux utilisent des sources karstiques. Parmi ces dernières citons Valay et Pesmes qui captent encore des eaux issues des calcaires du Jurassique supérieur. Mais des syndicats se sont constitués à partir de points d'eau abondants et bien protégés dans les alluvions. Citons le syndicat de Moulin-Rouge (Jura) qui puise l'eau dans les alluvions du Doubs sur la feuille à 1/50 000 Dole et qui alimente Saligney, Amange, Sermange, Gendrey..., celui de l'Ognon (Thervay, Ougney) et surtout celui du val de l'Ognon qui puise aussi son eau dans les alluvions de l'Ognon et qui alimente la région comprise entre Vitreux et Besançon.

RESSOURCES MINÉRALES

De nombreux niveaux de la série lithologique ont donné lieu à des exploitations qui ont presque toutes disparues aujourd'hui.

- L'eurite, utilisée autrefois pour faire des pavés, est aujourd'hui concassée dans les carrières de Moissey où, incorporée à du bitume, elle donne un enrobé de qualité résistant bien à l'usure.

- Les argiles permienes ont été autrefois utilisées par une tuilerie dans les environs de Moissey.

- Dès l'époque romaine on a taillé des sarcophages, des meules, des bornes, des croix... dans les grès du Trias inférieur ; aujourd'hui seuls quelques niveaux moins cohérents fournissent épisodiquement quelques camions de sables.

- A l'Est de Gendrey une carrière dans le Toarcien alimentait en partie une tuilerie de Pontailier.

- A la fin du XIX^e siècle, le minerai de fer alézien d'Ougney et de Molange était transformé à Fraisans (ils ont servi à la confection de produits entrant dans la composition de la Tour Eiffel).

- Les dolomies du Muschelkalk ont été utilisées pour la construction (Moissey).

- La série jurassique, et plus particulièrement le Bajocien à entroques et oolithique, le Callovien oolithique, le Rauracien supérieur oolithique, le Séquanien inférieur et le Portlandien à tubulures, a livré la pierre de taille de toutes les habitations anciennes de la région. Aujourd'hui seuls les niveaux les plus purs sont susceptibles d'être exploités pour l'empierrement : Bathonien au Nord de Gendrey, Séquanien inférieur au Sud de Montagney, calcaire « blanc moyen » au Sud de Valay.

- Les argiles du Villafranchien ont été utilisées par des tuileries (Nord de Pesmes) alors que le Castillot a souvent donné lieu à des extractions de minerais de fer.

GÎTES MÉTALLIFÈRES

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
Le Gros-Bois	3-4001	Fe	Oxydes de fer pisolithique	Amas	Sable et argile pliocènes	Ancienne exploitation Petits travaux en carrière
Bois-de-la-Tresse	3-4002	Fe	id.	id.	id.	id.
La Résie-St-Martin	3-4003	Fe	id.	id.	id.	id.
Montmirey (Mont-Guérin)	6-4001	Fe	Limonite	Stratiforme	Argile Calcaire (Bajocien)	Ancienne exploitation
Montmirey-le-Château	6-4002	Fe	Limonite	Amas	Sable pliocène	Ancienne exploitation (un puits de 8 m, 1 galerie de 15 m).
Amange	6-4003	Fe	Hématite, calcite, limonite	Stratiforme	Marnes (Aalénien - Bajocien)	Gîte non exploité
Malange	7-4001	Fe	Hématite	id.	Calcaire (Aalénien)	Concession instituée en 1864, renoncée en 1906. Exploitée à ciel ouvert (1856). Travaux souterrains (1864). Extrait 16 000 t. Sondage en 1930.

Serre-les-Moulières	7-4002	Pb Ba Ag	Galène, barytine, fluorine, quartz	Champ filonien Dion 45° pce : 10-20 cm	Eurite	Zone filonienne formant stockwerk large de 60 mètres. Indice reconnu par tranchées.
Romange	7-4003	Fe	Hématite	Stratiforme	Calcaire (Aalénien)	Concession instituée en 1964, renoncée en 1937. Gisement à peine exploré.
Les Millery	7-4004	Fe	Hématite	Stratiforme	Calcaire	Couche de minerai puissante de 3 m reconnue par sondage.
Gendrey	8-4001	Fe	Limonite	Amas	Marne, calcaire, sable (Pliocène)	Petits travaux d'exploitation.
Les Minerais	8-4002	Fe	Limonite	Amas	Sable (Pliocène)	Indice.
Ougney	8-4003	Fe	Hématite, limonite, calcite, quartz	Stratiforme	Calcaire, marne (Bajocien inf. - Aalénien)	Concession accordée en 1846. Couche de minerai de 4 m de puissance. Quantité extraite 1,2 Mt par travaux souterrains.
Laffaud	8-4003	Fe	Hématite, limonite, calcite, quartz	Stratiforme	Calcaire, marne (Bajocien inf. - Aalénien)	Concession (1855-1906) Exploitée de 1864 à 1869 et de 1872 à 1877. Production cumulée : 0,15 Mt. Couche de minerai de 4 m de puissance. Exploitation sou- teraine.
Pagney	8-4004	Fe	Hématite	Stratiforme	Calcaire (Bajocien inf. - Aalénien)	Concession (1850-1906). La mine ne fut pratiquement jamais exploitée.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

COUPES RÉSUMÉES DES SONDAGES

(d'après les documents de la Banque des données du sous-sol du B.R.G.M.)

Commune	Pontailier	Motey-Besuche	Montagney	Chancey	Chancey	Chancey	Tromarey	
Désignation	Po I	Box 11	Box 13	Box 1	Box 7	Box 8	Box 9	
N° archivage S.G.N. 501	1-1	3-2	3-3	4-1	4-2	4-3	4-4	
Coordonnées Lambert	X	833,200	851,040	850,006	853,723	851,693	853,404	854,921
	Y	260,480	262,050	261,398	254,325	263,795	262,718	264,835
	Z	+ 184,5	+ 272,9	+ 263,1	+ 281,7	+ 262	+ 250,8	+ 295,3
Quaternaire	*							
Pliocène								
Aquitarien								
Oligocène	18,5							
Cénomarien	64							
Albien	159							
Néocomien	169							
Portlandien	238							
Kimméridgien	260,5	*	*	*	*	*	*	
Oxfordien		38	50	53			102 ~119~ 204	
Callovien	635			227				
Bathonien	653			258				
Bajocien	751			353				
Aalénien	893			505				
Toarcien	945			561				
Pliensbachien	987			638				
Sinémurien	1 075			707				
Hettangien				737				
Rhétien	1 109			740				
Keuper	1 129			758				
Lettenkohle	1 240			965				
Muschelkalk	1 251			978				
Buntsandstein	1 336			~~~~~~				
Permien	1 340,5			1 085				
Carbonifère								
Socle cristall.								
Profondeur totale	1 356,4	68	74,5	1 129	65	77,2	207	

Tromarey	Tromarey	Bonboillon	Chancey	Auxonne	Malange	Gendrey	Jallerange
Box 3	Box 4	Box 5	Box 6	les Granges	Sond. n° 4	Ge 2	Mo 1
4-5	4-6	4-7	4-8	5-25	7-1	8-1	8-2
854,939	855,344	854,720	852,517	832,5	849,15	854,356	855,941
264,847	264,325	265,128	263,309	247,5	247,94	250,464	254,778
+ 296,7	+ 263,3	+ 287,3	+ 272,2	+ 188	+ 223	+ 300	+ 299,2
				*			
				13			
				66			
				201			
*	*	*	*				
97	158	50					
~169~	~183~						
					4	*	
					23	*	22
					30	23,5	
						108,5	
						177,5	
						201,5	259
						203,5	260
						225	277
						392,5	
						406	434
						540,5	584
							627,5
							1 269
						572,5	1 434
183	351	93	42	284,5	53,8	583,1	1 485

* Niveau dans lequel a débuté le sondage.

~ Faïlle ou discordance.

Les profondeurs en mètres sont celles du toit des formations.

SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES

On trouvera des renseignements géologiques complémentaires et en particulier un itinéraire dans le *Guide géologique régional : Jura*, par P. Chauve, 1975, Masson et Cie, éditeurs, Paris :

— *itinéraire 1* : traversée du Jura central de Dole à la Suisse par le massif de la Serre, Besançon et la vallée de la Loue.

BIBLIOGRAPHIE

- BERGERAT F. (1977) — La fracturation de l'avant-pays jurassien entre les fossés de la Saône et du Rhin ; analyse et essais d'interprétation dynamique. *Rev. Géogr. phys. Géol. dynam.*, Paris, (2), vol. 19, fasc. 4, p. 325-338, 6 fig.
- BONTE A. (1939) — Sur la présence du Lias inférieur le long de la bordure orientale de la Serre. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, n° 3, p. 23.
- BOURGEAT E. (1908) — Sur trois niveaux à Bryozoaires dans la région de la Serre. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), t. 8, p. 38-40.
- BULLE J., JAVEY C., MALAPRIS M., MARTIN J.-E., ROLLET M. (1966) — Découverte d'un conglomérat d'âge crétacé supérieur dans la région de Pagny (Jura). *Bull. Soc. Hist. nat. Doubs*, n° 68, fasc. 1, p. 11-14.
- CAMPY M., CONTINI D. (1973) — Terrasses alluviales et cours anciens de la Saône en Haute-Saône. *Ann. sc. Univ. Besançon*, 3^e série, Géol., fasc. 19 bis, p. 225-233, 5 fig.
- CHAUVE P. et coll. (1975) — Guides géologiques régionaux : le Jura. Masson et Cie édit., Paris, 215 p., 126 fig., 6 pl.
- CHAUVE P., PERNIN C. (1975) — Structure des environs de Thervay au contact du massif de la Serre (Jura). *Bull. Féd. Soc. Hist. nat. Franche-Comté*, t. 77, p. 37-42, 3 fig.
- CHAUVE P., PERNIN C. (1977) — Évolution structurale de la Serre depuis le Secondaire. 5^e Réunion ann. Sc. Terre, Rennes, p. 147.
- GÉLARD J.-P. (1978) — La fracturation de la Bourgogne méridionale, essai d'interprétation et implications tectoniques régionales. *Revue Géogr. phys. Géol. dynam.*, fasc. 1, p. 5-28.
- GLANGEAUD L. (1949) — Évolution morphotectonique du Jura septentrional pendant le Miocène supérieur et le Pliocène. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 229, p. 720-722.

- JAVEY C. (1966) — Étude des terrains secondaires de la vallée de l'Ognon entre Voray (Haute-Saône) et Thervay (Jura). Thèse 3^e cycle, Besançon, 114 p., 10 pl. h.-t.
- JOURNEAUX A. (1956) — Les plaines de la Saône et leurs bordures montagneuses. Thèse Lettres, Caron et Cie édit., Caen, 529 p., 111 fig., 35 photos, 5 pl. h.-t.
- LIENHARDT G. (1960) — De la présence de la phase orogénique saaliennne dans le Jura lédonien. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 203.
- MORRE-BIOT N. (1969) — Étude pétrologique du socle cristallin du massif de la Serre (Jura). *Bull. B.R.G.M.*, Paris, (2), section I, n^o 3, p. 1-16, 3 fig., 2 pl.
- PERNIN Cl. (1978) — Étude géologique des abords du massif de la Serre. Thèse 3^e cycle, Besançon, 162 p., 46 fig., 3 pl.
- THIÉBAUT J., JACQUIN J.-P. (1961) — Données nouvelles sur la constitution, l'origine et la minéralisation de l'« eurite » de la Serre (Jura). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, n^o 3, p. 72-73.

Gîtes métallifères

- BOURGEAT E. (1902) — Sur le dépôt ferrugineux de la Franche-Comté. *Annales de la Soc. sci. de Bruxelles*, 26^e année, 2^e partie.
- CAILLAUX A. (1875) — Tableau général et description des mines métalliques et des combustibles minéraux de la France. Lib. polytechnique, Paris.
- CAYEUX L. (1922) — Étude des gîtes minéraux de la France. Les minerais de fer oolithiques. Fasc. II, Imp. nationale, Paris.
- FINATON (1934) — Les minerais de fer oolithiques du Toarcien au Mésojurasique en Franche-Comté. *Bull. Soc. géol. Fr.*, t. IV, 3^e série.
- GIRARDOT (1896) — Le système oolithique. Franche-Comté.
- OGERIE (Frère) (1865) — Histoire naturelle du Jura et des départements voisins. Masson, Paris.
- RESAL (1864) — Statistique géologique du Doubs et du Jura.
Rapports B.R.G.M.
Rapports des ingénieurs des mines.

CARTES CONSULTÉES

Cartes géologiques à 1/80 000

Feuille *Besançon* :

1^{re} édition (1880), par M. Bertrand.

2^e édition (1922), par E. Fournier et Piroutet.

3^e édition (1966), coordination par M. Dreyfuss, A. Caire et P. Celet.

Feuille Gray :

1^{re} édition (1880), par M. Bertrand.

2^e édition (1930), par E. Fournier, M. Dreyfuss, R. Schlumberger.

3^e édition (1968), coordination par M. Dreyfuss.

Carte géologique du *Jura dolois* (1871), par Jourdy, *Bull. Soc. géol. Fr.*

Carte géologique à 1/20 000

Carte géologique de la *vallée de l'Ognon*, entre Voray et Thervay, de C. Javey (1966) dont les contours ont été peu transformés en ce qui concerne les formations secondaires.

Carte géologique du *massif de la Serre* de N. Morre-Biot (1969).

DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES

La Banque des données du sous-sol du B.R.G.M. détient l'inventaire des sondages et autres travaux souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive régulièrement les nouveaux travaux. Les documents peuvent être consultés :

- pour les départements du Jura, de la Haut-Saône et du Doubs, au S.G.R. Franche-Comté, 12, avenue Fontaine-Argent, 25000 Besançon ;
- pour le département de la Côte-d'Or, au S.G.R. Bourgogne, Immeuble Caisse d'Épargne, 32, boulevard du Maréchal-Joffre, 21100 Dijon ;
- ou encore au B.R.G.M., 191, rue de Vaugirard, 75015 Paris.

AUTEURS

Cette notice explicative a été rédigée par Michel CAMPY, assistant à la faculté des sciences de Besançon, Pierre CHAUVE, professeur à la faculté des sciences de Besançon et Claude PERNIN, docteur de 3^e cycle, avec la collaboration de André BAMBIER, ingénieur géologue au B.R.G.M., pour les gîtes métallifères.