



PIERRE- DE-BRESSE

La carte géologique à 1/50 000
PIERRE-DE-BRESSE est recouverte par les coupures suivantes
de la carte géologique de la France à 1/80 000 :

- au nord-ouest : BEAUNE (N° 125)
- au nord-est : BESANÇON (N° 126)
- au sud-ouest : CHALON-S-SAÔNE (N° 137)
- au sud-est : LONS-LE-SAUNIER (N° 138)

Beaune	Seurre	Dole
Chagny	PIERRE- DE-BRESSE	Poligny
Chalon- s-Saône	Louhans	Lons- le-Saunier

CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE A 1/50 000

BUREAU DE
RECHERCHES
GÉOLOGIQUES
ET MINIÈRES

PIERRE- DE-BRESSE

MINISTÈRE DU REDÉPLOIEMENT INDUSTRIEL
ET DU COMMERCE EXTÉRIEUR
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
Boîte postale 6009 - 45060 Orléans Cedex - France



**NOTICE EXPLICATIVE DE LA FEUILLE
PIERRE-DE-BRESSE A 1/50 000**

par

R. FLEURY

avec la collaboration de L. CLOZIER, J.-J. COLLIN,
G. FARJANEL et J.-J. PUISSÉGUR

1985

Éditions B.R.G.M. — BP 6009 — 45060 ORLÉANS CEDEX — FRANCE

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	5
<i>CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE</i>	5
<i>GÉNÉRALITÉS</i>	5
<i>HISTOIRE GÉOLOGIQUE</i>	5
DESCRIPTION DES TERRAINS.....	8
<i>TERRAINS NON AFFLEURANTS</i>	8
<i>TERRAINS AFFLEURANTS</i>	8
<i>Généralités</i>	8
<i>Formations alluviales et ensembles fluvio-lacustres de la Bresse</i>	8
<i>Marnes, sables et argiles de Bresse (p-IV)</i>	9
<i>Formation FL_{v-w} et formation de Palleau (p-IVP)</i>	14
<i>Formation de Saint-Cosme</i> $\frac{FL_{Xb}}{F_{Xa}}$	16
<i>Formations alluviales</i>	18
<i>Complexe colluvions—alluvions</i>	24
<i>Dépôts anthropiques</i>	25
PALÉONTOLOGIE - DATATIONS.....	25
PALYNOLOGIE.....	28
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS.....	31
<i>HYDROGÉOLOGIE</i>	31
<i>SUBSTANCES MINÉRALES</i>	34
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE.....	34
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	34
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i>	40
AUTEURS DE LA NOTICE.....	40

INTRODUCTION

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE

La cartographie géologique systématique de la Bresse à l'échelle du 1/50 000 a été entreprise en 1975 dans le cadre du « Groupe de travail Bresse ». Ce groupe, créé en 1973, est constitué de représentants du B.R.G.M. et d'Universitaires (Dijon, Lyon, Besançon, Grenoble).

Les levés de terrain de la feuille Pierre-de-Bresse ont été effectués en 1975 par L. Clozier et R. Fleury, géologues au B.R.G.M.

En raison des mauvaises conditions d'affleurement des formations, une campagne de sondages à la tarière mécanique a été entreprise pour les besoins de la cartographie. Ce moyen d'investigation a permis d'étendre la reconnaissance jusqu'à une profondeur de 25 à 30 m et de recueillir un volume considérable de matériel sableux ou argileux qui a été confié à J.-J. Puisségur pour tamisage.

Les quelques faunes de Micromammifères et de Mollusques recueillies ont été déterminées, pour les premières, par J. Chalain (Dijon), pour les secondes, par J.-J. Puisségur (Dijon).

Les problèmes sédimentologiques ont fait l'objet d'une thèse de 3^e cycle soutenue par J. Teste en 1977 sous la direction de J. Bonvalot et de L. Courel (Dijon).

GÉNÉRALITÉS

Le département de la Saône-et-Loire intéresse les 3/4 environ de la superficie du territoire de la feuille Pierre-de-Bresse à 1/50 000. Le reste se partage entre les départements du Jura en bordure est et de la Côte-d'Or en limite nord.

Le pays a une vocation essentiellement agricole. Les sols très riches de la plaine alluviale du Doubs sont plus particulièrement consacrés aux grandes cultures céréalières et fourragères.

Ailleurs, dans le paysage à peine vallonné où les bois, très disséminés et de superficies réduites, sont fréquents, agriculture et élevage sont assez bien équilibrés.

Une seule voie routière importante, la RN 73, reliant l'axe nord-sud Paris—Lyon à la Suisse, traverse la partie nord du territoire cartographié.

La Saône, partie du réseau navigable Rhin—Rhône, est en cours d'aménagement pour recevoir les péniches de grand gabarit.

L'extraction des matériaux sablo-graveleux, par pelle mécanique ou par dragage en lit vif, est assez active dans la vallée du Doubs. Elle n'est plus pratiquée à l'échelle industrielle dans le val de Saône. Ailleurs, les exploitations sont momentanées et réservées aux usages locaux. L'exploitation des argiles, pour fabrication de tuiles et de briques, a cessé à la Tuilerie du Chapot, à Ciel.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE

Éloigné des reliefs encaissant la dépression bressane, le territoire de la feuille Pierre-de-Bresse, comme celui des feuilles Seurre et Louhans qui le bordent au

Nord et au Sud, est caractérisé par un relief très monotone dont l'altitude varie entre 172 et 216 m, cotes extrêmes relevées sur la carte.

Les formations géologiques affleurantes appartiennent toutes aux dépôts pliocènes et quaternaires de la Bresse.

La dépression bressane est un fossé d'effondrement qui s'est structuré probablement dès la fin du Crétacé et au cours de l'Eocène. Des compressions d'âge pyrénéen donnent naissance à des rides : axe Sennecey—la-Serre, seuil de Tournus, seuil de Cormoz. Au Ludien, la tectonique en distension engendre, au Nord de l'axe Sennecey—la-Serre, différents petits fossés où se déposent des carbonates et un fossé beaucoup plus important au Sud. La sédimentation de ce fossé sud est, en Bresse louhannaise, essentiellement marneuse à la base puis marno-calcaire au sommet, alors qu'en Bresse burgienne, beaucoup plus subsidente, elle est marneuse et évaporitique (halite et anhydrite). A l'Oligocène supérieur, la tectonique en distension affecte de nouveau les fossés ludiens. La sédimentation évaporitique persiste en Bresse burgienne et s'étend vers le Nord en Bresse louhannaise (sulfates seuls). Les conglomérats saumon à *Helix ramondi* se déposent sur les bordures et en Bresse chalonnaise.

Au Miocène inférieur et au Miocène moyen, la Bresse subit une évolution continentale de type subaérien. Au Tortonien (début du Miocène supérieur), la mer envahit à nouveau la Bresse jusqu'à la latitude de Lons-le-Saunier, déposant des molasses et des grès. Puis, après la régression marine, la sédimentation est lacustre avec pour témoins les gîtes de Soblay et de Mollon.

Au début du Pliocène, alors que s'effectue le charriage du Jura méridional sur la Bresse (sédiments froissés de Ratte, Vincelles et Courlans) la sédimentation lacustre est marneuse et ligniteuse.

C'est au Pliocène moyen que se déposent, en Bresse du Nord, amenés par un fleuve puissant, l'Aar-Doubs, aujourd'hui disparu et qui contournait le Jura par le Nord, les cailloutis alpins de la forêt de Chaux qui, vers le Sud, se dispersent, sous forme de corps sableux, le long du Jura : Sables de Neublans et de Foulénay. Dans le même temps semble-t-il, les Sables de Trévoux, auxquels se superposent bientôt les Cailloutis et sables ferrugineux des Dombes, se déposent en Bresse du Sud.

Mêlé aux contributions locales des bordures, l'équivalent fin de ce matériel détritique plus ou moins grossier constitue le vaste Complexe des Marnes de Bresse.

Après le tarissement de l'approvisionnement alpin amené par l'Aar-Doubs survenu à la fin du Pliocène, l'alluvionnement du Quaternaire ancien de la Bresse du Nord est représenté par le dépôt du Complexe de couverture bressan (P. Sénac, 1981). Constituée d'apports locaux et de remaniements de matériel ancien, cette formation marque le stade maximal de remplissage de la cuvette.

En Bresse du Sud, l'alluvionnement présumé synchrone (?) est grossier et d'origine alpine (cailloutis à quartzites). Une lacune, qui existe probablement plus dans nos connaissances que dans la sédimentation bressane elle-même, se situe immédiatement après le Quaternaire ancien. Compte tenu de la chronologie la plus communément admise, il faut en effet attendre le Riss ancien pour assister à la mise en place de la couverture morainique de la Dombes, représentant la dernière contribution alpine directe au comblement de la partie sud de la Bresse.

Par les superficies qu'il intéresse et en raison de l'importance des événements à l'origine desquels il se situe, l'invasissement glaciaire marque un tournant dans l'histoire géologique de la dépression. La morphologie de la Bresse, telle que nous la connaissons, résulte pour une bonne part de la déglaciation qui s'est amorcée postérieurement à l'épisode glaciaire principal des moraines externes.

Ce sont vraisemblablement des eaux résultant de la fusion des glaces qui, à l'origine, ont ouvert, en direction du Sud, un exutoire aux matériaux bressans. La création de plusieurs grands lacs glaciaires, ou d'un seul, dont le plan d'eau, de niveau décroissant, se serait momentanément stabilisé à différentes altitudes, est à envisager. L'interprétation de caractères morphologiques (talus d'altitude constante) observés en Bresse du Sud et en Bresse moyenne, entre les cotes + 280-275 m, + 270-265 m, + 245-240 m et + 230-220 m, laisse supposer l'établissement momentané de quatre niveaux lacustres (R. Fleury, 1982). A ces considérations de caractère exclusivement morphologique s'ajoutent, pour les deux niveaux inférieurs, d'autres observations plus concrètes (dépôts fluvio-glaciaires et glacio-lacustres), qui renforcent considérablement l'hypothèse de leur existence.

Parallèlement à ces envahissements lacustres le démantèlement des moraines se poursuit. Deux terrasses fluvio-glaciaires se développent et progressent vers le centre de la dépression en avant du front morainique. La terrasse de Saint-Just (feuille Bourg-en-Bresse), la plus élevée, liée au niveau lacustre de 245-240 m, entaille la rive droite de la Reyssouze, à l'Est et au Nord-Est de Bourg-en-Bresse. La terrasse inférieure, dite de Bourg—Viriat, représente l'ultime alluvionnement grossier, de sens sud-nord, aboutissant en Bresse. Elle occupe la dépression Pont-d'Ain—Bourg-en-Bresse, entre la moraine de Tossiat et le glacier de la Dombes, et se développe vers le Nord jusqu'à Viriat—Attignat.

Dans le même temps, les collecteurs des bordures alimentent la dépression en matériel alluvial détritique, en particulier l'Azergues dont les volumineux apports s'accumulent en cône de déjection formant déversoir en amont duquel se constitue, selon un régime fluvio-lacustre ou fluvio-palustre, le niveau d'altitude constante de 211-213 m.

Avec ce niveau, dont la terrasse de Bourg—Viriat est l'une des origines fluvio-glaciaires, apparaît pour la première fois une formation géologique résultant d'un régime sédimentaire unique intéressant et unissant la Bresse du Nord et la Bresse du Sud alors qu'auparavant la sédimentation des deux parties de la dépression était régie par des phénomènes distincts s'exerçant suivant des directions opposées.

Un second niveau d'altitude constante, presque aussi étendu que le précédent, résultant également de venues fluviales ou fluvio-glaciaires contrôlées par un niveau lacustre, s'établit entre 202 et 205 m. Il est suivi de la Formation de Saint-Cosme, constituée par la superposition de sédiments fluviaux fortement ravinants, puis lacustres bien distincts.

L'histoire géologique de la Bresse s'achève par des cycles alluviaux exclusivement fluviaux qui modèlent le paysage actuel.

Au Würm ancien, la terrasse sableuse (Fy) se met en place au détriment des sédiments lacustres de la Formation de Saint-Cosme qu'elle érode profondément. Au Würm récent, l'alluvionnement réel constitué d'apports longitudinaux est incertain ; les graviers à *Elephas primigenius* sont plus vraisemblablement du matériel remanié constituant le soubassement des limons holocènes des basses plaines alluviales.

DESCRIPTION DES TERRAINS

TERRAINS NON AFFLEURANTS

Un seul sondage profond (8-2), représenté en marge de la carte, a été implanté sur le territoire de la feuille Pierre-de-Bresse. Localisé à Abergement-Saint-Jean, sa profondeur est de 1 154,8 mètres.

Sa coupe schématisée est reproduite dans le tableau 1 avec celles de deux autres ouvrages localisés près des limites du territoire étudié, sur les feuilles Seurre (527-8-79) et Chalon-sur-Saône (579-4-2).

TERRAINS AFFLEURANTS

Généralités

Parmi les terrains affleurant dans la dépression, les témoins les plus anciens du remplissage bressan proprement dit sont localisés près des bordures. Sur le territoire de la feuille Pierre-de-Bresse, qui est sans contact avec les reliefs bordiers, n'apparaissent que les formations plio-pléistocènes.

Le puissant cône alluvial des Cailloutis de la forêt de Chauv n'a pas atteint les limites du territoire étudié et seuls ses équivalents fins se sont dispersés jusque là. Les corps sableux : Sables de Neublans, Sables de Foulenay, assurent la transition avec le Complexe des Marnes de Bresse dans lequel ils s'imbriquent.

Depuis le Pliocène, la Bresse représente un milieu sédimentaire bien particulier. L'image qui s'en dégage après le levé de l'ensemble des cartes à l'échelle de 1/50 000 est celle d'un appendice de la vallée du Rhône, une fosse permanente, d'obédience lacustre, qui, pendant très longtemps, a reçu l'essentiel de son alluvionnement d'une source unique, les Alpes, par deux voies distinctes.

L'approvisionnement septentrional par l'Aar-Doubs a déterminé des pentes sédimentaires nord-sud en Bresse du Nord tandis que l'alluvionnement méridional direct s'est disposé selon des pentes sédimentaires sud-nord. L'existence de celles-ci en Bresse méridionale a donc interdit, pendant très longtemps, toute communication de la dépression avec le Sud. Il faut attendre le tarissement des dernières venues alpines directes, représentées par les avancées morainiques de la Dombes, pour que la Bresse s'ouvre enfin vers la vallée du Rhône, son exutoire naturel.

Les diverses manifestations découlant des grands changements climatiques du Pliocène et du début du Pléistocène ont ainsi abouti dans un milieu sédimentaire confiné, lacustre ou palustre. Jusqu'à son remplissage maximal (fin du Quaternaire ancien), la Bresse a été, de ce fait, privée des repères stratigraphiques habituels que représentent les divers remblaiements et leurs formes d'érosion, d'où les difficultés contrariant l'établissement d'une échelle stratigraphique cohérente.

Formations alluviales et ensembles fluvio-lacustres de la Bresse

Une étude sédimentologique détaillée, objet d'une thèse de 3^e cycle soutenue par J. Teste, a été effectuée en 1977. Elle couvre un territoire s'étendant d'une bordure à l'autre de la dépression, intéressant d'Ouest en Est les feuilles à 1/50 000 Chagny, Pierre-de-Bresse et Poligny.

Les données originales sur le remplissage bressan introduites par le travail de J. Teste ont été confirmées par les levés de terrain ultérieurs. Elles peuvent se résumer comme suit (J. Teste) : « Avant l'épisode du Saint-Cosme, les formations semblent constituer un seul et même système fluvio-lacustre, celui d'un lac bressan dans lequel se déversent, à partir des bordures, des cours d'eau d'importance variable qui ont alimenté le lac en apports terrigènes »... « Le système du Saint-Cosme inaugure un nouvel épisode correspondant à un changement radical dans le remplissage bressan. Un réseau fluvial, drainé en direction du Sud, s'installe ».

Les distinctions lithologiques opérées dans les Marnes de Bresse (s./) du territoire étudié s'inspirent de ces considérations.

Marnes, sables et argiles de Bresse (p-IV)

p-IVM. Marnes, argiles, silts parfois carbonatés, de couleur généralement gris bleuté, localement passées ligniteuses ou concrétions calcaires. C'est le faciès le plus commun des Marnes de Bresse constitué de marnes, d'argiles, de silts et de sables fins dont la couleur évolue du bleu pastel au gris brunâtre ou noirâtre et même au noir de la matière organique. A ces tons de base se mêlent des nuances de vert, de violet, de rose ou de saumon.

Lithofaciès et teintes se combinent pour constituer une infinie variété de compositions qui font des Marnes de Bresse, appelées parfois Marnes bleues, un ensemble monotone à l'échelle du bassin mais très varié dans le détail. Ainsi constituées les différentes combinaisons se présentent en niveaux dont l'épaisseur va de quelques centimètres à plusieurs mètres. Dans les couches de matériaux marneux ou argileux les plus épaisses apparaissent localement des litages faits de lamines millimétriques séparées par des interfeuillet silteux très micacés. En Bresse, ces figures de stratification n'intéressent pas une formation particulière mais se rencontrent dans l'ensemble du système marneux. Elles témoignent simplement de conditions particulières de sédimentation (saisonnaire ?) qui ont régné un temps en un lieu donné.

Des débris végétaux plus ou moins argileux se rencontrent localement dans l'ensemble marneux p-IVM. Ils sont généralement disposés en strates dont l'épaisseur varie de quelques millimètres à un ou deux mètres, exceptionnellement trois. Plus rarement ils sont disséminés, avec une densité variable, en copeaux de très petite taille, dans la masse du sédiment.

Les carbonates représentent l'un des éléments majeurs des marnes p-IVM. Absents de certains niveaux ils apparaissent dans d'autres sous différents aspects. Parfois, sous forme de calcite en grains, ils sont, associés au quartz, l'un des constituants des sables et des silts. Ailleurs, ils sont inclus dans les horizons marneux. Leur apparence la plus caractéristique est une forme concrétionnée, généralement aplatie, parfois très dure, atteignant exceptionnellement 100 à 130 mm dans sa plus grande dimension. A l'exception des niveaux sableux, ces concrétions se rencontrent dans tous les horizons même dans les couches argileuses totalement décarbonatées. Localement elles deviennent si abondantes qu'elles constituent une marne grossière, grumeleuse, liée par une maigre matrice argileuse ou marneuse.

De nombreux examens ont été pratiqués sur les échantillons prélevés dans les marnes p-IVM. Ils intéressent différentes disciplines et les conclusions de J. Teste citées ou interprétées se résument comme suit.

• **Granulométrie.** Les marnes p-IVM représentent un ensemble homogène. Il s'agit globalement de siltites sableuses et argileuses, de siltites sableuses, de sil-

Tableau 1
Coupe résumée de quelques sondages profonds

Code minier		527-8-79			554-8-2			579-4-2		
Maître d'œuvre		SAFREP—Cd-1			RAP—BR 105			PREPA—Montcoy 2		
Coordonnées Lambert		x : 830 300 y : 227 900 z : + 190			x : 830 290 y : 214 050 z : + 206,40			x : 803 580 y : 203 084 z : + 203,40		
Profondeur		439,15 m			1 154,80 m			1 098 m		
		Étage	Épaisseur en m	Alt. base série ou étage	Étage	Épaisseur en m	Alt. base série ou étage	Étage	Épaisseur en m	Alt. base série ou étage
Néogène	Quaternaire	} indiff.	65,15	+ 124,85	} indiff.	164,00	+ 42,40	} indiff.	102,00	+ 101,40
	Pliocène		57,50							
	Miocène	Mioc. lac. Mioc. fluv.	32,50 19,00	+ 15,85	} indiff.	9,00	+ 92,40			
Paléogène	Oligocène							142,00	— 99,6	
	Éocène							221,00	— 377,60	
Crétacé	Cénomaniens	} Sup.	46,00	} — 115,65		14,00	— 113,6			
	Albiens					44,00	— 157,6			
	Hauteriviens	} Inf.	85,50			21,00	— 178,6			
	Valanginiens					67,00	— 245,6			
	Purbeckiens					1,00	— 246,5			
Jurassique	Portlandien	} Sup.	133,50	— 249,15	} Kimmér. + Rauracien	117,00	— 363,6	} indiff.	80,00	— 484,60
	Kimméridgien					247,00	— 610,6		133,00	— 617,60
	Séquanien								74,00	— 691,60
	Oxf. { sup. Rauracien moy. Argovien inf.								48,00	— 739,60
	Callovien	} Ox. indif.				39,00	— 649,6	} Argovien et Callovien	141,00	— 880,60
	Bathonien					5,00	— 654,6			
	Bajocien					86,50	— 741,1			
	Bajocien { sup. moy. inf.					52,50	— 793,6			
						13,00	— 806,6			
	Aalénien					122,00	— 928,6			
	22,40	— 951,0								

tites argileuses avec une charge sableuse. Les fractions granulométriques les plus fréquentes appartiennent à la classe des lutites (2 à 50 μ) regroupant les argiles et les silts. Le type grossier le plus fréquent est un silt fin (0,004—0,025 mm).

Les niveaux sableux sont peu fréquents ; de plus une partie de la charge sableuse provient de concrétions calcaires.

L'ensemble de ces caractères indique un milieu sédimentaire calme de type lacustre ou palustre, alimenté par des apports fluviaux de faible dispersion. La fréquence des épisodes ligniteux confirme ces caractères.

• **Pétrographie—Minéralogie globale.** Dans les fractions sableuse et silteuse, les minéraux les plus fréquents sont le quartz et la calcite. Les feldspaths, plagioclase et orthose, n'apparaissent qu'à titre d'éléments accessoires de même que la dolomite.

Les graviers, assez rares, sont le plus souvent de quartz, de grès, de calcaires et parfois de quartzites, de roches éruptives et métamorphiques, de chailles. Les concrétions calcaires ou gréseuses sont fréquentes.

Une évolution dans la composition pétrographique des marnes p-IVM s'observe d'Est en Ouest. Les débris lithiques, abondants près du Jura, cèdent progressivement la place au quartz, élément le mieux représenté près de la Côte ouest.

La minéralogie des argiles est assez constante. La montmorillonite domine largement l'illite qui, elle-même, est légèrement plus abondante que la kaolinite. La chlorite et les interstratifiés sont en traces et localisés.

• **Minéraux lourds.** L'étude des minéraux lourds permet d'apporter quelques indications sur les diverses provinces susceptibles d'avoir fourni à la Bresse son matériel alluvial, chacune de ces provinces étant caractérisée par un cortège minéralogique propre :

— *apports alpins* acheminés par l'Aar-Doubs : épidote, grenat, amphibole, glaucophane, chloritoïde ;

— *apports du Crétacé moyen* provenant des sables albiens de la bordure ouest de la Bresse : tourmaline, zircon, minéraux titanés, monazite, staurotide, disthène, les deux derniers plus spécifiques des cortèges crétacés que les autres ;

— *apports du socle éruptif et métamorphique* du Massif Central : sillimanite ?, sphène pour partie ?

— *apport provenant de l'érosion de la couverture sédimentaire du Massif Central*, originaires du Permo-Carbonifère, du Trias, du Crétacé moyen et des formations résiduelles des plateaux bourguignons (sphène ?) ;

— *apports des Vosges* : minéraux ubiquistes d'origine permo-triasique et cristalline, décelables uniquement en Bresse du Nord.

Pour ce qui concerne plus particulièrement les marnes p-IV du territoire de la feuille Pierre-de-Bresse, les minéraux alpins sont très largement dominants.

• **Calcimétrie.** Ponctuellement cette discipline n'apporte pas de résultats très significatifs. Globalement on observe, d'Est en Ouest, une diminution de la teneur en carbonate à mettre en relation avec la nature pétrographique des dépôts.

Les marnes p-IVM représentent l'essentiel du comblement plio-quadernaire de la cuvette bressane. A l'exception de la bordure jurassienne où les sables sont dominants, elles apparaissent généreusement sur le reste du territoire étudié. Sous la Formation de Saint-Cosme, dont elles constituent le substrat, elles sont

assez bien connues grâce aux nombreux sondages implantés dans le val pour la recherche de granulats.

p-IVS. Sables et silts quartzeux, beiges à verdâtres, micacés, parfois carbonatés, localement consolidés. Les corps sableux qui apparaissent dans le secteur est du territoire de la feuille Pierre-de-Bresse ne représentent qu'un faciès particulier des Marnes de Bresse (*s.l.*). Leur grande extension en bordure jurassienne justifie cependant la différenciation lithologique opérée.

Les Sables de Neublans, visibles dans l'abrupt de la falaise qui constitue la rive gauche du Doubs sur la commune de Petit Noir, sont connus de longue date puisque décrits dès 1882 par M. Bertrand. La distinction des Sables de Foulenay est plus récente. Proposée avec réserve par J. Teste en 1977, elle a été reprise par F. Zanon en 1978 et P. Sénac en 1981. Ces sables se différencient de ceux de Neublans par la présence de quelques cordons de galets et par de légères variations observées dans la granulométrie et dans la composition du cortège minéralogique, mais, du point de vue cartographique, la distinction de deux corps sableux ne semble pas s'imposer.

Sondages et affleurements permettent de dresser une coupe synthétique assez complète des Sables de Neublans, partant de la cote + 175, soit environ 7 m au dessous du niveau du Doubs, et culminant à 212 m au sondage 4-53 de Petit Noir, bois des Dutarte.

Les 7 m inférieurs ont permis de reconnaître des sables, des silts et des marnes bleues contenant des débris de bois ligniteux. On peut observer à la partie supérieure de ces marnes, visibles au pied de la falaise, au niveau du Doubs en période d'étiage, des souches et des débris de bois flottés, surmontés par un niveau épais de 0,5 à 1 m, de cailloutis à galets siliceux et calcaires où « la présence de radiolarites témoigne de l'origine alpine d'au moins une fraction des matériaux » (J. Bonvalot, 1974). La matrice sablo-marneuse des galets a livré une abondante faune de Mollusques.

Les Sables de Neublans débutent au toit de ce niveau caillouteux. Ils sont représentés par une douzaine de mètres de sables fins à quartz non usés, micacés (muscovite abondante), blonds ou gris verdâtre à beige jaunâtre, presque toujours calcaires, d'aspect molassique, à plaquettes centimétriques ou « boules cimentées » de grès calcaire, localement à passées centimétriques argileuses, souvent fossilifères à la base. Deux sondages exécutés à Torpes (8-1002), les Valliers, et à Montjay (8-1003), les Baraques, ont traversé des faciès analogues entre les cotes + 193 et + 198 pour l'un, + 195 et + 202 pour l'autre. Il est également possible d'observer ces sables dans une carrière abandonnée à Charmoncel (Beauvoisin). Ces sables passent progressivement vers le haut à une série, épaisse de 5 m environ de dépôts fins lités, très carbonatés (marnes, silts micacés beige jaunâtre) en alternance avec des argiles beiges, gris verdâtre ou jaunâtres, à granules et concrétions calcaires.

Du point de vue cartographique les sables, marnes et argiles sont représentés sous la même notation, l'extrême diversité des affleurements et les variations d'épaisseur des deux types de faciès rendant la distinction impossible.

Les levés cartographiques et les examens pratiqués (J. Bonvalot, J. Teste, F. Zanon, P. Sénac) sur les Cailloutis de la forêt de Chaux et sur les corps sableux de la bordure jurassienne soulignent la dépendance des seconds relativement aux premiers. Sables de Neublans et de Foulenay ne représentent qu'un ensemble détritique intermédiaire entre le matériau grossier d'origine, les Cailloutis de la forêt de Chaux, mis en place selon un régime à haute compétence, et un terme sédimentaire accompli, lacustre ou palustre, régi par des eaux calmes : les marnes p-IVM. Aussi, parmi les différentes disciplines, seuls les exa-

mens ayant trait à la pétrographie et à la minéralogie de ces sables ont valeur significative.

• **Pétrographie—Minéralogie globale.** J. Teste observe une grande variété dans la catégorie des rudites (grain > 2 mm) : quartz très souvent cariés, grès, calcaires, quartzites, fragments de roches éruptives et métamorphiques et quelques radiolarites d'origine alpine. La fraction arénitique (63 μ à 2 mm) est quartzo-lithique et lithique. L'échantillon tout-venant indique du quartz abondant et, en plus faible quantité, plagioclase, orthose, calcite, dolomite, goethite, chlorite. Les argiles sont constituées de montmorillonite dominante, de kaolinite et d'illite en quantités égales, et quelquefois de chlorite ou d'interstratifiés illite-montmorillonite.

• **Minéraux lourds.** La formation des Sables de Neublans montre un cortège alpin dont les teneurs sont comprises entre 72,7 et 90,6 % du total des minéraux lourds. Les teneurs pondérales de minéraux lourds sont comprises entre 0,58 et 1,84 %.

p-IVA. **Argiles et argiles sableuses, grises à jaunâtres (Argiles d'Oussières).** A l'Est de la feuille Pierre-de-Bresse, les Cailloutis de la forêt de Chaux et les Sables de Foulenay sont recouverts par un complexe argileux appelé Argiles d'Oussières qui, localement, atteint une épaisseur proche de 20 mètres. Des argiles assimilables à celles de ce complexe se rencontrent à Beauvoisin au toit des Sables de Neublans.

Il s'agit d'argiles épaisses de 3 à 6 m, grises à jaunâtres, altérées et panachées au sommet, compactes, à fines passées silteuses. Un ou plusieurs bancs décimétriques d'argile noire ou de lignite peuvent s'intercaler dans cette série ainsi que des cordons discontinus de graviers et de galets visibles par exemple à Petit Noir dans le talus surplombant la D.9 au Sud-Est du Doubs ou dans une coupe située à 300 m à l'Est du château de Beauvoisin dans le talus d'un petit chemin descendant vers la rivière. Dans le secteur nord-est, au hameau de Vernes, des sables roux argileux paraissent se substituer à ces argiles (chenaux ravinants ?).

Toutefois la position stratigraphique de ces passées sablo-graveleuses reste incertaine. Quelques-unes paraissent interstratifiées dans le Complexe des Argiles d'Oussières mais d'autres sont probablement à rattacher à un autre cycle sédimentaire, celui de la terrasse FLv-w.

Les Argiles d'Oussières sont pétrographiquement très représentatives du matériel alpin qui a pénétré en Bresse par l'Aar-Doubs. La dolomite, probablement authigène, est présente mais peu abondante comme dans toutes les formations localisées dans la partie est de la dépression. Le cortège minéralogique est alpin, enrichi par des éléments originaires du Crétacé moyen et peut-être des Vosges. Du point de vue granulométrique, ce sont des siltites sableuses et des siltites avec une charge en sable quartzo-lithique (fragments calcaires). Parmi les argiles, la montmorillonite précède, dans l'ordre d'abondance, l'illite, elle-même un peu plus fréquente que la kaolinite.

Formation FLv-w et formation de Palleau (p-IVP)

Généralités. Données morphologiques sur le val de Saône. Tout au long de son parcours du Nord au Sud de la Bresse, la basse plaine alluviale Fz de la Saône est bordée par une terrasse Fy de 5 à 8 m d'altitude relative. La Formation de Saint-Cosme $\frac{FL_{xb}}{F_{xa}}$, dont l'altitude du toit varie de 190 à un peu plus

de 200 m en Bresse du Nord, domine ces deux formations fluviales. Entre les points hauts du remplissage bressan, localisés au pourtour de la dépression, et le toit de la Formation de Saint-Cosme, s'étagent deux niveaux à 202-205 m pour l'un et 211-213 m pour l'autre qui représentent respectivement les paliers w et v (*) de la chronologie relative du val de Saône. Ces niveaux ont la particularité de conserver leur altitude du Nord au Sud de la dépression. En rive droite de la Saône, leur périmètre est marqué par des talus plus ou moins accusés suggérant des formes d'emboîtement. En rive gauche, ces formes ne s'observent que très localement et le raccordement avec le pied du Jura s'opère par un vaste glacis à pente très douce. De plus, pour chacun de ces niveaux, l'alluvionnement observé est très différent d'une rive à l'autre.

p-IVP. Rive droite de la Saône. Formation de Palleau. Sables et silts siliceux à passées carbonatées, argiles ; localement concrétions carbonatées. Sédimentation parfois litée. La Formation de Palleau, ainsi nommée parce que la superficie assez réduite qu'elle occupe dans l'angle nord-ouest du territoire étudié s'étend pour l'essentiel sur cette commune, ne représente pas une unité distincte des formations qui la jouxtent sur les feuilles voisines. Elle appartient au niveau de 202-205 m, très étendu en rive droite de la Saône. Le périmètre de ce niveau marque le pied des reliefs de la forêt de Cîteaux (Seurre), passe très en amont du confluent Bouzaise—Meuzin (Beaune) et borde (Chagny) les sables et argiles de Chagny et leurs équivalents vers le Sud.

Les matériaux cartographiés sous la notation p-IVP sont connus grâce à trois sondages implantés sur les communes d'Ecuelles (1-44), de Bragny-sur-Saône (1-137) et de Labergement-lès-Seurre (527-5-37), ce dernier situé sur la feuille Seurre, hors des limites du territoire étudié.

Sous la couverture limono-argileuse beige-brun marbrée, épaisse de 3,5 à 4,5 m, on rencontre des silts micacés argileux de couleur beige ou beige-brun à reflets roses ou saumon, puissants de 4 à 7 mètres. Localement s'y observent des figures de sédimentation faites de litages millimétriques parfois soulignés par de minces lits de sable fin siliceux roux ou par des feuilletts discontinus d'argile grisâtre. Les carbonates n'apparaissent généralement que dans la moitié inférieure des silts lités, généralement sous forme de concrétions calcaires de petite taille.

Un niveau d'argile brun-jaune assez compacte, à l'aspect de paléosol, riche en concrétions calcaires oxydées, sépare les silts argileux supérieurs p-IVP des faciès marneux sous-jacents p-IVM.

FLv-w. Rive gauche de la Saône. Galets, graviers, sables et silts siliceux très oxydés, intercalations argileuses locales. Sur la rive gauche de la Saône la Formation de Saint-Cosme de la feuille Pierre-de-Bresse est emboîtée dans une formation caillouteuse surmontant les marnes p-IVM. Les points les plus élevés du toit de cette terrasse, qui n'accuse pas de déclivité longitudinale, atteignent 213 m (palier v de la nomenclature bressane) mais, en différents endroits, des altitudes inférieures sont enregistrées, proches de celles du palier inférieur de 202-205 m d'où la notation compréhensive v-w. Déjà connue sur les feuilles Seurre (terrasse des Bois-Clairs) et Dôle (FL1), cette formation, bien représentée sur Pierre-de-Bresse, atteint son extension maximale au Sud, sur le territoire de la feuille Louhans, où son toit sans pente conserve une altitude variant de 211 à 213 mètres.

(*) Les levés géologiques du territoire des feuilles Saint-Amour et Bourg-en-Bresse ont montré que la constitution des terrasses d'altitude constante (niveaux de 211-213 m et de 202-205 m) était dépendante de la glaciation rissienne de la Dombes. L'indice chronologique affecté à ces terrasses aurait dû, comme pour la Formation de Saint-Cosme, comporter la lettre x (rissien), suivie d'un indice numérique.

Un sondage (6-6) implanté en fond de fouille complète la coupe donnée par la carrière de Mervans (dite des Cailloux, dans le bois des Vaux). La base de la formation est imprécise. Il n'existe pas de contact franc entre le substrat marneux p-IVM et la terrasse. Le passage de l'un à l'autre s'effectue insensiblement, assuré par des matériaux oxydés : silts carbonatés ou non, parfois lités, ocre-beige à brunâtres ou rougeâtres, alternant avec des argiles compactes, beige grisâtre, sans structure de sédimentation. Cette zone de transition atteint une épaisseur proche de 7 m à Mervans. La terrasse débute par des sables siliceux, hétérométriques, très grossiers, jaune-beige, épais de 2,5 m environ, incluant quelques graviers et galets siliceux et, localement, quelques passées de silts argileux beiges ou jaunes. Les niveaux grossiers, exclusivement siliceux, sont pour l'essentiel, remaniés des Cailloutis de la forêt de Chaux : quartz cariés, calcaires silicifiés très abondants, quartzites, chailles et rares radiolarites. Les fragments d'entroques et de radioles d'Oursins sont fréquents.

Des figures de stratification fluviale affectent fréquemment les niveaux sableux ou caillouteux, mais, localement, on y observe également l'existence de niveaux lenticulaires de matériaux fins silteux ou argileux parfois lités. C'est pourquoi la notation complexe FL a été retenue afin de suggérer une probable contribution lacustre (ou palustre) à la sédimentation de l'ensemble. L'étude des minéraux lourds indique un sédiment d'origine alpine, mais enrichi par une contribution des plateaux calcaires jurassiens. Des similitudes avec le cortège minéralogique des Cailloutis de la forêt d'Arne (également appelés Cailloutis supérieurs de la forêt de Chaux) sont signalées par F. Zanon (1978) et P. Sénac (1981).

Formation de Saint-Cosme $\frac{FL_{xb}}{F_{xa}}$

Généralités. Cette formation a été décrite pour la première fois en 1847 par J. Canat grâce à des observations faites à Saint-Cosme, faubourg de Chalon-sur-Saône. Une aire d'extension, allant de Gray à Neuville-sur-Saône (F. Delafond, C. Depéret, 1893), lui est accordée, mais, en fait, cette formation n'est reconnue et cartographiée que de Pontailler-sur-Saône à Tournus (R. Fleury, 1982). Elle est constituée de deux termes sédimentaires distincts : une sédimentation fluvio-lacustre (FL_{xb}) surmontant des dépôts fluviaux (F_{xa}) représentant la première organisation de ce type connue en Bresse. Auparavant toutes les venues de matériaux grossiers, originaires des bordures de la dépression, se sont dispersés en milieu palustre ou lacustre. Avec le Saint-Cosme, le système de la Saône s'accomplit enfin jusqu'à son exutoire naturel.

Avant d'être, à son tour, ravinée par les alluvions plus récentes, la Formation de Saint-Cosme a influencé plus des deux tiers (environ 370 km²) de la superficie de la feuille Pierre-de-Bresse. Les témoins des terrains plus anciens respectés par sa mise en place sont localisés dans les secteurs nord-ouest et sud-est du territoire étudié.

Alluvionnement fluviale. Paléotopographie et dépôts. F_{xa} . Graviers et galets polygéniques, sables siliceux et carbonatés. Des sondages, nombreux dans la partie nord, plus espacés au Sud-Est, permettent de connaître la géométrie de la forme d'érosion (voir courbes isohypses) dans laquelle se sont déposés les graviers de base du Saint-Cosme. La ligne de creusement maximal, jalonnée par les bourgs de Trugny, Navilly, Sermesse et Ciel, est affectée d'une pente longitudinale anormale. Egale à 0,38 ‰, donc très faible, en amont de Navilly, la déclivité s'amortit encore vers l'aval et, de Ciel à Tournus, conserve une valeur nulle ; sur ce dernier parcours les cotes d'arasement du toit des Marnes de Bresse restent comprises entre 159 et 162 mètres. A Ciel et à Verjux (Chagny), existent deux petites fosses où les marnes ont été atteintes à la cote + 155.

La forme de ravinement des Marnes de Bresse accuse également, au confluent Saône—Doubs, sur le territoire des feuilles Seurre et Pierre-de-Bresse, une forte dissymétrie transversale. Le Doubs, gros affluent à forte pente, a constamment rejeté vers l'Ouest l'axe de creusement maximal de la Saône, son collecteur moins actif, déterminant ainsi un glacis de rive gauche beaucoup plus étendu et plus relevé que celui de rive droite, tout en déplaçant vers le Sud le point de confluence qui, à l'origine, se situait à Saint-Jean-de-Losne.

Les matériaux fluviatiles grossiers qui se sont déposés dans la vaste forme d'érosion du confluent Saône—Doubs sont, pour la plus grande part, originaires de cette dernière vallée, source principale d'alluvionnement fluviatile de la Formation de Saint-Cosme en Bresse du Nord. Les Tilles et l'Ouche ancienne ont également fourni des contingents alluvionnaires considérables mais leurs apports ne se sont pas, semble-t-il, dispersés si loin vers l'aval.

Pour l'essentiel la contribution du Doubs est représentée par des calcaires de toutes tailles, généralement mal roulés. Les matériaux plus évolués, exclusivement siliceux, proviennent, par remaniements successifs, des Cailloutis de la forêt de Chaux : quartzites abondants, grès, roches métamorphiques et éruptives altérées et quartz cariés ou non. La base des graviers, souvent colmatée par une matrice argileuse ou marneuse brun verdâtre, inclut localement des blocs de calcaire de grande taille (> 50 cm).

Alluvionnement fluvio-lacustre. Cause du changement de régime de sédimentation. Les dépôts fluvio-lacustres qui se sont superposés aux sédiments fluviatiles du Saint-Cosme supposent l'existence d'un barrage occasionnant l'invasion lacustre du val de Saône. Le cône alluvial de l'Azergues (Villefranche-sur-Saône) peut avoir joué ce rôle (R. Fleury, 1982), en obstruant la vallée de la Saône un peu en amont de Neuville-sur-Saône.

Les dépôts lacustres ou fluvio-lacustres débutent généralement par des silts quartzeux, épais de 2,5 à 7 m, irrégulièrement argileux et carbonatés, de couleur gris clair à gris verdâtre ou noirâtre, où sont fréquemment disséminées des concrétions calcaires. A la partie supérieure des silts, une stratification discrète apparaît sous forme de lits argileux millimétriques de couleur rose-saumon, alternant avec des filets silteux ou marneux gris bleuté à gris noirâtre. La phase sédimentaire la plus typique du Saint-Cosme présente des caractères lacustres très accusés. Elle est représentée par des dépôts épais de 4 à 7 m de matériaux fins lités, argileux, marneux ou silteux. Le classement granulométrique des constituants souligne le caractère rythmique saisonnier de la sédimentation : lits filets millimétriques séparés par des interfeuillets silteux micacés. De très minces lits sableux s'intercalent parfois entre les lamines argileuses ou marneuses. Le litage, marqué par la granulométrie, est accusé par les différences de couleur. Dans l'ensemble, les matériaux fins ont des teintes sombres : gris, gris fumé, verdâtre, coupées de passées plus claires de ton pastel : vert-olive, beige, rose ou saumon.

Les niveaux supérieurs de la Formation de Saint-Cosme mettent en évidence une reprise modérée de l'activité fluviatile qui se signale par des passées lenticulaires de sables fins ou grossiers, voire de graviers, intercalées dans les matériaux fins lités. Ces manifestations, auxquelles s'ajoutent des contributions colluviales, s'observent de préférence sur les bordures, près des terrains encaissants. Toutefois, loin des rives, des divagations fluviatiles ont pu abandonner des matériaux grossiers. Par exemple, à la tuilerie du Chapot, à Ciel, un chenal de graviers consolidés par des oxydations ferro-manganiques recoupe les dépôts lités supérieurs où s'observent en outre des phénomènes de cryoturbation qui se manifestent par une désorganisation des litages en figures ondoyantes, festonnées ou rubanées. De telles observations ne sont pas rares dans les niveaux supérieurs du Saint-Cosme.

Comme les marnes p-IVM dont ils sont, pour l'essentiel, issus, les sédiments fins du Saint-Cosme sont pauvres du point de vue minéralogique. Le quartz et la calcite sont dominants dans les fractions sableuse et silteuse. La fraction argileuse, souvent la plus importante dans le sédiment global, est composée de kaolinite, de smectite et d'illite dans des proportions respectives, ramenées à 10, variant de 5-3-2 à 3-4-3.

Répartition du Saint-Cosme. A l'affleurement principal se raccordent deux émissaires secondaires originaires des vallées de la Brenne et de la Seille. Leur point théorique de convergence est localisé dans le secteur de Verdun-sur-le-Doubs, Charnay-lès-Chalon, Navilly.

• **Affleurement principal. Confluent de la Saône et du Doubs.** Les limites d'emboîtement, discrètes en rive gauche de Neublans à Saint-Martin-en-Bresse, bien marquées en rive droite de Chivres à Bragny-sur-Saône, reflètent fidèlement la dissymétrie très marquée du ravinement. Le creusement accuse ainsi en rive gauche un relèvement progressif mais très sensible atteignant 12 à 13 mètres.

Les remblaiements estompent la dissymétrie de l'érosion. Les dépôts fluviatiles comblent de préférence le chenal le plus profond ; leur épaisseur décroît et leur toit se relève de la rive droite vers la rive gauche. Par exemple les graviers sont épais de 10,5 m sous la forêt de Pourlans et de 4 m seulement à Authumes ; leur toit y atteint, respectivement, les cotes + 176 et + 183.

La sédimentation ultérieure fluvio-lacustre n'a pas totalement effacé la dissymétrie subsistant après les dépôts fluviatiles. Le toit de la Formation de Saint-Cosme conserve une forte déclivité de sens est-ouest donnant une dénivellation transversale comprise entre 10 et 11 mètres. Les lignes de plus grande pente convergent vers le secteur de Ciel—Charnay-lès-Chalon.

• **Communication Brenne—Saône de Torpes à Chavenotte.** Les sondages confirment l'existence d'un chenal sinueux entre Torpes et Chavenotte (commune de la Chapelle-Saint-Sauveur). L'entaille pratiquée dans les formations encaissantes, terrasse FLv-w puis marnes p-IVM sous-jacentes, a érodé ces dernières jusqu'à la cote + 175-176. Le comblement est constitué par 17 à 18 m de sédiments lacustres surmontant un dépôt fluviatile réduit à 3 m environ. Dans l'étroit goulet, comblé jusqu'à la cote + 200, les sédiments lacustres sont recouverts par 1,5 à 3 m de sables argileux à rares galets siliceux masqués par des limons argileux.

• **Communication Seille—Saône.** L'étude photogéologique suggère l'existence d'une seconde communication, large de plus de 5 km, reliant la Brenne à la Saône, axée suivant une direction Bouhans—Mervans mais selon la carte géologique Louhans la Formation de Saint-Cosme n'occupe dans ce secteur qu'un vaste golfe ouvert uniquement sur la Saône. Certains sondages, implantés dans ce secteur, ont rencontré les deux termes sédimentaires superposés de la Formation de Saint-Cosme mais, dans d'autres, situés plus près de la Brenne, la base fluviatile est absente.

Formations alluviales

Au dessus du lit majeur actuel des rivières, remblayé par des alluvions fluviatiles récentes (Fz), une seule nappe plus ancienne (Fy) a été distinguée.

Les deux nappes, étroitement liées au Saint-Cosme, dont la morphologie portait l'ébauche de leur tracé, sont, pour l'essentiel, constituées de matériaux fins. Les phases érosives qui ont précédé ces alluvionnements ont profondément entaillé

(cycle Fy) ou complètement érodé jusqu'au gravier (cycle Fz) les sédiments fins, lacustres et fluvio-lacustres, du Saint-Cosme. Les graviers et galets de base de cette formation constituent (sauf exceptions très localisées) le substrat des alluvions modernes. Aussi, les épaisseurs de gravier, données dans les descriptions qui suivent, comprennent-elles une part notable d'alluvions plus anciennes appartenant à la phase fluviale de remblaiement du Saint-Cosme.

Vallée de la Saône

Fy — Les alluvions Fy, connues en amont (feuille Seurre) sous le nom de terrasse de Saint-Usage, subsistent en lambeaux isolés dont le plus important, très découpé, est situé en rive droite entre Chivres et Ecuelles. Elles dominent la basse plaine alluviale de 3 à 5 mètres.

Les maigres graviers siliceux, rencontrés en amont à la base de la nappe, ne semblent pas s'être dispersés jusque là. Le comblement, représenté par des sables quartzeux, moyens à fins, dépourvus de carbonates, localement très argileux, s'est effectué dans un lit d'érosion fortement relevé sur les rives. Près de celles-ci, les séries supérieures fines du Saint-Cosme restent présentes sous les dépôts Fy alors qu'elles sont totalement érodées dans la partie médiane du lit où l'épaisseur maximale des dépôts de la terrasse peut atteindre 7 à 8 mètres. La déclivité longitudinale du toit des alluvions Fy, très proche de 0,1 ‰ est exceptionnellement faible.

En rive droite de la rivière, la nappe Fy a été, sur des critères altimétriques, subdivisée en deux niveaux a et b. Le niveau supérieur, le plus ancien, porte la localité de Chazelle. Il domine de 1 à 3 m le niveau Fyb établi à l'altitude de 178 mètres. Ils n'existe pas de différence notable dans la composition des deux niveaux.

Fz — Succédant à un épisode sédimentaire calme, l'érosion marquant le début du cycle alluvial Fz, bien que plus intense que la précédente, n'a toutefois pas entraîné l'élimination des graviers de base du Saint-Cosme ni le surcreusement du substrat marneux p-IVM. Les matériaux grossiers que l'on trouve au contact de celui-ci appartiennent au Saint-Cosme fluviale, même si les apports modernes ont pu les remanier localement.

En amont de Charnay-lès-Chalon, les alluvions Fz, dont l'épaisseur totale varie de 8 à 11 m, sont caractérisées par une forte couverture de matériaux fins, puissants de 2,5 à 4 m, empruntés pour l'essentiel à la terrasse précédente. Ce sont des sables argileux roux, fins ou assez fins, quartzeux, totalement dépourvus de carbonates et localement recouverts de limons grisâtres de débordement. Dans les matériaux grossiers, les apports modernes se signalent localement par une forte dominante d'éléments calcaires originaires des affluents bourguignons (Tilles, Ouche) de la Saône. Un lit argileux grisâtre, tourbeux, les sépare alors des graviers conservés du Saint-Cosme.

A l'aval de Charnay-lès-Chalon, confluent de la Saône et du Doubs, les alluvions des deux rivières gardent un temps leurs caractères propres. C'est ainsi que les graviers du Doubs dominent altimétriquement de 3 à 4 m ceux de la Saône ; la différence allant s'atténuant vers l'aval pour ne cesser qu'aux portes de Verdun-sur-le Doubs. Cette ségrégation n'existe plus au niveau de la couverture fine puisque l'on observe, dès Bragny-sur-Saône, la prépondérance, dans les sols, des matériaux carbonatés du Doubs.

La faible déclivité du toit des alluvions Fz, qui reste parallèle à celui de la terrasse Fy, explique les divagations actuelles du lit mineur de la Saône dans sa plaine alluviale.

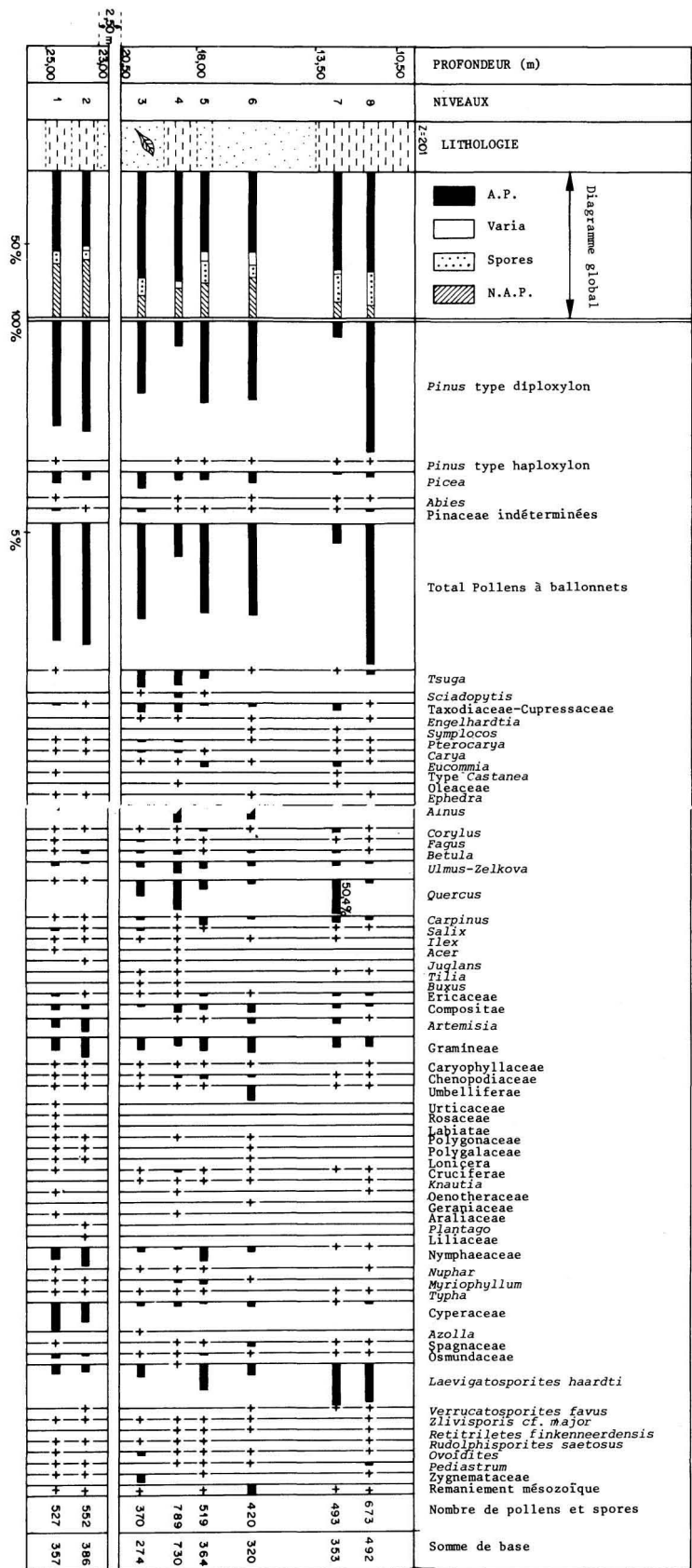


Fig. 1 - Diagramme pollinique du sondage de Bragny, le Châtelet (554-1-137)

Vallée du Doubs

Après le comblement fluvio-lacustre du Saint-Cosme, les eaux du Doubs aboutissent à la Saône dans le secteur de Saint-Jean-de-Losne. La plus ancienne terrasse fluviatile (Fya) de l'affluent s'étend de Tavaux à Saint-Symphorien-sur-Saône (feuille Seurre), à l'Est de la forêt de Pourlans. C'est semble-t-il au cours du cycle alluvial Fy que le Doubs, probablement capturé par un affluent de droite de la Guyotte, alors affluent direct de la Saône, s'ouvre, vers son collecteur, un tracé plus conforme à sa direction générale en s'orientant vers Navilly et Charnay-lès-Chalon. Jusqu'à l'achèvement du cycle alluvial Fy, et pendant une partie du cycle suivant Fz, le Doubs va se partager en deux bras préservant, découpant, et isolant le massif de la forêt de Pourlans. Les vestiges alluviaux isolés Fy (Fy_b de la feuille Seurre) et les divagations Fz anastomosées, de pente incertaine, que l'on rencontre de Chemin à Tichet (Seurre), sont les témoins des hésitations du Doubs.

Fy — Sur le territoire de la feuille Pierre-de-Bresse, les alluvions Fy du Doubs, qui correspondent au niveau Fy_b de celles de la feuille Seurre, n'occupent, au Nord d'Annoire, qu'une superficie d'une dizaine de kilomètres carrés. La base grossière des alluvions Fy, épaisse de 2 à 4 m, est composée de graviers et de galets bien roulés, à dominante siliceuse (nombreux calcaires silicifiés), colmatés par une matrice argilo-sableuse ou marno-sableuse beige-brun rougeâtre, qui se sont superposés à une partie des graviers de base conservés du Saint-Cosme après élimination totale de la couverture fluvio-lacustre de cette formation. Les alluvions grossières Fy sont masquées par des sédiments fins, essentiellement argileux, épais de 2 à 4 m, de couleur bistre clair à grisâtre, dont la base est accessoirement marneuse. La fraction sableuse, peu importante mais toujours représentée, est très localement prédominante. Les sols argilo-sableux ou limoneux des alluvions Fy sont toujours décarbonatés.

Fza, Fzb — Au cours de ce cycle alluvial le Doubs a achevé l'ouverture de son passage au Sud de la forêt de Pourlans, empruntant de Navilly à Charnay-lès-Chalon, un « goulet » entaillé dans la formation de Saint-Cosme. A la verticale de ce passage étroit, les marnes p-IVM du substrat sont érodées jusqu'à la cote + 162, ce qui représente, semble-t-il, un surcreusement par rapport à la forme d'érosion du Saint-Cosme (voir courbes isohypses du toit des Marnes de Bresse).

L'étude détaillée de l'alluvionnement de la vallée du Doubs confirme qu'il est très difficile de dissocier, sur une même verticale, les alluvions anciennes grossières conservées du Saint-Cosme des apports modernes. On observe toutefois que ces derniers apportent un enrichissement en éléments calcaires. Géographiquement, cette concentration se localise au débouché du Doubs. La base des graviers, généralement non remaniée par les apports modernes, reste plus riche (parfois 50 %) en éléments siliceux bien roulés (forêt de Chaux) : quartz, quartzites, grès, lydiennes, jaspes et chailles.

Les alluvions modernes certaines sont représentées par des sédiments fins, argileux, marneux ou sableux masquant les graviers. La couleur de ces apports en indique grossièrement la composition ; elle varie du brun, lorsqu'ils sont très argileux, au beige blanchâtre si le calcaire devient prédominant sous forme de sable, de silt ou de limon. Ces éléments argileux ou calcaires sont toujours accompagnés d'une notable fraction (parfois 50 %) de silt quartzeux.

De 8 à 9 m en limite nord-est de la feuille, l'épaisseur totale des dépôts alluviaux augmente vers l'aval pour atteindre 15 à 16 m à Navilly. L'épaisseur de la couverture alluviale fine croît dans le même sens, passant respectivement de 2-3 m à 4-6 mètres.

Les alluvions Fz ont été subdivisées en deux niveaux a et b. Le niveau Fzb, de façonnement plus récent, correspond approximativement à la plaine inondable endiguée. Les divagations de la rivière y dessinent un réseau confus de méandres et de chenaux imbriqués laissant subsister des bras morts que les périodes de crue réactivent ou déplacent.

Le toit des alluvions Fz perd 15 mètres environ pendant le parcours bressan du Doubs jusqu'à son collecteur, selon un profit longitudinal très relevé à l'amont. Cette faible déclivité moyenne, comprise entre 0,55 et 0,60 ‰, explique les divagations du lit mineur de la rivière.

Vallée de la Brenne

Depuis son entrée dans le domaine bressan à partir de Sellières, la Brenne coule vers le Nord-Nord-Ouest en direction de Navilly, point privilégié de convergence des rivières (P. Rat, 1963). A quelques kilomètres de la limite est du territoire de la feuille Pierre-de-Bresse qu'elle aborde en amont de Mouthier-en-Bresse, elle oblique vers la Seille selon une direction remarquable N.NE—S.SW représentée par l'alignement d'un segment du Doubs, de Champdivers à Beauvoisin, avec un segment du Rhône allant de Lyon à Givors.

Fy — Très dégradées par la mise en place de la basse nappe alluviale qu'elles dominent de 4 à 8 m, les alluvions Fy subsistent en témoins isolés, nombreux mais peu étendus, le plus souvent en étroites bandes bordant les terrains encaissants. Faute de points d'observation, leur base n'est pas connue. Les niveaux supérieurs sont constitués de sables siliceux fins ou assez fins, roux, parfois argileux, qui donnent des sols sableux toujours décarbonatés.

Fz — Un sondage (8-1004), implanté dans la basse nappe alluviale à Mouthier-en-Bresse, a décelé 16 m de matériaux fluviatiles. Cette épaisseur exceptionnelle paraît incompatible avec l'activité que l'on peut attribuer à la Brenne à une époque récente.

La base de la séquence grossière rencontrée dans le lit de la Brenne, constituée par 6 à 8 m de graviers et de galets à matrice sableuse (argilo-sableuse au toit), appartient probablement à un cycle d'alluvionnement antérieur. Les alluvions modernes grossières Fz sont représentées par 2,5 à 3 m de blocailles émoussées et de galets mal roulés, empâtés dans une matrice argileuse gris noirâtre à l'aspect de boue molle.

La couverture alluviale masquant les dépôts sablo-caillouteux est épaisse de 5,3 mètres. Sur les 2 m inférieurs, elle conserve l'aspect boueux et noirâtre de la matrice des galets sous-jacents. Ces vases, collantes ou plastiques, parfois fétides, sont surmontées d'argiles bleues compactes, ligniteuses à la base, puis grises et mouchetées de concrétions ferro-manganiques. Les limons superficiels de débordement sont gris-brun. La déclivité longitudinale du toit des alluvions Fz de la Brenne est égale à 0,4 ‰.

Vallée de la Guyotte

La Guyotte prend sa source vers 205 m d'altitude, sur le territoire de la feuille Louhans. De Saint-Germain-du-Bois à Navilly, où elle se jette dans le Doubs, elle coule sur les sédiments fluvio-lacustres de la Formation de Saint-Cosme. L'originalité de ce petit cours d'eau réside dans le sens sud-nord de son écoulement, peu fréquent en Bresse du Nord. Entre sa source et Navilly, points distants de 25 kilomètres, son cours, sensiblement rectiligne, semble déterminé par l'attraction que constitue le point bas de Navilly.

Sur des critères altimétriques, deux nappes alluviales ont été distinguées.

Fy — Les alluvions Fy, très dégradées, subsistent en témoins isolés irrégulièrement répartis sur les deux rives. Essentiellement sableuses, elles sont constituées de matériaux empruntés à la formation sous-jacente. Des sondages courts ont décelé de 3 à 5 m de sables argileux fins, roux. Les matériaux brun-gris, carbonatés et peu consistants, rencontrés parfois à la base de ces sables, appartiennent au Saint-Cosme lacustre.

Fz — Les matériaux des alluvions Fz proviennent également du remaniement du Saint-Cosme sous-jacent. Deux sondages précisent les limites de ce remaniement. L'un (6-4), implanté à Gouge (commune de Mervans), laisse apparaître les figures varvées du Saint-Cosme à 2,8 m de profondeur. Une couche d'argile à débris végétaux marque la base des alluvions Fz. Celles-ci, riches en granules d'oxydation ferro-manganique, sont constituées par 1,2 m de sables fins argileux surmontés d'une épaisseur à peu près égale de limon silteux gris-brun. L'interprétation du second sondage (2-55), exécuté à Bois Jeanjean (commune de Frontenard), est plus délicate. Des silts beige grisâtre, épais de 2 m environ, coupés de fines passées sableuses ou argileuses, surmontent 7,5 m de sables dont la base est empâtée dans une matrice argileuse bleuâtre. La base des alluvions Fz se situe peut-être vers 4 m de profondeur au toit des sables argileux.

Le toit de la nappe alluviale Fz perd 9 m d'altitude entre Mervans et Frontenard. Il est à noter que cette pente longitudinale de la Gayotte n'est autre que la pente transversale du toit de la Formation de Saint-Cosme.

Au Nord de Frontenard les alluvions Fz ont été subdivisées en deux niveaux a et b ; le second correspond à la partie inondable de la basse plaine alluviale, dont la largeur est localement supérieure à 1 kilomètre. Dans ce secteur, les alluvions Fz, et même Fy, sont pelliculaires. Les matériaux limono-argileux, autrefois exploités dans les quelques excavations peu profondes disséminées autour de la tuilerie des Fourches, sont parfois des sédiments non remaniés de la Formation de Saint-Cosme.

Collecteurs d'importance secondaire

Fz — Un alluvionnement actuel occupe la basse plaine de quelques collecteurs d'importance secondaire, celle du Darge par exemple, dans l'angle sud-est du territoire de la feuille Pierre-de-Bresse. Les points d'observations sont donnés par les rares coupes observées dans les fossés qui canalisent localement le ruisseau. Le transport longitudinal étant faible, les matériaux sont empruntés aux formations avoisinantes : sables, sables argileux, limons sableux, toujours décarbonatés, de couleur grisâtre à rousse, incluant fréquemment des concrétions ferrugineuses pulvérulentes. Les sols argileux de ces alluvions portent des prairies.

Complexe colluvions — alluvions

C. Colluvions de fonds de vallons. Ces dépôts très fréquents occupent le fond en berceau de tous les petits collecteurs drainant les eaux superficielles. Les matériaux qui les composent sont exclusivement d'origine locale, concentrés par ravinement, colluvionnement ou solifluxion.

CF. Colluvions et alluvions indifférenciées des collecteurs d'importance secondaire : graviers, sables, argiles et marnes. Les formations notées CF

représentent un type de dépôt intermédiaire entre les colluvions C et les alluvions Fz. De nombreux petits collecteurs portent de tels dépôts qui apparaissent lorsque s'ébauche un classement longitudinal des sédiments. Ils sont constitués de matériaux d'origine locale également : sables, argiles, parfois marnes, incluant localement quelques graviers provenant des formations encaissantes.

Colluvions argileuses et sablo-graveleuses alimentées par les formations FLv-w et p-IVA sur marnes et sables p-IVM et p-IVS. Les marnes p-IVM et les sables p-IVS des affleurements de la rive gauche du Doubs sont uniformément, ou presque, masqués par des matériaux colluvionnés, originaires des formations sus-jacentes : sables et graviers émanant de la terrasse FLv-w et argiles sableuses provenant de la couverture p-IVA enrichis par une altération sur place libérant des produits limoneux.

Colluvions argileuses ou argilo-sableuses, parfois marneuses alimentées par la formation p-IVP sur marnes p-IVM. En rive droite de la Saône, les marnes p-IVM sont également masquées par des produits colluvionnés silto-sableux et argilo-sableux qui adoucissent et empâtent l'abrupt des versants.

Dépôts anthropiques

X. Remblais divers. Cette notation intéresse deux buttes isolées, artificielles, susceptibles d'être confondues avec des dépôts naturels. Les remblais routiers ou de voie ferrée, les digues des plaines alluviales de la Saône et du Doubs, dont le caractère artificiel est évident, ont été volontairement écartés de cette notation. Ces ouvrages sont clairement indiqués par les signes conventionnels du fond topographique.

PALÉONTOLOGIE—DATATIONS

Seule la falaise de Neublans a permis autrefois d'accéder aux faunes malacologiques que recèle le Complexe des marnes de Bresse de la feuille Pierre-de-Bresse.

Suite à des découvertes faites par M. Bertrand, R. Tournouër détermine *Helix chaixi*, *Helix nayliesi*, *Limnea bouilleti*, *Clausilia suturalis*, *Melanopsis brongniarti*. Ces espèces permettent à F. Delafond et C. Depéret, en 1893, de classer les Sables de Neublans dans la zone moyenne du Pliocène inférieur, synchrones des Marnes de Condal et des argiles réfractaires de la Raza et inférieurs aux Marnes d'Auvillars. En 1974, les membres du « groupe de travail Bresse », suite à de nouvelles récoltes, précisent les acquis du moment en intercalant entre les faunes de Neublans et d'Auvillars des associations de Mollusques et de Micromammifères trouvées à Cessey-sur-Tille et à Commenailles. La cartographie géologique systématique de la Bresse, poursuivie depuis 1975, a permis de compléter ces connaissances sans les modifier profondément.

En raison d'une part des particularités, déjà signalées, du milieu sédimentaire bressan où les repères géométriques font défaut et d'autre part de l'existence de hiatus fauniques, il n'a pas été possible d'établir une échelle stratigraphique durable. A titre transitoire, les Marnes de Bresse ont été divisées en un certain nombre de biozones, chacune de celles-ci associant (si possible) des faunes malacologiques et une lignée évolutive de Micromammifères. Mais cette biozotation, établie par approches successives à l'aide de faunes parfois incomplètes

ou dispersées, nécessite de fréquentes révisions. Aussi l'évolution des connaissances globales sur la Bresse ne peut-elle être perçue qu'en suivant la chronologie des publications.

Sur le territoire de la feuille Pierre-de-Bresse, cinq des biozones rencontrées intéressent les Marnes de Bresse (*s.l.*), la sixième représente les associations types de la Formation de Saint-Cosme.

Zone de Saint-Seine-en-Bâche (feuille Seurre). Elle a été définie grâce à une malacofaune abondante et très diversifiée trouvée dans une tranchée de l'auto-route A.36 sur le territoire de la commune de Saint-Seine-en-Bâche (feuille Seurre). On y remarque *Discus ruderoïdes*, *Vertigo nouleti*, *Vitrea cf. rothauseni*, *Vitrea ludovici*, *Carychium tetrodon* et une *Pyrgula* non carénée. L'association témoigne, dans son ensemble, d'une phase froide assez bien marquée.

Cette malacofaune a été trouvée dans les sondages exécutés à Authumes (4-56) (*), ancienne voie ferrée, à la cote + 182 et à Bellevsre (8-1001), bois de la Chaux d'Or, à 182 m également.

Zone des Sables de Neublans. On y distingue la faune des sables proprement dits et, à l'intérieur de ceux-ci, des associations correspondant à des épisodes terrestres.

• **Dans les sables**, les faunes sont mélangées et souvent très fragmentées. *Mesodontopsis chaixi*, espèce terrestre se rencontre avec *Melanopsis brongniarti*, espèce aquatique. On a trouvé cette faune à Bellevsre (8-1001), bois de la Chaux d'Or, entre les cotes + 184 et + 191.

• **Les épisodes terrestres** qui se manifestent au milieu des Sables de Neublans (épisodes mentionnés sous l'appellation de faune FP3 dans les notices de quelques cartes bressanes publiées antérieurement) représentent un ou plusieurs arrêts de la sédimentation fluvio-lacustre des corps sableux. Ils ont permis le développement d'une faune en grande partie terrestre dans laquelle on remarque : *Mesodontopsis chaixi*, *Pomatias sulculatum*, *Azeca baudoni*, *Apula koeni*. Cette association a été retrouvée à l'affleurement à Neublans, falaise au bord du Doubs, cote + 185, et en sondage à Neublans (4-54), les Meix, de 183 à 177 m à Petit-Noir (4-53), bois des Dutartre, de 192 à 183 m et à Authumes (4-56), ancienne voie ferrée, à 185 mètres. Dans cette faune, les espèces aquatiques sont cependant assez bien représentées et surtout *Melanopsis brongniarti*. La présence de *Theodoxus fluviatilis* à Neublans (falaise et sondage) indique la proximité d'un cours d'eau très important.

Zone de Cessey-sur-Tille (feuille Dijon). L'association malacologique est terrestre à 80 %. Elle comprend un grand nombre d'espèces comme *Discus ruderoïdes*, *Carychium pseudotetrodon*, *Semilimax kochi* et beaucoup d'espèces nouvelles. Par rapport à la période précédente, le refroidissement est sensible mais le climat reste cependant tempéré. Chez les Micromammifères *Mimomys polonicus* et *Mimomys reidi* sont représentés.

Les associations malacologiques de cette biozone ont été trouvées à la Chapelle-Saint-Sauveur (7-6), le bois des Vaux, à la cote + 175, sous les graviers du Saint-Cosme, et à Bellevsre (8-1001), bois de la Chaux d'Or, entre 199 et 197 mètres. On la trouve également à Ciel (1-138) entre les cotes + 158

(*) Ces sondages sont désignés sous leur numéro d'archivage au Service géologique national qu'il est nécessaire de consulter.

et + 162, dans le sondage exécuté à la tuilerie du Chapot, mais il s'agit d'une faune nettement remaniée contenue dans un sédiment sableux de la base de la Formation de Saint-Cosme.

Zone de Cormoz (feuille Montpont-en-Bresse). Antérieurement, elle a parfois été appelée « Zone de Cessey supérieur » (notice de la feuille Montpont-en-Bresse par exemple). Les plus représentatives des espèces aquatiques qui constituent cette association subsistent dans les zones dites de Broin—Auvillars et de Montagny-lès-Beaune. *Viviparus burgundinus* apparaît avec sa coquille marquée seulement de stries longitudinales. *Mimomys polonicus* est toujours représenté.

On peut rapporter à cette zone les faunes trouvées à la Chapelle-Saint-Sauveur (7-7), Masse, de 199 à 196 m, à Mervans (6-6), carrière, de 194 à 191 m et à Bragny-sur-Saône (1-137), le Châtelet, à la cote + 182.

Zone de Montagny-lès-Beaune (feuille Beaune). La malacozone de Broin—Auvillars, qui s'intercale normalement entre celles de Cormoz et de Montagny-lès-Beaune, n'est pas représentée sur le territoire de la feuille Pierre-de-Bresse.

A Montagny-lès-Beaune, l'association aquatique indique un climat tempéré chaud. Les espèces les mieux représentées sont : *Bithynia schuetti*, *Viviparus burgundinus* (qui apparaît, comme à Broin—Auvillars, avec sa coquille ornée de stries longitudinales et spirales entrecroisées), *Valvata gaudryana*, *Tournouerina belnensis*, *Tournouerina quarta*, *Valvata chalinei*, *Hydrobia slavonica* et *Pyrgula nodotiana* qui, apparue à Broin—Auvillars, reste petite et peu carénée. On trouve parfois (comme à Ecuelles) *Corbicula fluminalis*.

Au *Mimomys* de transition *polonicus-pliocaenicus* qui apparaît à Broin—Auvillars, succède le *Mimomys pliocaenicus*.

La malacofaune de Montagny-lès-Beaune a été rencontrée à l'affleurement à Ecuelles à 190 m d'altitude, à Ciel, dans une coupe au bord du Doubs, à 183 m, et dans le sondage exécuté à Bragny-sur-Saône (1-137), le Châtelet, entre les cotes + 190 et + 185.

Les cinq biozones qui viennent d'être évoquées sont, avec celle de Broin—Auvillars, représentatives de l'ensemble des faunes d'âge pliocène connues en Bresse. Les biozones de Chagny I (ou de Chagny-Bellecroix) et de Saint-Bernard (feuille Beaune) qui occupent, quant à elles, la partie inférieure du Pléistocène, n'ont pas été rencontrées sur Pierre-de-Bresse.

La plus jeune des biozones de ce territoire, celle de Saint-Cosme, parfois appelée cénozone de Sennecey-le-Grand, occupe une position controversée dans le Pléistocène bressan. Selon W.R. Schlickum, J.-J. Puisségur et A. Clair (1977), elle se situe à la base des dépôts de Saint-Bernard et occupe la partie moyenne du Pléistocène inférieur. Selon R. Fleury (1982), elle est représentative de la Formation de Saint-Cosme qui, postérieure aux moraines externes de la Dombes et antérieure à la terrasse wurmienne de 5-8 m (F. Bourdier, H. Gauthier, 1953), est d'âge rissien (Riss récent).

La biozone de Saint-Cosme d'où, à l'exception du *Microtus gregalis* trouvé à Pontailier-sur-Saône, les Micromammifères sont absents, est constituée de faunes malacologiques terrestres où les espèces les mieux représentées sont : *Succinea oblonga*, *Pupilla muscorum*, *Trichia hispida*, *Columella columella*. Quelques espèces palustres ou aquatiques les accompagnent souvent : *Succinea putris*, *Galba truncatula*. Cette association peut être comparée à celle qu'on trouve habituellement dans les loess de l'Est de la France, en phase froide et humide, quel que soit l'âge.

Elle a été trouvée dans les sondages exécutés à Ciel (1-138), tuilerie du Cha-pot, de 180 à 170 m d'altitude absolue, à Saint-Bonnet-en-Bresse (6-5), les Ver-nes, de 168 à 167 m, à Pourllans (2-56), forêt de Pourllans, à 173 m et à Sauniè-res (1-88), les Closeaux, à la cote + 170.

PALYNOLOGIE

Les seize échantillons étudiés, prélevés dans sept sondages, ne permettent ni de donner des indications chronologiques significatives, ni de tirer des conclu-sions d'ordre écologique ou climatologique.

Trois sondages cependant se sont révélés intéressants du point de vue paly-nologique :

- Bragny, le Châtelet : 554-1-137
- Torpes, les Valliers : 554-8-1002
- la Chapelle-Saint-Sauveur, Masse : 554-7-7

Sondage de Bragny, le Châtelet (554-1-137)

Huit spectres polliniques ont permis de distinguer deux ensembles (fig.1) :

Ensemble 1 inférieur (25,0 à 23,0 m)

Les groupes dominants sont les Conifères (*Pinus* type *diploxylon*, *Picea*), les feuillus (*Alnus* essentiellement), les herbacées, (Gramineae, Ericaceae, Nymphaeaceae, Cyperaceae), les éléments steppiques (*Ephedra*, *Artemisia* attein-gnant 6,7 % dans le niveau 2).

Cette association typique d'une période de refroidissement permet d'assigner un âge Praetiglien à cet ensemble.

Ensemble 2 supérieur (20,5 à 10,5 m)

Parmi les Conifères, citons *Pinus* type *diploxylon* et *Tsuga*. Les feuillus ther-mophiles sont diversifiés : *Alnus*, *Ulmus-Zelkova*, *Quercus*, *Carpinus*, *Corylus*. Les espèces tertiaires exotiques sont présentes : *Carya*, *Pterocarya*, *Eucommia*, type *Castanea*, *Sciadopytis*.

Les Gramineae, Compositae, *Artemisia*, Ericaceae, Umbelliferae sont les her-bacées accompagnées des Nymphaeaceae et des Fougères.

Cet ensemble caractérise une période de réchauffement climatique que l'on peut attribuer au Tiglien.

Cette datation est confortée par la présence de *Mimomys pliocaenicus* décrit par J. Chaline à la cote + 193 (8,0 m de profondeur) et par une abondante faune malacologique regroupée par J.-J. Puisségur en une malacozone dite de Montagny—Bligny, des cotes + 185 à + 190 (de 16 à 11 m de profondeur) (tabl. 2).

F. Geissert signale à 19,0 m de profondeur l'existence d'une graine de *Stratiotes intermedius*. D'après W.H. Zagwijn (communication orale), cette graine est à rapprocher de celles observées dans le Tiglien A de Belfed (l'argile de Bel-fed est une composante de la formation de Tegelen aux Pays-Bas).

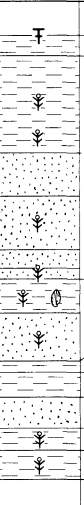
PROFONDEUR (en m.)	LITHOLOGIE (R. Fleury)	MICROMAMMIFÈRES (J. Chaline) †	MALACOZONES (J.-J. Puisségur)	MACRORESTES (F. Geissert) ⊕	VÉGÉTATION (G. Farjanel) ✚	AGE (G. Farjanel)
0	z = +201					
8,00		+193 <i>Mimomys pliocaenicus</i>				
		+190	Montagny Bligny	<i>Stratiotes intermedius</i>	Conifères représentés par <i>Pinus diploxylon</i> , <i>Tsuga</i>	Tiglien
13,50		+185			Feuillus thermophiles très développés	
		+182	Cormoz		Herbacées assez abondantes avec <i>Artemisia</i>	
18,00					Fougères bien représentées (ensemble 2)	
22,00					Aphytique	
24,00					Conifères abondants. Feuillus peu développés. Herbacées abondantes : <i>Artemisia</i> atteint 6,7 % (ensemble 1)	Praetiglien

Tableau 2 - Tableau synoptique des différents éléments de datation du sondage de Bragny, le Châtelet (554-1-137)

Sondage de Torpes, les Valliers (554-8-1002)

Des cotes + 192 à + 200 (de 17,5 à 8,2 m de profondeur), quatre échantillons ont fourni une riche microflore à cachet tempéré « chaud » dominé par les Conifères et les feuillus. Les herbacées sont rares (tabl. 3).

Dans ce sondage, *Fagus* atteint des valeurs significatives de 5 à 10 %. Cette essence est absente durant la plus grande partie du Pléistocène en Europe du Nord-Ouest. Aux Pays-Bas, une période caractérisée par *Fagus* a été attribuée par W.H. Zagwijn au Tiglien inférieur (Tiglien A : Zagwijn, 1963). Par comparaison avec l'échelle palynostratigraphique des Pays-Bas, un âge Tiglien A est donc proposé pour cette partie du sondage.

Sondage de la Chapelle-Saint-Sauveur, Masse (554-7-7)

Un échantillon prélevé à la cote + 205 (7 m de profondeur) révèle une microflore à Conifères et feuillus dominants. *Fagus* atteint également ici des valeurs voisines de 10 % permettant d'affecter un âge Tiglien A pour ce niveau.

Cote	+ 200,80	+ 200	≈ + 193	≈ + 192
Profondeur	8,20 m	9,00 m	15,50-16 m	17-17,50 m
<i>Pinus type diploxylon</i>	40 %	88,4 %	10 %	57,1 %
<i>Pinus type haploxylon</i>	1 %	+		1,6 %
<i>Abies</i>	10 %	+	2 %	3,8 %
<i>Picea</i>	15 %	2,1 %	10 %	12,2 %
<i>Tsuga</i>	8 %	+	5 %	3,8 %
Cupressaceae-Taxodiaceae	8 %	+	8 %	+
Type <i>Sequoia</i>		+		
<i>Pterocarya</i>		+	3 %	+
<i>Carya</i>			+	+
<i>Ulmus-Zelkova</i>	3 %	1,4 %	5 %	2,2 %
<i>Alnus</i>	10 %	2,6 %	20 %	9,4 %
<i>Quercus</i>	5 %	+	5 %	+
<i>Fagus</i>	5 %	2,1 %	10 %	5,5 %
<i>Betula</i>		+		1,6 %
<i>Tilia</i>		+		
<i>Ilex</i>		+		+
Ericaceae	+	+	1 %	
Gramineae	+			2,2 %
Compositae				+
Cyperaceae		+		
<i>Typha</i>	+	+	1 %	+
Nymphaeaceae			1 %	
<i>Laevigatosporites haardti</i>		4,5 %		3,1 %
Polypodiaceae	+		20 %	+
Osmundaceae	+	1 %	+	1,3 %
Sphagnaceae		+		
<i>Pediastrum</i>				3,1 %
Remaniement mésozoïque		+		+

Tableau 3. — Analyse palynologique du sondage de Torpes, les Valliers (554-8-1002).

J-J. Puisségur décrit, des cotes + 196 à + 199 (de 16 à 13 m de profondeur), une association de Mollusques appelée malacozone de Cormoz, attribuée au Praetiglien.

La formation de Saint-Cosme a pu être individualisée dans un certain nombre de sondages (tabl.4). Elle se singularise par un remaniement mésozoïque important. La flore en place est surtout représentée par des Conifères associés à quelques essences de feuillus. Les herbacées aquatiques sont parfois abondantes : Nymphaeaceae, *Typha*.

RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

HYDROGÉOLOGIE

Le territoire de la feuille Pierre-de-Bresse, qui ne comporte pas exactement le confluent du Doubs et de la Saône (celui-ci ayant lieu sur celui de la feuille Chagny) est cependant marqué par son appartenance au grand système aquifère interfluvial Saône—Doubs.

Formations aquifères

• **Aquifère alluvial.** Les formations aquifères les plus intéressantes sont constituées par les alluvions modernes du Doubs, dont la perméabilité k peut atteindre 5.10^{-3} m/s, les alluvions de la Saône et les alluvions anciennes de la base du cycle de Saint-Cosme : $k \simeq 1.10^{-3}$ m/s. Dans une vaste portion nord-est de la feuille, ces deux niveaux sont associés et sous quelques mètres d'alluvions modernes très perméables, riches en éléments calcaires, on rencontre les cailloutis siliceux et plus fins du Saint-Cosme, moins perméables.

Au Nord de Navilly, sous le niveau des argiles varvées de Saint-Cosme, l'extension continue de l'aquifère alluvial est reconnue : de même que sur la feuille Seurre, il y a continuité hydraulique d'Est en Ouest.

Une situation identique a été reconnue au Sud du Doubs, dans la zone qui va de Charrette à Sermesse, zone qui est éventrée par la vallée de la Guyotte : dans cette portion du territoire, quelques sondages ont montré, sous les argiles varvées, l'existence d'alluvions perméables.

Toutefois, la limite sud d'extension du magasin aquifère alluvial n'a pas été reconnue avec précision ; faute de sondages on ne peut tracer le contour du cailloutis. On peut noter tout l'intérêt que présente une nappe de bonne perméabilité, peu profonde et néanmoins dotée d'une couverture argileuse qui lui assure une excellente protection.

• **Aquifère plio-villafranchien.** Dans le quart sud-est de la feuille, les formations de Bresse comportent encore de nombreuses passées sableuses (Sables de Neublans) et caillouteuses (Cailloutis de la forêt de Chaux) qui donnent en particulier lieu à des lignes de sources sur les berges du Doubs à Neublans et Petit-Noir. Des forages pétroliers ont également reconnu de tels niveaux, à l'Abergement-Saint-Jean notamment. Ces formations détritiques qui représentent la terminaison « effilochée » du grand aquifère de la forêt de Chaux (feuilles Dole et Poligny) sont intéressantes car également peu vulnérables. Leur existence locale en épaisseur et en qualité (granulométrie) suffisante pour auto-

Tableau 4. — Pourcentages relatifs des principaux groupes végétaux rencontrés dans la formation de Saint-Cosme.

Situation des sondages (commune, lieu-dit et réf. S.G.N.)	Cote de l'échantillon	Origine des matériaux	Formation sur laquelle est implanté le sondage	Numéros des lames étudiées	Conifères	Feuillus	Herbacées	Spores	Arbres à affinité tertiaire	Remaniement mésozoïque	Horizon de prélèvement
St-Bonnet-en-Bresse Les Vernes (554-6-5)	+ 186,50/ + 181 + 137,50		St-Cosme	8 238 + 8 239 8 240	35 72,1	5,9 +	4,4 3,1	2,5 7,6	1,2 +	39,4 15,6	4 2
La Chapelle-Saint-Sauveur Chavenotte (554-7-5)	+ 176,50	Brenne	St-Cosme	8 290	51,1	2,2	16,2	11,1	+	7,4	2
Ciel - Tuilerie du Chapot (554-1-138)	≈ + 176 + 174,3/ + 171,3		St-Cosme	8060 11 419 + 11 420	20,6 37,6	1,9 8,2	7,1 46,5	1,7 1	+	63,8 +	4 ou 5 4 ou 5
Pourlans - Forêt de Pourlans 554-2-56)	+ 184/ + 180,8		St-Cosme	8 297 + 8 298	43,6	7	5,5	7	+	26,8	4
La Chapelle-Saint-Sauveur— Le bois des Vaux (554-7-6)	+ 182,50/ + 181	Brenne	St-Cosme	8 291	67,7	1,6	1,6	10,5	1	10,8	3

Horizons de prélèvement

- 5 - Toit des varves
- 4 - Milieu des varves
- 3 - Base des varves
- 2 - Intermédiaire base des varves— toit des graviers
- 1 - Milieu des graviers

riser de grands captages demanderait toutefois à être vérifiée.

Les formations détritiques de Bresse ont été retrouvées à l'Ouest de la feuille, dans le sein des marnes, en particulier dans les sondages d'étude de l'aménagement de la Saône (écluse de Charnay) ; elles ne sont plus représentées là que par des sables très fins, très peu perméables, et de captage très difficile en raison de leur granulométrie à la fois fine et très homogène.

Les formations plio-villafranchiennes présentent donc un intérêt en tant que réservoir seulement dans la partie sud-est de la feuille, encore ce réservoir n'est-il ni continu, ni constant dans ses propriétés physiques.

On ne dispose d'aucune données sur l'hydrogéologie des formations sous-jacentes au Plio-Villafranchien.

Hydrodynamique

• **Précipitations efficaces.** Sur la base des plus récentes données, les pluies efficaces disponibles pour le ruissellement et l'infiltration représentent une lame d'eau comprise entre 100 et 200 mm (valeur moyenne sur 30 ans). Cette faible valeur est liée à l'existence de la zone « d'ombre » pluviométrique créée par le Morvan.

• **Piézométrie.** Le système aquifère, qui s'étend dans les magasins alluviaux du Doubs, de la Saône et les alluvions anciennes, présente une surface piézométrique unique. En basses eaux, la surface piézométrique apparaît sensiblement drainée par le Doubs, alors que la Saône, rivière aménagée est beaucoup plus neutre vis-à-vis de la nappe. La nappe toujours peu profonde est souvent captive à semi-captive sous les limons, ce qui donne lieu lors des pompages à des réactions de réalimentation temporaire (schéma dit de Boulton). Cette condition de captivité partielle ou totale est à l'origine de propagations d'ondes de crues souterraines rapides lors des variations du niveau des cours d'eau.

Hydrochimie

Les eaux du territoire de la feuille Pierre-de-Bresse sont, dans leur ensemble, de bonne qualité naturelle encore que présentant une dureté élevée ; Th souvent supérieur à 30° français. Il se manifeste localement, au rebord des terrasses et des coteaux en particulier, quelques teneurs sensibles en chlorures et sulfates. Ces éléments semblent liés pour partie à la présence de gypse secondaire dans les argiles, mais aussi à des phénomènes localisés de pollution domestique.

Les parties de la plaine les plus intensément cultivées sont susceptibles de voir se développer un jour une pollution par nitrates ; cependant les captages en service, situés dans les zones de prairie du lit majeur des cours d'eau, ne sont pas particulièrement vulnérables à ce type de pollution, par suite du très faible apport de fertilisant sur ces pâturages.

Exploitation

Les prélèvements opérés par les syndicats et les communes sont très peu importants eu égard aux capacités intrinsèques des nappes, mais surtout face aux grandes facilités de réalimentation induite par les berges des deux rivières. L'ordre de grandeur du débit exploité est de 2 à 3 000 m³/j alors que c'est au

moins le décuple qui pourrait être pompé. Le système aquifère est encore très largement susceptible d'aménagements.

SUBSTANCES MINÉRALES

arg. Argiles. Les niveaux supérieurs du Saint-Cosme ont représenté pendant longtemps un matériau de choix pour la fabrication des tuiles et des briques. L'exploitation des argiles, pratiquée autrefois sur le territoire des communes de Ciel (tuilerie du Chapot) et de Navilly (tuilerie des Fourches), a cessé.

Sables. Les corps sableux de la bordure est de la feuille Pierre-de-Bresse n'ont jamais été exploités de façon intensive. On relève cependant d'assez nombreuses traces d'exploitations, anciennes ou actuelles, de taille réduite, temporaires, destinées à satisfaire des besoins strictement locaux.

sgr, sgrs. Sables et graviers. Deux formations sont susceptibles de fournir des matériaux sablo-graveleux : la terrasse FLv-w et la plaine alluviale Fz.

Les sables et les graviers siliceux (sgrs) de la première ont été exploités sur la commune de Mervans, au lieu-dit le Roselay. Les carrières, aujourd'hui fermées, sont partiellement comblées. La formation, comme les affleurements sableux situés à l'Est, porte trace de petites excavations pour des usages locaux.

Il n'existe aucune carrière permanente importante dans la vallée de la Saône. La vallée du Doubs, par contre, est l'objet d'une exploitation industrielle très active. Les sables et graviers sont extraits de préférence dans les secteurs où la découverte est peu importante, c'est-à-dire dans le niveau Fz_b de la basse plaine alluviale. L'exploitation s'opère le plus souvent à la pelle mécanique, mais se pratique également à l'aide d'installations fixes de dragage.

Les granulats du Doubs, calcaires pour l'essentiel, représentent un matériau d'excellente qualité utilisé à l'échelle régionale.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

BIBLIOGRAPHIE

- ARCELIN A. (1901) — La vallée inférieure de la Saône à l'époque quaternaire. *Bull. Soc. Sc. nat. Saône-et-Loire*, 27^e année, nouv. sér., n° 11-12, p. 166-203.
- BERTRAND M. (1882) — Note sur l'âge des terrains bressans (feuille de Besançon). *Bull. Soc. géol. Fr.*, série 3, t. 10 (1881-1882), p. 256-257.
- BONVALOT J., COUREL L., SEDDOH F. (1974) — Données sédimentologiques récentes sur le remplissage tertiaire et quaternaire de la Bresse septentrionale. Conséquences chronologiques et paléogéographiques. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 278, sér. D, p. 3055-3057.
- BONVALOT J. (1974) — Les cailloutis de la forêt de Chaux ; leurs rapports avec les matériaux détritiques du Sundgau et du Nord de la Bresse. Thèse. Institut des Sc. de la Terre, univ. de Dijon.

- BOURDIER F., GAUTHIER H. (1953) — La très basse terrasse de Villefranche-sur-Saône ; faune, industrie et position géologique. *Ann. Univ. Lyon*, sect. C, série 3, t. 7, p. 31-50.
- BOURDIER F. (1958) — Le bassin du Rhône au Quaternaire. Thèse, fac. des Sc. de Paris.
- CALAS P. (1956) — Quelques remarques sur la faune malacologique du niveau de Saint-Cosme. *Bull. Serv. Carte géol. Alsace et Lorraine*, t. 9, fasc. 1, p. 13-17.
- CANAT J. (1847) — Quelques observations concernant le terrain lacustre de la Bresse. *Bull. Soc. géol. Fr.*, série 2, t. 4, 2^e partie, p. 1085-1092.
- CHALINE J., CLAIR A., PUISSÉGUR J.-J. (1970) — Mise au point sur le Villafranchien de Chagny (Saône-et-Loire). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 4, 1970, p. 114-116.
- CHALINE J., MICHAUX J. (1974) — Les Micromammifères et la biostratigraphie de la bordure occidentale du remplissage bressan (Villafranchien). *Bull. sc. de Bourgogne*, t. 29.
- CHALINE J. (1974) — Commenailles (Jura), sa place dans la biostratigraphie de l'Europe (Pliocène supérieur-Villafranchien). *Bull. sc. de Bourgogne*, t. 29.
- CHALINE J. (1974) — Le cadre biostratigraphique (Rongeurs) de la partie septentrionale du remplissage bressan (Pliocène supérieur-Villafranchien). *Bull. sc. de Bourgogne*, t. 29.
- CHALINE J., CLAIR A., PUISSÉGUR J.-J., RAT P. (1974) — Les formations villafranchiennes en marge du Fossé bressan entre Dijon et Beaune (Côte-d'Or). *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 278, série D, p. 3295-3297.
- CHALINE J. (1976) — Les successions de faunes de mammifères du Pléistocène inférieur en Bresse septentrionale. La préhistoire française, C.N.R.S., vol. 1, p. 122-124.
- CHALINE J. (1976) — Les Rongeurs du Pléistocène de France. Synthèse biostratigraphique et paléoclimatique. La préhistoire française, C.N.R.S., vol. 1, p. 420-424.
- CHANGARNIER A. (1907) — Découverte d'une défense d'éléphant fossile à Beaune. *Mém. Soc. Arch. de Beaune*, p. 128-150.
- CHANTRE E. (1901) — L'homme quaternaire dans le bassin du Rhône. *Ann. Univ. Lyon*, thèse, nouv. sér., I, fasc. 4, n° 24.
- CHAPUT E. (1939) — Pliocène et Quaternaire entre Bligny-sous-Beaune, Volnay, Pommard (Côte-d'Or). *Bull. sc. Bourgogne*, t. 9, p. 119-120.
- CHAPUT E., ANSELME J. (1939-40) — Les alluvions quaternaires de Chagny. *Bull. sc. Bourgogne*, t. 9 (1941), p. 121-123.

- CHAUVE P. (1959) — Bibliographie géologique du Jura français. *Ann. scient. Univ. de Besançon*, 2^e série, géologie, fasc. 9, p. 103-119.
- CHRÉTIEN J., VERMI P. (1971) — Les sols de la plaine de la Saône. *Bull. Assoc. fr. p. Et. Quat.*, n° 4, p. 27-43.
- CLAIR A., PUISSÉGUR J.-J. (1969) — Découverte de faunes villafranchiennes entre la vallée de la Saône et Dijon (Côte-d'Or). *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 268, série D, p. 3033-3035.
- CLAIR A., LENEUF N. (1971) — La plaine de la Saône. Données morphologiques, tectoniques et stratigraphiques. *Bull. Ass. fr. Et. Sol.*, n° 4, p. 9-15.
- CLAIR A., DORET G., PUISSÉGUR J.-J. (1972) — Un exemple de sédimentation quaternaire dans les vallées de moyenne importance ou domaine paléarctique. Étude stratigraphique et malacologique des alluvions de la Tille et de la Norges au NE de Dijon (Côte-d'Or). *Bull. Ass. fr. p. Et. Quat.*, p.101-124.
- CLAIR A. (1973) — Étude de la pollution de la Saône dans le département de la Côte-d'Or et de sa nappe alluviale. Thèse, Univ. de Dijon.
- CLAIR A., VERMI P. (1975) — Caractérisation d'une surface géomorphologique villafranchienne par un paléosol dans la partie nord de la Bresse. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 280 (12 mai 1975), série D, p. 2077-2080.
- COLLIN J.-J. (1967) — Étude hydrogéologique du sondage d'Oussières (Jura). Rapport B.R.G.M. inédit, D.S.G.R. 67 A 6.
- COLLIN J.-J., TOUBIN J. (1968) — Connaissance de l'hydrogéologie de la plaine Saône-Doubs (Côte-d'Or—Jura—Saône-et-Loire). Rapport B.R.G.M. inédit, réf. 68 SGL 120 JAL.
- COLLIN J.-J., LIENHARDT M.-J., LEFAVRAIS A. (1971) — Synthèse géologique du Néogène du Nord de la Bresse. Orientations pour la cartographie et l'hydrogéologie. Rapport B.R.G.M. inédit, réf. 71 SGN 340 JAL.
- COLLIN J.-J. (1976) — Les eaux souterraines de la plaine Saône-Doubs. Thèse doc., université de Lyon, *Documents B.R.G.M.*, n° 9, 1979, 318 p.
- COLLOT L. (1906) — Le genre *Trogontherium* dans le bassin de la Saône. *Rev. bourguignonne*, univ. Dijon, t. 16, n° 3, p. 23-33.
- DELAFOND F. (1876-1879) — Observations sur le terrain tertiaire supérieur de Saône-et-Loire et des départements voisins. *Bull. Soc. géol. Fr.*, sér. 3, t. 7, p. 930-936.
- DELAFOND F. (1887) — Notes sur les alluvions anciennes de la Bresse et des Dombes. *Bull. Soc. géol. Fr.*, sér. 3, t. 15, p.65-80.
- DELAFOND F., DEPÉRET C. (1893) — Les terrains tertiaires de la Bresse et leurs gîtes de lignites et de minerai de fer. *Minist. Trav. publ.*, Étude des gîtes minéraux de la France, 1 atlas, 332 p.

- DEPÉRET C. (1889) — Sur la faune des argiles de Chalon Saint-Cosme. C.R. de séance, *Bull. Soc. sc. nat. Saône-et-Loire*, nlle série, 25^e année, t. 5, n^o 8-9, p. 179-180.
- DEPÉRET C., MAZERAN P. (1920) — Sur la Bresse chalonnaise et ses terrasses quaternaires. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 171, p. 305-308.
- EMERIC P. (1973) — Étude sédimentologique des alluvions de la Saône et du Doubs. D.E.A., univ. de Dijon.
- FLEURY R. (1982) — La Formation de Saint-Cosme dans la Bresse du Nord. Ses relations avec les événements du Pléistocène bressan. Thèse d'univ., Dijon.
- GANGUIN J.-J. (1968) — Les alluvions modernes de la Saône et du Doubs (essai d'une étude générale). D.E.S., Besançon, p. 1-100.
- GUDEFIN H. (1974) — Étude documentaire sur les gisements de matériaux sablo-graveleux dans le val de Saône, en Bourgogne. B.R.G.M., rapport inédit, 74 SGN 231 JAL.
- JAN DU CHÊNE R. (1974) — Étude palynologique du Néogène et du Pléistocène inférieur de Bresse. *Bull. B.R.G.M.*, sér. 2, n^o 4.
- JEANNET M. (1975) — Contribution à l'étude des formations superficielles des environs de Lacrost (Saône-et-Loire). *Bull. S.H.N.M.*, n^o 25.
- JOURNAUX A. (1956) — Les plaines de la Saône et leurs bordures montagneuses Beaujolais, Mâconnais, Côte-d'Or, plateaux de la haute Saône, Jura occidental. Étude morphologique. Caron et Cie, Caen, Thèse doct., p. 1-530.
- LAMOTHE L. (1903) — Sur le passage du Rhin par la vallée du Doubs et la Bresse pendant le Pliocène. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 137, p. 389-391.
- LEFAVRAIS-RAYMOND A. (1958) — Contribution à l'étude géologique de la Bresse d'après les sondages profonds. Thèse doct., univ. Paris.
- LEFAVRAIS-RAYMOND A. (1961) — La Bresse et le Bas Dauphiné au Tertiaire. *Bull. Soc. géol. Fr.*, sér. 7, t. 3, p. 82-89.
- LIÉNHARDT G., RAT P. et al. (1974) — Le groupe d'étude Bresse et les tableaux stratigraphiques proposés pour le Miocène, le Pliocène et le Villafranchien du remplissage bressan. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*
- LIÉNHARDT M.-J., TRUC G. (1974) — Fiches analytiques des principaux gisements de référence du plio-quaternaire bressan. B.R.G.M., rapport inédit, réf. 74 SGN 218 JAL.
- MARTIN J.-B. (1936) — Sur quelques vicissitudes du lac bressan. *Bull. Soc. des Nat. et Archéol. de l'Ain*, n^o 50, p. 47-53.
- MAZENOT G. (1945) — Les lignites bressans. Le bassin lignitifère de Chauxmergy. *Publications du Bureau de Recherches géologiques et géophysiques*, n^o 1, Paris.

- NUGUE P. (1907) — A propos de deux os de Mammifères trouvés dans les sables inférieurs des argiles de Saint-Cosme. *Bull. mens. Soc. Sc. nat. Saône-et-Loire*, 38^e année, nouv. sér., t. 13, p. 192-196.
- NUGUE P. (1912) — Sur un bâton de commandement trouvé à Chalon-sur-Saône. *Bull. Soc. Sc. nat. Saône-et-Loire*, 2^e série, t. 18, p. 27-29.
- PARANDIER A.-N. (1891) — Notice géologique et paléontologique sur la nature des terrains traversés par le chemin de fer entre Dijon et Chalon-sur-Saône. *Bull. Soc. géol. Fr.*, série 3, t. 19, p. 794-818.
- PARANDIER A.-N. (1891) — Coup d'oeil sur les terrains tertiaire supérieur en Bresse et quaternaires dans le Jura et la Bresse. *Mém. Soc. Emul. Jura*, p. 15-38.
- PUISSÉGUR J.-J. (1963) — La signification climatique fournie par les faunes malacologiques quaternaires en Bourgogne. *Bull. Soc. géol. Fr.*, t. 5, n^o 4, p. 527-531.
- PUISSÉGUR J.-J. (1976) — Mollusques continentaux quaternaires de Bourgogne. Significations stratigraphiques et climatiques. Rapports avec d'autres faunes boréales de France. *Mém. Géol. univ. de Dijon*, thèse doct.
- RAT P. (1963) — Schéma morphologique pour la feuille topographique de Dijon au 1/100 000. *Bull. sci. Bourgogne*, t. 22, p. 168-173.
- RAT P. (1974) — La Bourgogne élément de l'avant-pays du Jura. *Ann. sc. Univ. Besançon*, 3^e série, t. 20, p. 19-24.
- ROUYER C. (1906) — Note sur quelques affleurements des sables de Chagny. *Bull. Soc. Sc. nat. Saône-et-Loire*, n^o 3, t. 12, p. 70-80.
- ROUYER C. (1908) — Formation et tracé du réseau hydrographique entre Dijon et Chalon. *Bull. Soc. Sci. nat. Saône-et-Loire*, Chalon-sur-Saône, t. 14, p. 66-71, p. 85-92.
- ROUYER C. (1930) — Sur une extension des cailloutis fluviaux de Saint-Étienne-en-Bresse. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 210-211.
- ROUYER C. (1935) — Le sous-sol géologique près de Chalon-sur-Saône. *Bull. Soc. hist. et archéol. de Chalon*, p. 130-136, 11^e Congrès de l'Association bourguignonne des Sociétés savantes, Chalon-sur-Saône, 13-14-15 mai 1934.
- SCHLICKUM W.-R., PUISSÉGUR J.-J. (1977) — Die Molluskenfauna des Altpleistozäns von St-Bernard (département Côte-d'Or). Interprétation chronologique de A. Clair. *Arch. Moll. Frankfurt a.M.* (4-3-1977), 107 (1976), 416, p. 273-283.
- SÉNAC P. (1981) — Le remplissage détritico-plio-pléistocène de la Bresse du Nord, ses rapports avec la Bresse du Sud. Sédimentologie, paléogéographie. Thèse 3^e cycle, univ. Dijon.

- TARDY A.-C. (1887) — Nouvelles observations sur la Bresse. *Bull. Soc. géol. Fr.*, sér. 3, t. 15, p. 82-133.
- TESTE J. (1977) — Étude sédimentologique des formations plio-quaternaires de la Bresse du Nord. Feuilles au 1/50 000 de Chagny, Pierre et Poligny. Thèse, univ. de Dijon.
- TINTANT H. (1961) — Observations sur les sables de Chagny. *C.R. Soc. Sc. nat. Dijon*, p. 7-8.
- TOURNOUËR R. (1866) — Sur les terrains tertiaires de la vallée supérieure de la Saône. *Bull. Soc. géol. Fr.*, t. 23, série 2, p. 769-804.
- TOURNOUËR R. (1877) — Observations sur les terrains tertiaires de la Bresse. *Bull. Soc. géol. Fr.*, t. 7, p. 732-734.
- VIRET J. (1926-27) — Révision de la feuille de Chalon-sur-Saône au 1/80 000. *Bull. Serv. Cart. géol. Fr.*, t. 31, n° 166, p. 54-57.
- VIRET J. (1930) — Une « boutonnière » dans les limons de Bresse. *C.R. Soc. géol. Fr.*, p. 19-192.
- VIRET J. (1931) — Sur les terrasses de la Bresse chalonnaise. *Bull. Soc. géol. Fr.*, sér. 5, t. 1, p. 167-172.
- VIRET J. (1929) — Révision de la feuille Chalon-sur-Saône au 1/80 000. *Bull. Serv. Cart. géol. fr.*, t. 33, n° 176, p. 463-465.
- ZANON F. (1978) — Levé cartographique de la feuille de Louhans au 1/50 000. Étude sédimentologique de la Bresse louhannaise. Thèse 3^e cycle, univ. Dijon.

Cartes géologiques à 1/80 000

- Feuille *Beaune* : 1^{re} édition (1898), par A. Michel-Lévy, L. Collot, F. Delafond
2^e édition (1942), par E. Chaput, R. Ciry
3^e édition (1963), par P. Rat, H. Tintant.
- Feuille *Besançon* : 1^{re} édition (1880), par M. Bertrand
2^e édition (1922), par E. Fournier, M. Piroutet
3^e édition (1966), coordination par M. Dreyfuss, A. Caire, P. Celet.
- Feuille *Chalon-sur-Saône* : 1^{re} édition (1880), par F. Delafond, A. Michel-Lévy
2^e édition (1938), par E. Chaput, J. Viret, C. Rouyer
3^e édition (1965), contours par E. Chaput, J. Viret, C. Rouyet ; notice par P. Rat, H. Tintant, L. Courel.
- Feuille *Lons-le-Saunier* : 1^{re} édition (1884), par M. Bertrand
2^e édition (1928), par E. Fournier, M. Piroutet
3^e édition (1968), par de nombreux auteurs.

Cartes géologiques à 1/50 000

Feuille *Pesmes* (1982), par P. Chauve, C. Pernin, M. Campy, N. Morre-Biot.

Feuille *Seurre* (1980), par R. Fleury.

Feuille *Dole* (1979), par Y. Kerrien, P. Chauve, C. Pernin.

Feuille *Chagny* (1982), par L. Clozier, R. Fleury, J.-C. Menot, J.-H. Delance, J.-P. Gélard, A. Pascal, M. Amiot, J. Bonvalot.

Feuille *Poligny* (1981), par Y. Kerrien, P. de Luca.

Feuille *Chalon-sur-Saône* (1982), coordination par R. Fleury, J.-P. Gélard.

Feuille *Louhans* (1981), par F. Zanon.

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

AUTEURS DE LA NOTICE

L. CLOZIER, B.R.G.M. : Plio-Quaternaire *p.p.*

J.-J. COLLIN, B.R.G.M. : hydrogéologie

G. FARJANEL, B.R.G.M. : palynologie

J.-J. PUISSÉGUR, université de Dijon : paléontologie et datations *p.p.*

R. FLEURY, B.R.G.M. : les autres chapitres et coordinations des textes.