

Approche sédimentologique du Bajocien supérieur-Bathonien inférieur du nord-ouest de la Bourgogne (sud-est du bassin de Paris) : dynamique sédimentaire et reconstitution paléogéographique d'un secteur d'une plate-forme carbonatée péri-téthysienne*

Pierre-Eric PELLENARD (1)
Philippe THIRY-BASTIEN (1)
Jacques THIERRY (1)
Benoit VINCENT (1)

Sedimentological approach to the Upper Bajocian-Lower Bathonian of northwestern Burgundy (Southeast Paris Basin): sedimentary dynamics and palaeogeographical reconstruction of part of a Peritethyan carbonate shelf

Géologie de la France, n°1, 1998, pp. 21-38, 8 fig.

Mots-clés : Bajocien, Bathonien, Lithofaciès, Stratigraphie séquentielle, Biostratigraphie, Paléogéographie, Plate-forme carbonatée, Côte-d'Or, Yonne.

Key words: Bajocian, Bathonian, Lithofacies, Sequence stratigraphy, Biostratigraphy, Carbonate platforms, Côte-d'Or, Yonne.

Résumé

Les séries sédimentaires de la transition Bajocien-Bathonien de la plate-forme bourguignonne ont été relativement peu étudiées du fait de la rareté des affleurements. Quatre coupes de référence ont été levées en détail dans les régions de Montbard en Côte-d'Or (Pouillenay, Montbard, Buffon) et d'Avallon dans l'Yonne (Sermizelles). Le contenu en macrofossiles et le microfaciès sont décrits banc par banc avec précision. L'objectif est d'actualiser les données sédimentologiques et biostratigraphiques des formations de l'intervalle Bajocien supérieur (Zone à *Garantiana* et Zone à *Parkinsoni*) qui comporte les Calcaires grumeleux, les Marnes à *Ostrea acuminata*, les Calcaires de Sermizelles, les Calcaires à oncolithes cannabines et les Marnes et calcaires argileux à oolithes ferrugineuses ; toutes ces formations se sont déposées au-dessus des Calcaires à entroques s.s. et Calcaires à nubéculaires datés du Bajocien inférieur (zone à *Humphriesia-num*). Une lacune, désignée sous l'appellation de discontinuité vésulienne et engendrée par l'émergence généralisée de la plate-forme bourguignonne, sépare le Bajocien inférieur du Bajocien supérieur.

Les corrélations, fondées sur les données biostratigraphiques d'ammonites et de brachiopodes montrent un passage latéral de faciès entre les Marnes à *Ostrea acuminata* (Bajocien supérieur; zone à *Parkinsoni*) de la partie orientale du secteur d'étude (Montbard), et les niveaux condensés des Marnes et calcaires argileux à oolithes ferrugineuses, de la partie occidentale (Avallon). Ce passage latéral est lié à une structuration extensive de la plate-forme bourguignonne au Bajocien terminal, contemporaine du rifting téthysien. Cette structuration résulte du rejet d'accidents hercyniens majeurs, d'orientation N 10-20°, et du jeu de failles associées N 70°. Les paléotopographies engendrées ont été en partie comblées durant le Bajocien supérieur (zone à *Garantiana*, sous-zone à *Tetragona* et zone à *Parkinsoni*, sous-zones à *Acris/Subarietis*, *Densicosta* et *Bomfordi*) et le Bathonien basal (zone à *Zigzag*, sous-zone à *Convergens*). Le dépôt des Calcaires grumeleux, Marnes à *Ostrea acuminata*, Calcaires de Sermizelles et Calcaires à oncolithes cannabines s'est effectué dans les secteurs les plus subsidents et les plus profonds alors que dans le même temps, les niveaux condensés des Marnes et calcaires argileux à oolithes ferrugineuses se déposaient sur les secteurs restés en position haute.

* Manuscrit reçu le 3 novembre 1997, accepté le 12 février 1998.

(1) Université de Bourgogne, Centre des Sciences de la terre et U.M.R. C.N.R.S. 5561 Paléontologie analytique et Géologie sédimentaire, 6, Bd Gabriel, 21000 Dijon.

Abridged English version

The sedimentary deposits of the Bajocian-Bathonian transition on the Burgundy shelf (Southeast Paris Basin, France) have been relatively little studied because of scarce outcrops. Four type-sections are investigated in detail: Pouillenay, Montbard and Buffon near Montbard in Côte-d'Or; and Sermizelles near Avallon in Yonne. The contained macrofossils and the microfacies are accurately described bed by bed. The aim is to update the sedimentological and biostratigraphical data of the Upper Bajocian (*Garantiana Zone* and *Parkinsoni Zone*) formations; i.e. the "Calcaires grumeleux", "Marnes à Ostrea acuminata", "Calcaires de Sermizelles", "Calcaires à oncolithes cannabines" and "Marnes et calcaires argileux à oolithes ferrugineuses" formations that overlie the "Calcaires à entroques s.s." and "Calcaires à Nubéculaires" formations of the Lower Bajocian (*Humphriesianum Zone*). The Lower and the Upper Bajocian are separated by a major break, the Vesulian unconformity, arising from a generalized emergence of the Burgundy shelf.

The correlations, based on ammonite and brachiopod biostratigraphic data, reveal a lateral facies variation between the "Marnes à Ostrea acuminata" in the eastern part of the studied area, and the condensed levels of the "Marnes et calcaires argileux à oolithes ferrugineuses" in the western part, both dated as Late Bajocian, *Parkinsoni Zone*. This lateral transition is related to an extensional structuring of the Burgundy shelf during the terminal Bajocian, coeval with the Tethyan rifting episode and resulting from the reactivation of major N10-20° Hercynian faults and the activity of associated N70° faults. The subsequent palaeotopographies were then partly infilled during the Late Bajocian (*Garantiana Zone*, *Tetragona Subzone* and *Parkinsoni Zone*, *Acris/Subarietis*, *Densicostata* and *Bomfordi Subzones*) and earliest Bathonian (*Zigzag Zone*, *Convergens Subzone*). The "Calcaires grumeleux", "Marnes à Ostrea acuminata", "Calcaires de Sermizelles" and "Calcaires à oncolithes cannabines" formations were deposited in the deep highly subsiding areas at the same time as the «Marnes et calcaires

argileux à oolithes ferrugineuses» were being deposited in the shallower high areas.

Introduction

Les formations calcaires de plate-forme du Bajocien inférieur du nord-ouest de la Bourgogne, (Calcaires à entroques s.l. ; Collenot, 1873 ; Mouterde, 1953 ; Daulin, 1969 ; Purser, 1975 ; Morestin, 1986 ; Durlet, 1996) sont assez bien connues du point de vue lithologique, sédimentologique et biostratigraphique du fait de leurs bonnes conditions d'affleurement (calcaires massifs autrefois exploités dans de nombreuses carrières ou formant des falaises naturelles).

En revanche, les connaissances sédimentologiques des séries plus finement détritiques de la transition Bajocien supérieur-Bathonien inférieur, qui marquent un ennoyage généralisé de la plate-forme bajocienne, sont relativement moins précises du fait de moins bons affleurements (marnes et calcaires marneux souvent masqués par les formations superficielles quaternaires). Seules quelques études stratigraphiques (Mouterde, 1953 ; Ingardiola, 1981 ; Thierry *et al.*, 1983) et paléoécologiques (Dumanois, 1982 Delance et Dumanois, 1983) se sont intéressées aux formations de cet intervalle qui comporte classiquement, les Marnes à *Ostrea acuminata*, les Calcaires de Sermizelles, les Calcaires à oncolithes cannabines et des Calcaires argileux à oolithes ferrugineuses.

L'objectif de ce travail est de présenter une étude sédimentologique et stratigraphique (caractéristiques sédimentaires et cadre paléogéographique) de ces séries de transition. Quatre coupes de référence ont été sélectionnées, dans un secteur du nord de la Côte-d'Or et du sud de l'Yonne (fig. 1). Trois d'entre elles s'échelonnent de l'amont vers l'aval des vallées de la Brenne et de l'Armançon (coupes de Pouillenay, Montbard et Buffon) ; la quatrième est plus à l'ouest, aux environs d'Avallon (coupe de Sermizelles). Des compléments d'information seront obtenus grâce à quelques coupes complémentaires qui seront citées, mais non décrites en détail.

Le cadre bio-chronostratigraphique (fig. 2) se réfère à l'échelle d'ammonites ouest-européenne (province subboréale) des étages Bajocien (Rioult *et al.*, in Cariou et Hantzpergue, 1997) et Bathonien (Mangold *et al.*, op. cit.).

Description des affleurements

Les coupes sont présentées selon un transect globalement est-ouest (fig. 1) depuis la carrière de Pouillenay jusqu'à celle de Sermizelles. Les descriptions macroscopiques sont reportées sur les figures et le texte traite essentiellement des microfaciès et des données paléontologiques permettant la datation des diverses unités litho-faciologiques définies. Afin de ne pas surcharger les descriptions, il sera fait référence à diverses publications où sont définis les noms des formations utilisées (Collenot, 1873 ; Durlet, 1996 ; Thierry *et al.*, 1997).

Carrière de Pouillenay (Côte-d'Or)

La carrière de Pouillenay (fig. 3) se situe à 1.5 km au sud-sud est du village, à la pointe de la butte témoin dite Montagne de Pouillenay (X = 717,0 ; Y = 285,7 ; Z = 230 ; feuille à 1/50 000 Semur-en-Auxois). La série décrite correspond aux assises argileuses et marneuses du troisième palier au-dessus de l'ancienne exploitation souterraine. L'étude des séries sous-jacentes, désignées sous le terme général de Calcaires à entroques s.l., a fait l'objet de descriptions récentes et détaillées (Durlet, 1996 ; Durlet et Loreau, 1996 ; Thierry *et al.*, 1997), admettant, de bas en haut, un découpage en membres successifs : les Calcaires à entroques s.s., les Calcaires à polypiers, les Calcaires à nubéculaires (Rat, 1953 ; = Zone du Calcaire fissile ou Zone à Gervillies, *sensu* Collenot, 1873) et les Calcaires grumeleux (*sensu* Collenot, 1873).

Les Marnes à *O. acuminata*, (unités litho-faciologiques 1 à 6 ; fig 3) de couleur noire, reposent sur la surface perforée et encroutée du toit des Calcaires grumeleux sous-jacents (Floquet *et al.*, 1992 ; Durlet, 1996). Ces calcaires se distinguent nettement des marnes noires par leur stratomorphie, leur faciès carbonaté

jaunâtre avec grosses oncoïdes rousses et leur forte teneur en oxydes de fer. Les marnes noires comportent une alternance de bancs calcaires et d'interbancs argileux ou marneux décimétriques. Les 26 bancs carbonatés sont souvent d'aspect noduleux avec toit et mur onduleux.

Le passage aux Calcaires de Sermizelles se fait par l'intermédiaire de quelques bancs plus massifs et compacts (couches de transition ; unités 7 à 9, fig. 3), à stratification diffuse, très fossilifères, montrant notamment un changement progressif de la faune d'huîtres. Celles-ci, présentes sur l'ensemble de la pile sédimentaire, aussi bien dans les bancs calcaires que dans les interbancs argileux, forment dans les neufs premiers mètres (unités 1 à 6), des lumachelles plus ou moins indurées où domine *Praeexogyra acuminata* à valves majoritairement plates et arquées (Dumanois, 1982). Dans les couches de transition, les populations d'huîtres sont nettement moins riches mais plus diversifiées : *P. acuminata* présente des variants aux valves creuses, accompagnés de quelques individus de *Catinula knorrii* ; cette espèce persiste seule dans les Calcaires de Sermizelles sus-jacents, mais en quantité nettement moindre.

Les Calcaires de Sermizelles (unités 10 à 12 ; fig 3), de couleur jaunâtre clair (qualificatif utilisé par les auteurs pour les désigner sous le terme de Calcaires blanc jaunâtre, Collenot, 1873, ou Calcaires hydrauliques, Tintant et Joly, 1955, Tintant 1963), sont en bancs pluridécimétriques et plus compacts, à toit et mur plans horizontaux, intercalés de minces joints argileux, centimétriques à millimétriques, plus nombreux et plus épais à la base qu'au sommet de l'affleurement.

Les Marnes à *Ostrea acuminata*

Unité 1 (1,90 m)

La macrofaune comporte des ammonites (*Parkinsonia densicosta dorsetensis*, *Gonolkites neuffensis*) relativement abondantes dans le deuxième banc calcaire, des tétrabratulidés (*Ferrythyris ferryi*), zeillieridés (*Aulacothyris carinta*) et rhynchonellidés (*Rhynchonella angulata* et *R. edwardsii*), quelques mytilidés (*Gervillia* sp.) et de grands débris d'autres lamellibranches non déterminables ; les pholadomyes (*Pho-*

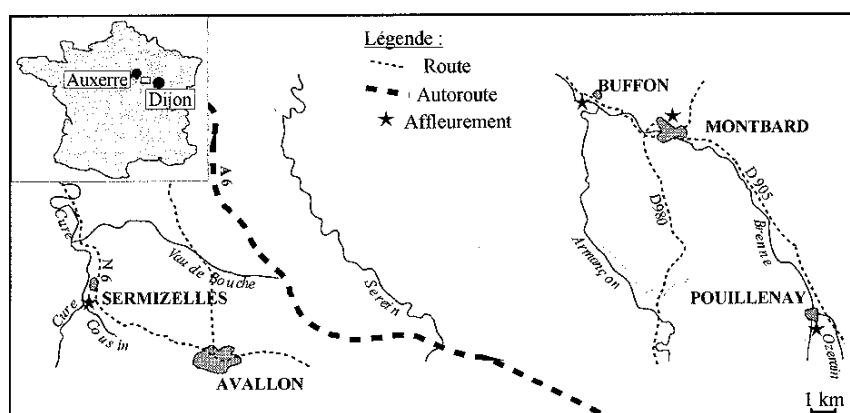


Fig. 1.- Localisation géographique de la région et des affleurements étudiés.

Fig. 1.- Geographical location of the studied area and outcrops.

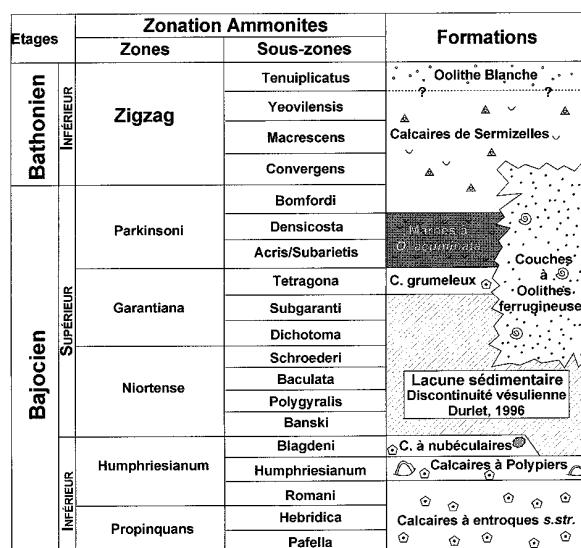


Fig. 2.- Échelle biostratigraphique d'ammonites utilisée (adaptée d'après Contini *et al.* et Mangold *et al.*, in E. Cariou et P. Hantzpergue, 1997). Les différentes formations sont placées en parallèle avec mise en évidence des passages latéraux et des discontinuités stratigraphiques.

Fig. 2.- Biostratigraphic ammonites scale used (adapted from Contini *et al.* and Mangold *et al.*, in E. Cariou and P. Hantzpergue, 1997). The formations are shown with lateral facies variations and stratigraphic unconformities.

ladomya gibbosa) sont particulièrement abondantes vers le sommet de l'unité.

Unité 2 (1,60 m)

Une relative abondance et diversité en brachiopodes (*Rhynchonella edwardsii*, *R. angulata*, *Kallirhynchia distendens*, *Ferrythyris ferryi*, *Aulacothyris carinta*), pourtant généralement peu représentés dans les faciès à *Ostrea acuminata* (Dumanois, 1982), caractérise cette unité. À la cote 3 m, un banc riche en coquilles d'huîtres entières et de grandes tailles, présente à son toit une forte accumulation de rhynchonelles (*R. angulata*). Dans l'ensemble, les huîtres sont souvent à l'é-

tat de débris hétérométriques (0,2 à 0,5 cm) et non orientés ; quelques serpules, des bryozaires encroûtants et de grands fragments de lamellibranches non déterminables (2 cm), qui n'existent cependant pas dans tous les bancs, complètent la faune. Par endroits, s'individualisent des nodules lumachelliennes. Les ammonites *Parkinsonia acris*, *P. arietis* et *P. subarietis* sont présentes sur l'ensemble de l'unité.

Les microfaciès montrent des radioles et des plaques d'oursins, des entroques, et des lenticulines avec loges remplies de micrite, d'oxydes de fer et de cristaux de dolomite.

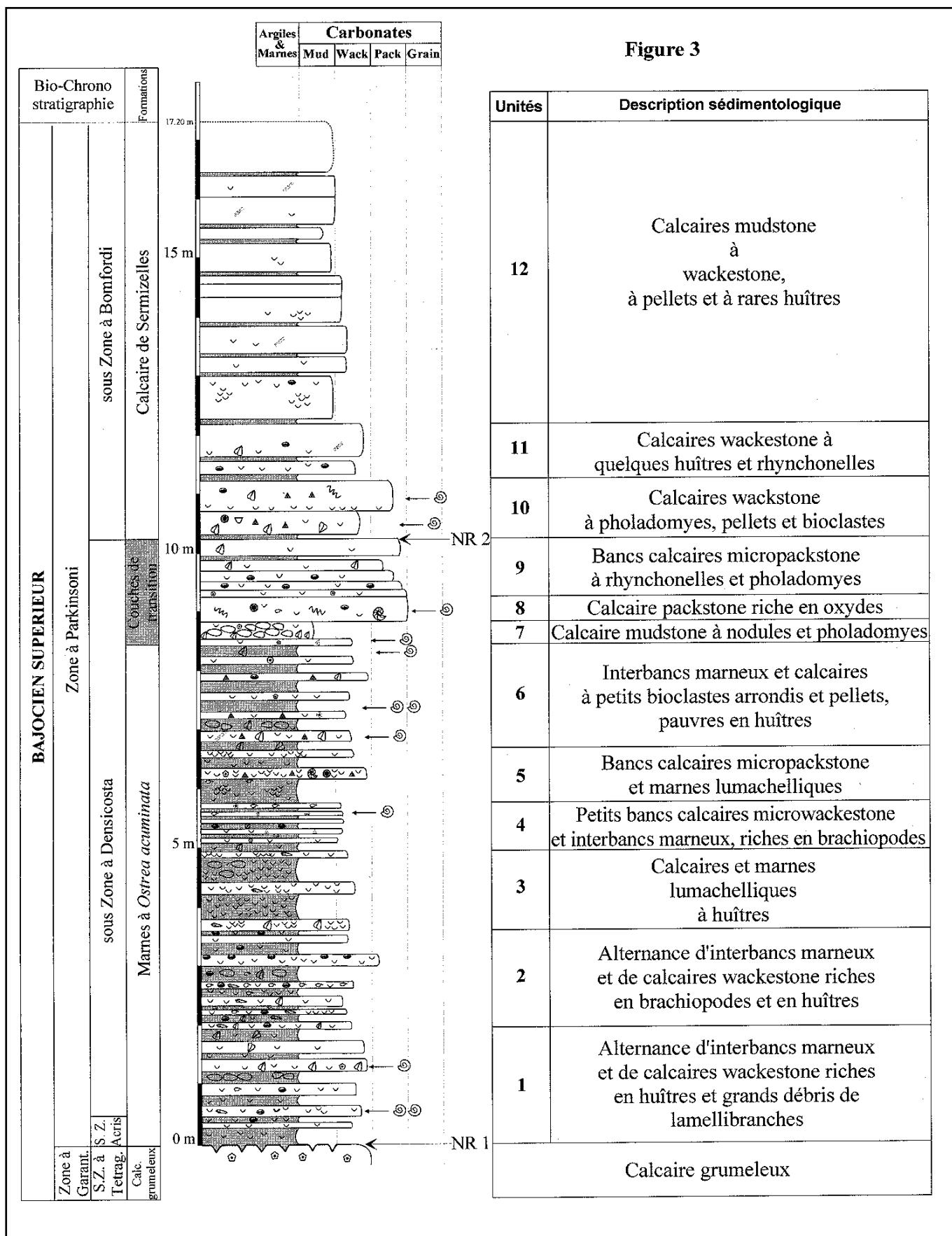


Fig. 3.- Description de la coupe de la carrière de Pouillenay.

Fig. 3.- Description of the Poullenay quarry section.

Unité 3 (1,30 m)

Caractérisée par une forte densité en *Praeexogyra acuminata*, cette unité présente trois bancs carbonatés lumachelliques séparés par deux épais interbancs marneux. Quelques nodules plus carbonatés existent dans les interbancs marneux. Les brachiopodes sont rares, voire absents.

Le sommet du premier banc calcaire montre des amas d'huîtres (crassas), mais le reste de la macrofaune est relativement pauvre (quelques pholadomyes et mytilidés) ; les marnes sont très riches en huîtres (0,5 à 1 cm) accolées les unes aux autres. Le second banc calcaire est une lumachelle à huîtres où les coquilles, disposées sans ordre, sont accompagnées de fragments d'ammonites (*Parkinsonia parkinsoni*, *P. neuffensis*), de serpules encroûtant les valves d'huîtres et de radioles d'oursins. La densité des coquilles d'huîtres diminue fortement dans le dernier banc.

La matrice micritique et les coquilles renferment des cristaux de dolomite et des oxydes de fer.

Unité 4 (0,80 m)

La faune est dominée par les huîtres et les brachiopodes (*Ferrythyris ferryi*, *Kallirhynchia distendens* et *Aulacothyris carinata*), accompagnés d'ammonites (*Parkinsonia parkinsoni*), de rostres de bélémnites, de pholadomyes, de petits madréporaires en boules, d'entroques et de serpules.

Unité 5 (1,00 m)

La macrofaune, peu diversifiée (*K. distendens* et un fragment de nautile *Paracenoceras* sp.), est dominée par les huîtres accompagnées de quelques fragments de madréporaires et térébratules.

Le microfaciès des bancs calcaires est une biomicrite (localement biosparite) à huîtres et autres fragments de lamellibranches globalement orientés horizontalement ; serpules et bryozoaires encroûtent fréquemment les huîtres. Les autres éléments sont des radioles d'oursins, des fragments de gastéropodes et des foraminifères. Des microperforations, qui résultent de l'activité de chlorophycées endolithes (Dumanois, 1982 ; Delance et Bernard-Dumanois, 1983), s'observent à la

péphérie des coquilles d'huîtres. Des cristaux de dolomite rhomboédrique apparaissent la plupart du temps dans des plages d'oxydes de fer ou dans le remplissage des loges de foraminifères.

Unité 6 (1,90 m)

Les interbancs sont relativement épais (décimétriques) et pauvres en faune : quelques fragments de lamellibranches indéterminables, des pholadomyes (généralement en position de vie) et de rares ammonites (*Garantiana cf. tetragona*). Les bancs calcaires montrent une diminution progressive du nombre des huîtres et une augmentation en petits débris (bioclastes arrondis).

Le microfaciès des derniers bancs calcaires est une micrite à rares bioclastes et pellets, cristaux de dolomite porphyroïques et débris de matière organique accompagnés de serpules entières ou fragmentées encroûtant des lamellibranches, d'articles de crinoïdes (*Pentacrinus bajocensis*) et de prodissoconques (coquilles larvaires de bivalves). Les loges de nodosariidés, relativement abondants, sont remplies d'oxydes de fer.

Dans toutes les unités sous-jacentes (1 à 5), l'homogénéité des faciès ainsi que la fragmentation des bioclastes suggèrent une bioturbation intense et relativement continue tout au long de la sédimentation. En revanche, dans l'unité 6, il est possible de reconnaître de petits terriers qui traduisent une bioturbation plus faible au cours de laquelle les organismes fouisseurs n'ont pas complètement homogénéisé le sédiment.

Les couches de transition**Unité 7 (0,3 m)**

Le microfaciès est une micrite à rares pellets, riche en oxydes de fer (couleur jaunâtre de la roche qui tranche avec les marnes noires sous-jacentes) ; les Spirillines (foraminifères), sont nombreux, accompagnés de fragments de lamellibranches, de radioles d'oursins et quelques prodissoconques. Des bioturbations sont nettes. Les Pholadomyes sont nombreuses et en position de vie.

Unité 8 (0,4 m)

La macrofaune, particulièrement diversifiée et abondante, comprend de grands lamellibranches costulés (*Ctenostreon rugosum*, *Lopha marshii*, *Camptonectes laminatus*), des fragments de madréporaires, des brachiopodes (*Aulacothyris carinata*, *Ferrythyris ferryi*, *Rhynchonella edwardsii*), des ammonites (*Parkinsonia parkinsoni*), des rostres de bélémnites (*Hibolites hastatus*) et un nautile génériquement non déterminable.

En lame mince, on observe une biomicrite riche en oxydes de fer et cristaux de dolomite. Les bioclastes, en plus des groupes zoologiques cités en macrofaune, sont des serpules encroûtantes, des radioles d'oursins et des entroques, accompagnés de foraminifères et d'algues.

Unité 9 (0,95 m)

La base de cette unité montre quelques huîtres et des rostres de bélémnites qui font ensuite place à de nombreuses rhynchonelles (*Kallirhynchia distendens*). Le toit des derniers bancs contient des Pholadomyes pour la plupart en position de vie.

Les Calcaires de Sermizelles**Unité 10 (0,9 m)**

La macrofaune comprend des pholadomyes très souvent en position de vie, des fragments de madréporaires et des serpules quadricarénées. Le second banc présente à sa base une lumachelle à huîtres (*Catinula knorrii*) avec serpules, pholadomyes, grands lamellibranches costulés (*Lima*, *Ctenostreon* et *Spondylus*) et rhynchonelles (*Kallirhynchia distendens*). Quelques ammonites *Parkinsonia parkinsoni*, *P. (Gonolkites)* sp., parfois de très grande taille (40 cm de diamètre), sont concentrées à la base. La teneur en pellets augmente nettement de bas en haut.

Unité 11 (0,8 m)

Comportant deux bancs calcaires massifs, elle renferme dans sa première assise quelques huîtres et rhynchonelles ; la seconde possède en plus de grands fragments de *Trichites* (caractère ayant servi à qualifier ces couches de Calcaire à

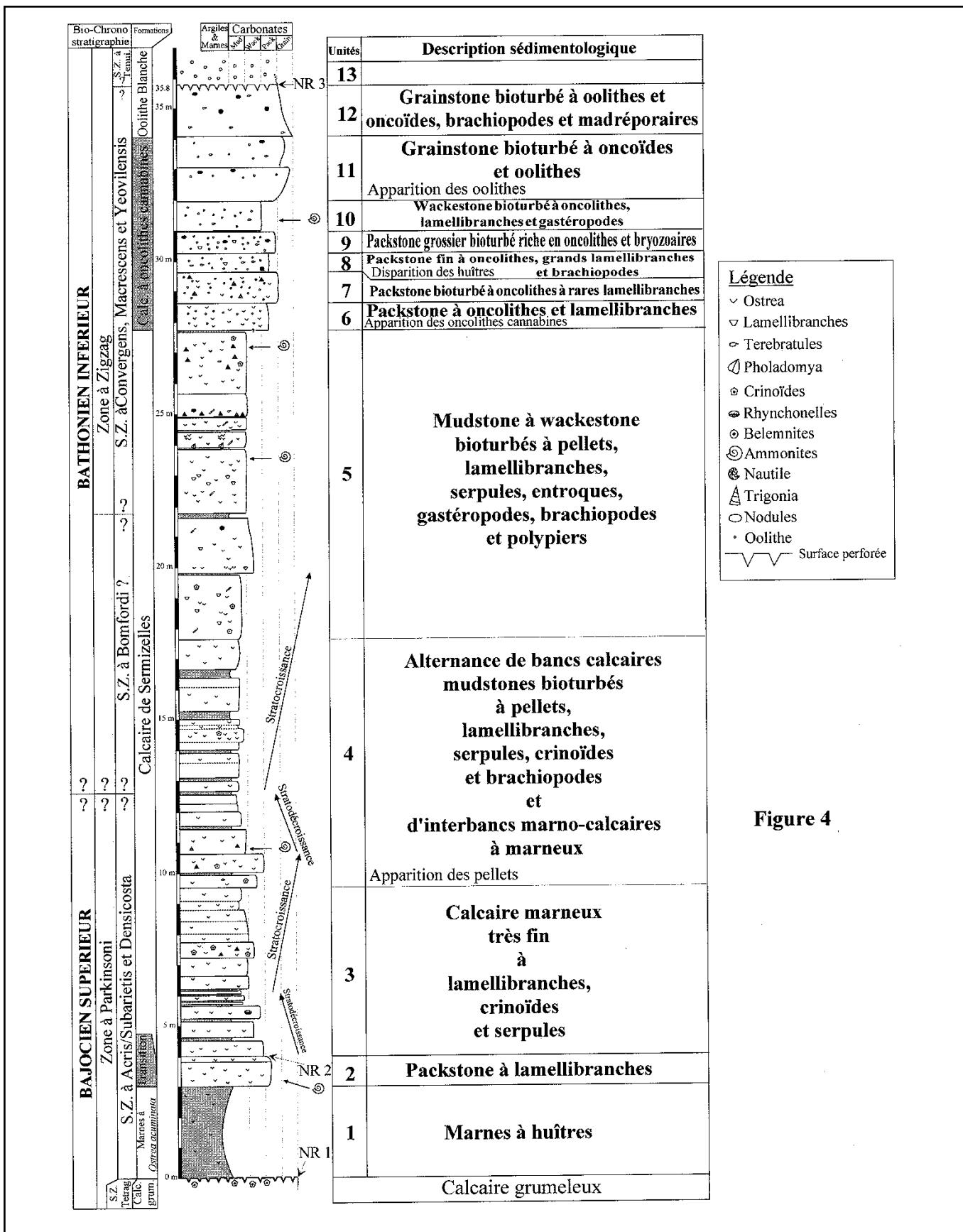


Figure 4

Fig. 4.- Description des coupes de Montbard.

Fig. 4.- Description of the Montbard outcrops.

Pinna, sensu Collenot, 1873) ainsi que des pholadomyes.

Unité 12 (5,1 m visibles)

La faune est rare ; quelques huîtres à coquille très épaisse (0,8 cm à 1 cm) viennent rompre l'homogénéité du sédiment qui se présente en gros bancs à litage horizontal plan, intercalés de minces délit argileux. Elles sont accompagnées de radioles d'oursins et de serpules ; quelques *Trichites* et petits amas d'huîtres (*Catinula knorrii*) s'individualisent au sein des bancs. Deux fragments de tours externes de grandes ammonites ont été trouvés dans le dernier mètre ; elles semblent appartenir au genre *Parkinsonia* (*Gonolkites*), mais toute détermination spécifique est impossible. En microfaciès, la matrice micritique apparaît relativement claire, avec quelques pellets et bioclastes.

Coupe de Montbard (Côte-d'Or)

Les observations proviennent des tranchées de la R.D. 5 (X = 600,3 ; Y = 284,6 ; Z = 280 ; feuille à 1/50 000 Montbard), à la sortie nord de Montbard en direction de Laignes, et de plusieurs carrières abandonnées en retrait de cette route.

Les Marnes à *Ostrea acuminata* (unité 1, fig. 4), actuellement recouvertes par les éboulis, mais bien visibles lors de la réfection de la route (Purser, 1975 ; Ingargiola, 1981 ; J. Thierry, observations inédites) reposent sur une surface durcie-perforée affectant le toit des Calcaires grumeleux ; ces derniers, très réduits par rapport à Pouillenay (0,50 m), reposent sur les Calcaires à nubéculaires, visibles sur 4 m, couronnés par une surface durcie perforée (le contact avec les Calcaires à entroques s.s. n'est pas visible).

Au-dessus, les Calcaires de Sermizelles affleurent particulièrement bien (unité 5, fig. 4) mais, à la cote 28 m à partir du contact Calcaires à nubéculaires/Marnes à *Ostrea acuminata*, la continuité lithologique entre la deuxième carrière dans la boucle de la route et la partie supérieure de celle-ci, est rendue difficile par des éboulis. Cette lacune d'observation gêne l'étude du passage aux Calcaires à oncolithes cannabines

(= Calcaire cannabin, = Calcaires blanc jaunâtre moyen ou Zone de l'*Ammonites arbustigerus*, sensu Collenot, 1873) qui se développent ici sur 7 à 8 m (unités 6 à 12, fig. 4), au-dessus des Calcaires de Sermizelles.

Par suite d'un manque d'affleurement, le contact entre les Calcaires à oncolithes cannabines et l'Oolithe blanche sus-jacente n'a pu être observé (unité 13, fig. 4). La limite entre ces deux formations a alors été placée au niveau de la surface perforée observée à la cote 35,80 m (fig. 4).

Les Marnes à *Ostrea acuminata*

Unité 1 (3 m)

Par l'intermédiaire d'une surface dure et perforée, elle repose sur deux bancs de calcaires, brun jaunâtre, à taches ferrugineuses intercalés de joints marneux à oncolithes rouges et gros bioclastes (biomicrite à entroques, lamellibranches et foraminifères), assimilés par leur faciès aux Calcaires grumeleux. Les mauvaises conditions d'affleurement des marnes n'ont pas permis de nouvelles observations. Les travaux antérieurs (Ingargiola, 1981 ; Dumanois, 1983 ; Thierry *et al.*, 1983 et observations inédites) montraient la succession suivante :

- des marnes argileuses (1,20 m), grisâtres, avec passées carbonatées et faune riche et diversifiée de brachiopodes (*Rhynchonella angulata*, *R. edwardsii*, *Kallirhynchia distendens*, *Ferrythyris ferryi*, *Aulacothyris carinata*, *Millythyris mylliensis*) et lamellibranches (modioles, pholadomyes et homomyes) ; les huîtres (*Praeexogyra acuminata* et *Catinula knorrii*) sont rares.

- des marnes (0,50 m) intercalées de bancs calcaires (biomicrite à rares et fins débris de valves de lamellibranches) discontinus et noduleux, renfermant la même faune que précédemment mais beaucoup plus rare, à laquelle s'ajoute une ammonite, *Garantiana aff. Minima* ;

- un ensemble massif (0,80 m) de calcaire argileux (biomicrite à nombreux débris de brachiopodes et lamellibranches) se débitant en plaquettes intercalées de délit argileux, avec une faune toujours identique, de nouveau très dense

et diversifiée, dont une ammonite *Parkinsonia dorni*.

Unité 2 (1 m)

Le microfaciès de ces deux bancs calcaires rouille jaunâtre est une microsparite à fragments de lamellibranches costulés (de 1 à 6 mm), échinodermes (entroques, plaques et radioles), brachiopodes, serpules et madréporaires qui se retrouvent aussi dans la macrofaune. Un ciment microsparitique argileux remplace la micrite initiale, encore visible par endroit. Les oxydes de fer, présents en grande quantité, sont responsables de la couleur de la roche ; de la dolomite est présente en plages de cristaux ou de façon éparses. La bioturbation est localement bien visible dans cette unité assimilée aux couches de transition entre Marnes à *Ostrea acuminata* et Calcaires de Sermizelles.

Par rapport à Pouillenay, comme pour les Calcaires grumeleux, on note les fortes réductions d'épaisseur des Marnes à *Ostrea acuminata* (3 m contre 8,5 m) et des couches de transition (1 m contre 2 m), dont l'âge Bajocien supérieur, zone à *Parkinsoni*, sous-zones à *Acris/Subarietis* et *Densicostata*, est attesté par les ammonites.

Les Calcaires de Sermizelles

Dans cette succession argilo-carbonatée assez monotone et épaisse (environ 24 m), le découpage en trois unités est basé sur la stratomorphologie et les caractéristiques microfaciologiques.

Unité 3 (5,5 m)

D'abord en bancs carbonatés décimétriques, bien lités et stratodécroissants avec intercalations de bancs marneux centimétriques de plus en plus nombreux à la base, cette unité passe à une organisation stratocroissante au sommet. Elle est assez fossilifère, surtout vers sa base : fragments de coquilles de lamellibranches (huîtres du groupe *Catinula knorrii* ; 1 à 5 mm) et de tiges de crinoïdes, radioles d'oursins, serpules (majoritairement tricarénées) et petites colonies de bryozoaires. Une ammonite (*Parkinsonia parkinsoni*) a été récoltée vers 1 m au-dessus de la base de cette unité, et quelques rhynchonelles (généri-

quement non identifiable) accompagnées de rostres de bélémnites et de lamellibranches fouisseurs (dont des pholadomyes), dans le troisième banc (1,5 m).

Le microfaciès est une microsparite à rares bioclastes où s'identifient tous les groupes cités en macrofaune ; il s'y ajoute des foraminifères (*Lenticulina*) et des ostracodes. Tous les bioclastes sont brisés et ne présentent pas d'orientation particulière.

Unité 4 (8,15 m)

L'apparition et la persistance de pellets, qui constituent vers le sommet l'essentiel des éléments figurés du microfaciès, justifie la distinction de cette unité ; de bas en haut, elle passe d'une micrite à rares bioclastes, à une biomicrosparite, puis à une pelmicsparite. Les bioclastes, toujours rares, sont identiques à l'unité précédente ; à la base presque exclusivement constitués de fragments de lamellibranches et de serpules, il apparaît progressivement quelques spicules d'éponges, des fragments de brachiopodes ponctués et de nombreuses prodissoconques. A la cote 9,25 m, la présence de plages sombres, riches en pellets, et de plages plus claires, pauvres en pellets, ainsi qu'une orientation préférentielle verticale des lamellibranches, suggèrent une bioturbation dont l'intensité est insuffisante pour entraîner l'homogénéisation totale du sédiment, mais assez forte pour masquer toute morphologie de type terrier. Deux surfaces nettement bioturbées existent successivement aux cotes 13 m et 17 m.

La macrofaune, assez rare, est localisée à la base et dans de minces interbancs argileux : lamellibranches (*Catinula knorrii*, *Trichites*, modioles, pholadomyes et homomyes ; les fouisseurs étant en position de vie), fragments de crinoïdes, brachiopodes rhynchonellides non déterminables, articles de crustacés. Une ammonite *Parkinsonia parkinsoni*, à la cote 11 m, justifie la place, au moins de la base de cette unité, dans le Bajocien supérieur, zone à *Parkinsoni*. Une autre vient de la partie moyenne (cote 24 m ; à hauteur du maximum de développement des interbancs argileux) ; malgré une assez mauvaise conservation, sa morphologie, proche de *Parkinsonia (Gonolkites) convergens* indiquerait que le Bathonien inférieur, zone à *Zigzag*, sous-zone à

Convergens, est atteint. L'absence d'ammonite entre ces deux côtes ne permet pas de reconnaître la sous-zone à *Bomfordi*.

Unité 5 (10,10 m)

Ces calcaires, en gros bancs massifs, contiennent des lamellibranches (*Catinula knorrii*, pholadomyes et *Trichites-Pinna*) ; les huîtres sont parfois en amas et les valves de *Trichites* en connexion. Le reste de la faune est constitué de serpules, de fragments de crinoïdes et d'oursins, de gastéropodes, de petits madréporaires et de rares brachiopodes (*Kutchirhynchia* sp). Des plages plus sombres montrent l'activité d'organismes fouisseurs. Dans le dernier banc (cote 27 m) ont été récoltées *Parkinsonia aff. pachypleura* et *P. subgaleata* qui confirment bien la place de ces couches dans le Bathonien inférieur, zone à *Zigzag*, sous-zone à *Convergens*.

Le microfaciès est une pelmicsparite (pellets abondants et souvent de grande taille) pauvre en bioclastes : brachiopodes ponctués et prodissoconques, rares serpules et foraminifères (*Lenticulina*).

Les Calcaires à oncolithes cannabines

La transition entre les Calcaires de Sermizelles et l'Oolithe blanche est assurée par des unités métriques dont le faciès évolue progressivement d'un pôle fin et boueux vers un pôle plus granulaire. Dans le même temps, apparaissent des oncolithes rousses, à cortex rouille (oxydes de fer et dolomite), bien visibles en observation macroscopique, qui servent à désigner ces couches sous le terme de Calcaires à oolithes cannabines (du nom latin *cannabis*, graine de chanvre ; Rat et Thierry, *in* Mégnien et Mégnien, 1980 ; Thierry *et al.*, 1983). D'une part, aucune limite lithologique nette ne pouvant être reconnue entre eux et les Calcaires de Sermizelles, et d'autre part des récurrences du faciès de ces derniers pouvant exister au sein des couches à oncolithes, il est proposé de considérer ce terme lithologique comme un membre de la formation des Calcaires de Sermizelles. De plus, la dénomination oolithes cannabines doit être remplacée par celle d' oncolithes cannabines compte tenu de la structure du cortex de ces grains essentiellement due à une activité cyanobactérienne et à des foraminifères nubéculaires

(Rat, 1966 ; Ingargiola, 1981 ; Dumanois, 1982).

Unité 6 (0,85 m)

Cette oncopelmicrite à oncopelsparite, parfois oncosparite, montre une grande hétérogénéité du nucleus des oncolithes (intraclastes seuls, association d'intraclastes et de fragments de lamellibranches, gastéropodes, foraminifères, bryozoaires, entroques et tubes d'annélides). Des loges de foraminifères nubéculaires sont visibles dans le cortex de certains oncolithes. La macrofaune comporte des lamellibranches et un lit de rhynchonelles identiques à celles de l'unité 5.

Unité 7 (1,05 m)

Les oncolithes cannabines et les fragments de lamellibranches sont moins abondants que dans l'unité précédente. Les nuclei sont des intraclastes, des fragments de lamellibranches, spongaires, gastéropodes ou d'hexacoralliaires. Des plages constituées exclusivement de pellets traduisent l'activité d'organismes fouisseurs. La macrofaune est réduite à quelques *Kallirhynchia* sp., des téribrautes génériquement indéterminables et une ammonite *Parkinsonia pachypleura*.

Unité 8 (0,65 m)

Les *Trichites*, rhynchonelles et petits madréporaires, sont abondants alors que les oncolithes cannabines sont peu nombreuses dans ce calcaire fin qui, de plus, enregistre la disparition des huîtres.

Unité 9 (1,30 m)

Un enrichissement en oncolithes cannabines et des indices de bioturbation caractérisent cette unité dont la macrofaune est représentée par de très nombreux bryozoaires en petites colonies ou isolés, des *Trichites*, des serpules, des madréporaires, des gastéropodes, des oursins réguliers (radioles) et des rhynchonelles. Le microfaciès est une pelmicsparite à pelmicsparite à oncolithes, bioclastes, foraminifères et fragments de bryozoaires montrant parfois un remplissage géotrope des zoécies.

Unité 10 (0,90 m)

Riche en oncolithes cannabines, elle est pauvre en macrofaune (rares lamellibranches et gastéropodes) ; à sa base, un mince délit argileux a livré un fragment d'une grande ammonite, qui évoque le genre *Procerites*. Elle présente de nombreux pellets (en quantité plus importante que dans l'unité précédente) et des terriers remplis de sédiment associé à l'unité sus-jacente.

Unité 11 (2,20 m)

Constituée de deux bancs massifs, elle présente des bioturbations et de gros oncoïdes hétérométriques, allongés ou arrondis, blanchâtres, différant de la couleur rousse de tous ceux des assises précédentes ; la faune est très pauvre, composée de gastéropodes et de quelques rhynchonelles concentrées au sommet. A côté des oncoïdes, cette oncomicrosparite montre quelques petites oolites micritisées, des foraminifères, des entroques et des radioles à enveloppe micritique.

Unité 12 (1,5 m estimés)

Les conditions d'affleurement ne permettent pas de placer précisément la limite supérieure de cette unité dont le sommet est marqué par une surface perforée (blocs dissociés dans le talus de la route) au-dessus de laquelle semblent se développer des assises nettement plus oolithiques. Riche en oncoïdes partiellement micritisés, bioclastes (rhynchonelles, téribratules, madréporaires) et oolites, cette unité est considérée comme marquant la fin des faciès à oncolithes assurant la transition entre les Calcaires de Sermizelles et l'Oolithe blanche ; celle-ci débuterait au-dessus de la surface perforée.

L'Oolithe blanche

Unité 13 (épaisseur non mesurable)

Les faciès observés au-dessus de la surface perforée, en blocs dissociés dans le sommet du talus, montrent un changement assez net dans la constitution de la roche : les oolites sont très nombreuses, très hétérométriques et allongées, à cortex important et non micritisé. La faune, à l'état de fragments hétérométriques, est constituée d'entroques, de lamelli-

branches, de brachiopodes et de bryozoaires. Ces assises de l'Oolithe blanche étaient d'ailleurs bien développées dans des carrières maintenant comblées, 500 m à l'est, au-delà de la route (Purser, 1975 ; J. Thierry, observations inédites) ; toutefois, le contact avec les Calcaires à oncolithes cannabines n'était pas visible.

Coupe de Buffon (Côte-d'Or)

Réalisée dans la tranchée de raccordement de la ligne T.G.V. Dijon-Paris, en rive gauche de l'Armançon, au nord du village de Buffon, au lieu-dit La Grande Forge (X = 744,5 ; Y = 296,1 ; Z = 205 ; feuille à 1/50 000 Noyers-sur Serein), cette coupe permet de suivre la pile sédimentaire comprise entre le toit des Calcaires à nubéculaires et les Calcaires de Sermizelles. Les Calcaires grumeleux, décrits à Pouillenay et Montbard, sont absents et les Marnes à *Ostrea acuminata* (unité 1, fig. 5a), très réduites en épaisseur (2,50 m), reposent directement sur les Calcaires à nubéculaires, eux aussi réduits (2,80 m) et couronnés par une surface perforée. Les Calcaires de Sermizelles (unité 4, fig. 5a), visibles sur un peu plus de 9 m, se développent au-dessus après 2 m environ de couches de transition (unité 2 et 3, fig 5a). Connue depuis les années quarante-vingt, date des premiers travaux de la ligne SNCF à grande vitesse, cette coupe avait fait l'objet de descriptions sommaires (Ingargiola, 1981 ; Dumanois, 1982 ; Thierry *et al.*, 1983 ; Floquet *et al.*, 1992).

Les Marnes à *Ostrea acuminata*

Unité 1 (2,50 m)

Dans cet ensemble marneux riche en huîtres, les conditions actuelles d'affleurement ne permettent plus de relever en détail la succession des interbancs argileux et des bancs carbonatés décimétriques à centimétriques, à stratification plane, observés lors du creusement de la tranchée.

La faune est très abondante et diversifiée. Comme à Pouillenay, *Praeexogyra acuminata* forme des lumachelles à la base ; elle est remplacée par *Catinula knorrii* dans la partie sommitale, accompagnée de *Catinula matisconensis* et *Lopha marshii* (Dumanois, 1982), ainsi que par divers autres bivalves (pholado-

myes, modioles, spondyles, etc.). Les brachiopodes (*Ferrythyris ferryi*, *Millithyris inflata*, *Rhynchonella angulata*, *Kallichynchia distendens*, *Rhynchonella edwardsii*, *Aulacothyris carinata*) sont très abondants et diversifiés surtout à la base de l'unité (Dumanois, 1982 ; Thierry *et al.*, 1983 ; Floquet *et al.*, 1992). Les ammonites sont présentes avec à la base *Parkinsonia acris*, *P. parkinsoni*, *P. schloenbachi*, *P. orbigniana* et *P. planulata* et au sommet *P. (Durotrigentia) crassa*, *P. (Gonolkites) subgaleata*, *P. (G.) neuffensis*, datant ces marnes du Bajocien supérieur, zone à *Parkinsoni*, sous-zones à *Acris/Subarietis* et *Densicostata*.

Les couches de transition

De par leurs caractéristiques faciologiques, les deux unités suivantes présentent de grandes similitudes avec l'unité 2 de la coupe de Montbard et assurent la transition entre les Marnes à *O. acuminata* et les Calcaires de Sermizelles.

Unité 2 (1,85 m)

La faune est encore très variée dans cette unité nettement plus carbonatée, avec des rostres de bélémnites, un nautile, des serpules, des lamellibranches (parfois en amas), des gastéropodes et de petits madréporaires ; l'observation microscopique montre des biomicrites à biomicrosparites à entroques, radioles, ostracodes, prodissoconques, bryozoaires et foraminifères. La présence de grandes plages micritiques indique l'activité d'organismes fouisseurs.

Le banc carbonaté de base a livré *Parkinsonia* sp. gr. *neuffensis*. L'interbanc marneux suivant contient des pholadomyes, des brachiopodes (*Rhynchonella angulata*) et des nodules (wackestone à la base et mudstone au sommet) qui témoignent certainement d'une bioturbation assez intense.

Unité 3 (0,15 m)

Ce mince banc calcaire est distingué à cause de son aspect oxydé et bioturbé (toit onduleux et couvert d'une patine rouille), sa faune de lamellibranches (parfois en amas), rostres de bélémnites et serpules solitaires ou en pelotons, en majorité

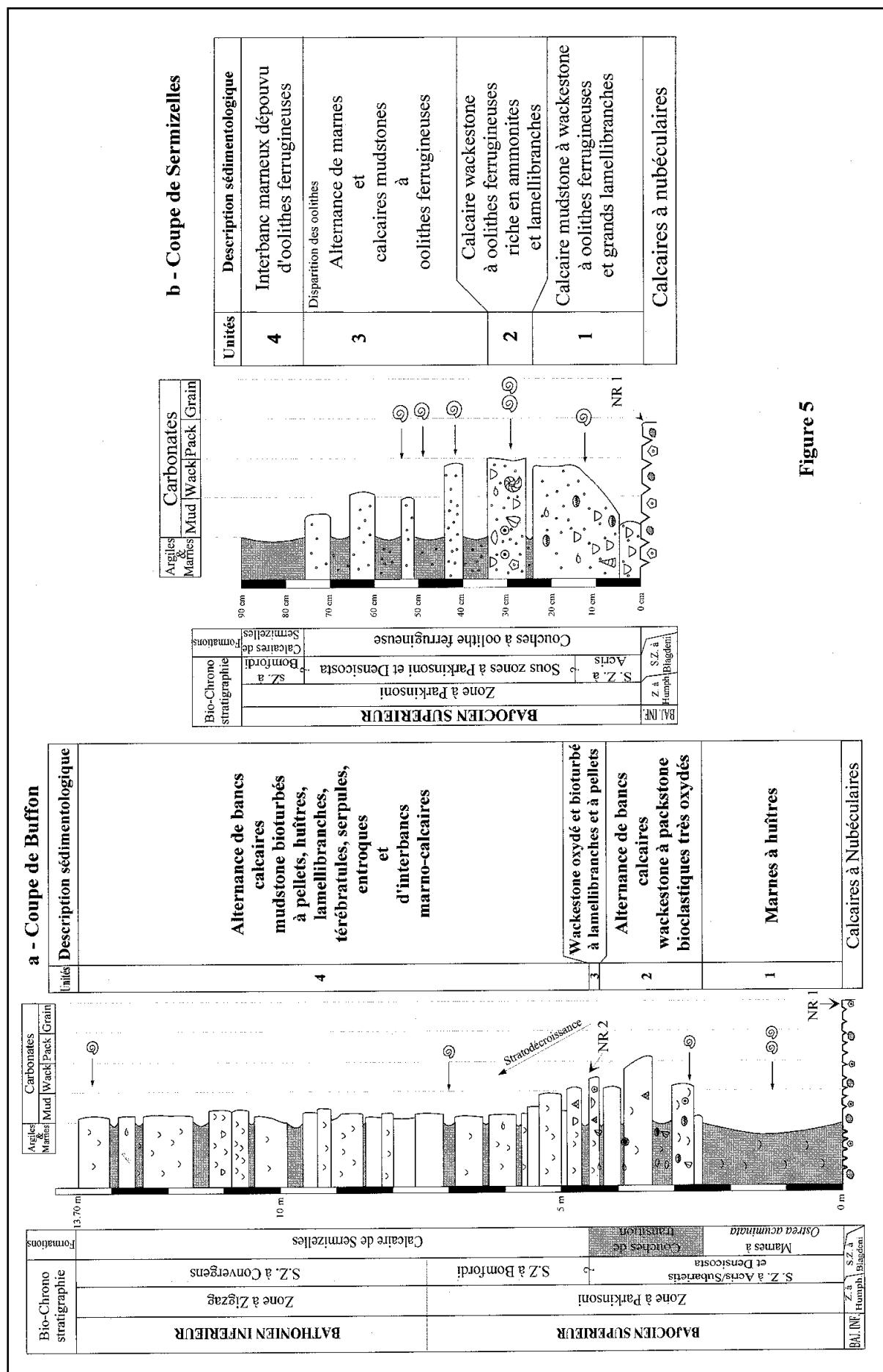


Figure 5

Fig. 5.- Description de la coupe de Buffon (tranchée T.G.V.; 5a) et de la coupe de la carrière de Sermizelles (5b).
Fig. 5.- Description of the Buffon section (T.G.V. railway cutting; 5a) and Sermizelles quarry section (5b).

conservés à l'état d'empreintes ferruginesées.

A l'observation microscopique (pel-microsparite à bioclastes et rares cristaux de dolomite), les pellets et bioclastes sont abondants (entroques, plaques et radioles d'oursins), accompagnés de micro-organismes variés (prodissocoques, ostracodes, bryozoaires et foraminifères). Comme les macrofossiles, cette microfaune est oxydée.

Les Calcaires de Sermizelles

Unité 4 (9,40 m visibles)

Aucune limite lithologique nette n'apparaît dans cette succession de bancs carbonatés décimétriques à pluridécimétriques (tendance à la stratodécroissance), entrecoupés d'interbancs marneux de développement très variables. Tout au long de l'unité, la faune est principalement constituée de petites huîtres entières ou brisées (*Catinula knorrii*), regroupées en amas vers le sommet, de lamellibranches divers (pholadomyes, modioles, pectens, spondyles) et plus accessoirement de téribatules, de serpules et de fragments de tiges et de bras de cri-noïdes ; des Trichites apparaissent dans l'avant dernier banc, rappelant que cette formation avait été autrefois dénommée Calcaires à Pinna (Collenot, 1873). Une ammonite *Parkinsonia cf. subgaleata*, a été récoltée à la base d'un interbanc marneux, 2,50 m au dessus de la surface oxydée terminant l'unité précédente : la partie inférieure de l'unité 4 appartient donc vraisemblablement au Bajocien terminal, Zone à Parkinsoni, sous-zone à Bomfordi. Deux autres fragments d'ammonites de très grande taille proviennent du sommet de l'affleurement ; leur morphologie évoque *Parkinsonia* (*Gonolikites*) sp. du Bajocien terminal, voir le Bathonien basal (Zone à Zigzag, sous-zone à Convergens).

Les microfaciès sont des pelmicrites-pelmicrosparites à rares bioclastes, prodissocoques, serpules et ostracodes. La bioturbation est macroscopiquement et microscopiquement bien développée (plages plus micritiques, orientations de macrofossiles et de bioclastes) ; par endroit, l'homogénéisation totale du sédiment démontre un degré de bioturbation localement très important.

Coupe de Sermizelles (Yonne)

La carrière de Sermizelles se situe dans la vallée de la Cure, 11 km au nord-ouest d'Avallon, à 500 m à l'ouest de la RN6, à l'est du passage à niveau, au sud de la gare (X = 709,7 ; Y = 282,2 ; Z = 131 ; feuille à 1/50 000 Vermenton). Dissimulée par la végétation et presque comblée, elle laisse apparaître le toit des Calcaires à entroques s.s. et les Calcaires à nubéculaires, ces derniers sont très réduits en épaisseur (1,5 m) et limités à leur sommet par une surface perforée. Comme à Buffon, les Calcaires grumeleux sont absents. Au-dessus, en lieu et place des Marnes à *Ostrea acuminata*, viennent des Marnes et calcaires argileux à oolithes ferrugineuses (unités 1 à 3, fig. 5b), suivies par les Calcaires de Sermizelles (unité 4, fig. 5b). Connue de longue date, cet affleurement a souvent été décrit pour l'originalité de ses dépôts et sa riche faune d'ammonites (Péron, 1909 ; Collot, 1906 ; Wetzel, 1924 ; Mouterde, 1953). Malgré un rafraîchissement conséquent d'un secteur de cet affleurement, les observations sont beaucoup moins détaillées que celles réalisées il y a seulement quelques années (Ingargiola, 1981 ; Thierry *et al.*, 1983).

Les Couches à oolithes ferrugineuses

Unité 1 (0,25 m)

Les éléments majeurs de ce premier banc calcaire, dont la base un peu plus argileuse repose sur la surface perforée des Calcaires à nubéculaires, sont des oolithes ferrugineuses de taille hétérogène (0,1 à 0,7 mm), réparties non uniformément (parfois accumulées dans les moules de brachiopodes). La faune comporte de grands débris de lamellibranches (*Ctenostreon*, *Pinna*) disposés horizontalement, des serpules encroûtantes, quelques rhynchonelles, des téribatules (*Sphaeroidothyris* sp.), des trigonies et des fragments d'ammonites (*Parkinsonia parkinsoni*).

Le microfaciès oobiomicrite à rares pellets présente de nombreux granules d'oxydes de fer brun rouille, des cristaux de dolomite, de grands débris de lamellibranches parfois partiellement micritisés, des foraminifères au moule interne ferrugineux et quelques prodissocoques. La partie supérieure du banc, plus riche en

oolithes ferrugineuses et oxydes de fer en granules ou diffus dans la matrice, montre des serpules encroûtantes, des fragments d'échinodermes, des bryozoaires encroûtants et des foraminifères. Des coquilles de lamellibranches et de brachiopodes, parfois orientées sous l'effet probable d'une bioturbation, présentent aussi des perforations.

Unité 2 (0,1 m)

Ce banc très fossilifère, présente aussi des oolithes ferrugineuses de taille hétérogène (0,1 à 0,6 mm), parfois concentrées en petites plages, et des fragments de lamellibranches (1 à 5 mm). Les tubes de serpules, les valves de téribatules et de lamellibranches, jaunâtres, tranchent fortement sur la matrice brun sombre. Le microfaciès est une oobiomicrite à oolithes ferrugineuses au cortex bien développé, nombreuses serpules encroûtantes, foraminifères à loges ferrugineuses et spicules d'éponges ; les traces de bioturbation sont fréquentes. Les oxydes de fer sont toujours présents, accompagnés de dolomite et de quelques débris ligneux.

La richesse en ammonites a permis d'identifier *Parkinsonia acris*, *P. parkinsoni* et *P. (Durotrigentia) dorsetensis*. Le reste de la macrofaune est constitué de grosses entroques, de pholadomyes, de grands lamellibranches (*Ctenostreon*), de rostres de bélémnites, de téribatules (*Sphaeroidothyris* sp.) et d'un nautilé du genre *Paracenoceras* sp.

Unité 3 (0,40 m)

Des bancs carbonatés et des interbancs marneux à oolithes ferrugineuses et *Parkinsonia parkinsoni* composent cette unité. A la base, les bioclastes (lamellibranches) sont rares, associés à de petites oolithes de taille relativement homogène (0,2 à 0,3 mm). Au-dessus, les bancs calcaires deviennent de moins en moins riches en oolithes ferrugineuses ; le dernier est une oomicrite avec quelques prodissocoques et des foraminifères oxydés. Les interbancs, plus riches en oolithes ferrugineuses, contiennent des fragments de bryozoaires, des radioles d'oursins de petite taille, de rares entroques et quelques ammonites (*Gonolikites subgaleata*).

Les Calcaires de Sermizelles

Unité 4 (0,15 m visible)

Très altérée du fait de la proximité de la couverture végétale, la partie supérieure de cette coupe montre un interbanc marneux dépourvu d'oolithes ferrugineuses, d'où sa distinction par rapport à l'unité précédente. Antérieurement (Mouterde, 1953 ; Purser, 1975 ; Ingargiola, 1981 ; Thierry *et al.*, 1983), à la faveur d'un affleurement plus frais, au-dessus des niveaux à oolithes ferrugineuses, il était possible d'observer 1,5 m de calcaires argileux, d'aspect terieux et de couleur ocre, se débitant en petits bancs et rapportés aux Calcaires de Sermizelles.

Les observations consignées ici diffèrent sensiblement de celles faites antérieurement. Ceci provient d'abord du comblement de la carrière qui fait que les observations ne sont pas faites au même endroit dans cette dernière. Des différences notoires apparaissaient déjà entre les observations successives des auteurs (Collot, 1906, p. 21 ; Péron, 1909, p. 241 ; Wetzel, 1924, p. 231-234 ; Mouterde, 1953, p. 207-208 ; Ingargiola, 1981, p. 69-70 ; Thierry *et al.*, 1983, p. 97-98) ; ces différences, observées entre divers points d'un même affleurement, ou entre affleurements proches, et qui concernent tant les successions lithologiques que les contenus fauniques, découlent certainement du caractère condensé, discontinu et lenticulaire de ces dépôts à oolithes ferrugineuses. En conséquence, une discussion à l'échelle régionale sera développée pour ces niveaux dans le chapitre suivant.

Attributions biostratigraphique et chronostratigraphique

Dans les quatre coupes étudiées, certaines des assises calcaires de la formation des Calcaires à entroques *s.l.* ne sont datées qu'à Pouillenay (Collenot, 1873 ; Collot, 1906 ; Daulin, 1969 ; Durlet, 1996 et données inédites de D. Marchand, R. Mouterde, J. Thierry et H. Tintant) ou par comparaison avec d'autres secteurs de la Bourgogne ; tel est le cas des Calcaires à entroques *s.s.* placés dans la zone à Propinquans/Sauzei (Durlet, 1996 ;

Thierry *et al.*, 1997). A Pouillenay, les Calcaires à Polypiers appartiennent à la zone à Humphriesianum, sous-zone à Humphriesianum, et les Calcaires à nubéculaires, à la zone à Humphriesianum, sous-zone à Blagdeni. Ces trois formations caractérisent donc le Bajocien inférieur. Quant aux Calcaires grumeleux, ils appartiennent au Bajocien supérieur, zone à Garantiana, sous-zone à Tetragona. Dans ce cas, la discontinuité marquée par une émersion au toit des Calcaires à nubéculaires (Discontinuité vésulienne *sensu* Durlet, 1996), matérialise une importante lacune englobant la base du Bajocien supérieur : zone à Niortense et base de la zone à Garantiana, sous-zones à Dichotoma et Subgaranti.

Les Marnes à *O. acuminata* qui reposent, soit sur les Calcaires grumeleux (Pouillenay et Montbard), soit sur les Calcaires à nubéculaires (Buffon) sont datées de la zone à Parkinsoni, sous-zones à Acris/Subarietis et Densicosta (Bajocien supérieur).

A Pouillenay, Montbard et Buffon, la base des Calcaires de Sermizelles appartiennent encore au Bajocien supérieur, sous-zone à Densicosta. Dans ces trois coupes, cette formation se développe ensuite dans la sous-zone à Bomfordi ; celle-ci est supposée présente à Montbard du fait de l'absence de discontinuité sédimentaire et stratigraphique, bien qu'elle n'ait pas été paléontologiquement reconnue. Par contre, son sommet est plus délicat à dater, soit par interruption d'affleurement (partie sommitale non-visible à Pouillenay et Buffon), soit parce que les ammonites se font rares (Montbard) ; cette formation atteint vraisemblablement la zone à Zigzag, sous-zone à Convergens du Bathonien inférieur (Montbard et Buffon).

A Sermizelles, les Couches à oolithes ferrugineuses sont essentiellement datées de la zone à Parkinsoni, sous-zone à Subarietis/Acris et sous-zone à Densicosta. Cependant, d'après les faunes d'ammonites citées par les auteurs (Collot, 1906 ; Péron, 1909 ; Wetzel, 1924 ; Mouterde, 1953 ; Ingargiola, 1981 ; Thierry *et al.*, 1983), ces dépôts lenticulaires, discontinus et condensés peuvent localement débuter plus précocement, dans la zone à Garantiana, voire dans la zone à Subfurcatum/Niortense : *Strenoceras* sp., est cité (Mouterde, 1953,

p. 208) dans les calcaires marneux gris clair à petites oolithes ferrugineuses (0,25 m) reposant sur la surface perforée des Calcaires à nubéculaires. La sous-zone à Bomfordi du Bajocien terminal est aussi présente vers le sommet de ce faciès, ainsi que le Bathonien basal (zone à Zigzag, sous-zone à Convergens) ; au-dessus, les Calcaires de Sermizelles débutent dans cette même sous-zone et se poursuivent dans la sous-zone à Macrescens.

Caractérisation des environnements de dépôt

Les diverses morphologies de la plate-forme dans le secteur étudié, déduites de l'analyse des faciès, suggèrent la construction de deux diagrammes de succession et substitution latérale se rattachant à deux modèles de profils de dépôt. Les différents faciès rencontrés sont représentés les uns par rapport aux autres en tenant compte des successions verticale et latérale observées (fig. 6).

Le premier (fig. 6a), correspond à un profil de rampe barrée où les faciès s'étagent depuis des environnements proximaux (Calcaires à oncolithes cannabines ; Ia et Ib), protégés par des élévations topographiques du fond marin (faciès plus oolithiques intercalés dans les Calcaires à oncolithes cannabines ; II), jusqu'à des environnements plus distaux (Calcaires de Sermizelles ; III, IV et VI). La construction d'un tel diagramme a été possible grâce à l'observation d'affleurements complémentaires, non décrits ici en détail, montrant la transition verticale Calcaires de Sermizelles-Oolithe blanche. Telles sont les carrières de Crépand (3 km à l'ouest de Montbard), où un ensemble unique de calcaires à oncoïdes de nubéculaires (faciès Ia et Ib) illustre cette pile sédimentaire, et de Givry en bordure de la RN 6 (5 km au sud-est de Sermizelles, fig. 7), où ce passage est assuré par une alternance de bancs calcaires et d'interbancs marneux (faciès V).

Le second (fig. 6b), correspond à un profil où les faciès se succèdent sur une rampe non-barrée, sans environnements protégés, à sédimentation mixte carbonatée et détritique fine (marno-calcaires à marnes) Couches à oolithes ferrugineuses (VII et VIII) et Marnes à *Ostrea acumi-*

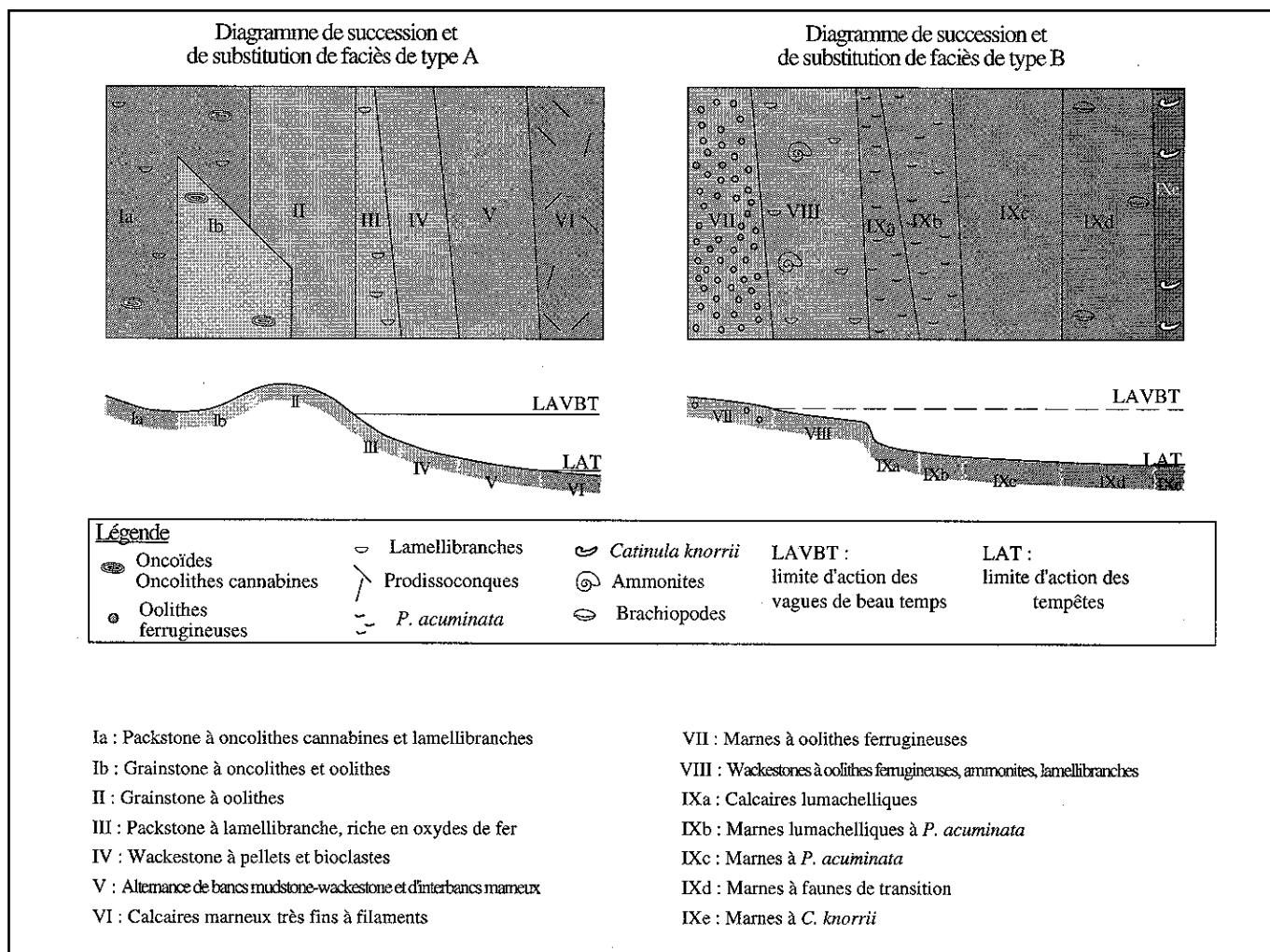


Fig. 6.- Diagrammes de succession et de substitution de faciès ; interprétation en profils de dépôt. Deux morphologies de la plate-forme sont illustrées ; type A: rampe barrée ; type B : rampe homoclinales.

Fig. 6.- Facies succession and substitution diagrams; interpretation in terms of depositional profile. Two shelf morphologies are illustrated; type A: rimmed shelf; type B: homoclinal shelf.

nata (IXa à IXe ; Dumanois, 1982). Il est important de préciser l'option choisie ici de placer les faciès à oolithes ferrugineuses dans des milieux relativement peu profonds, vraisemblablement en haut de pente de haut-fond (Contini et Thierry, 1984). Une solution alternative fréquente est de considérer ces faciès comme déposés en domaine plus profond, en limite plate-forme distale-bassin (Contini et Mangold, 1980). Cependant, ce choix n'est pas compatible avec le contexte tectonique régional (Durlet *et al.*, 1997) et avec la preuve d'influences continentales (matière organique, palynofacies, géochimie) dans les Marnes à *Ostrea acuminata*, géographiquement très proches et d'âge équivalent (Thierry *et al.*, 1997).

Corrélation et analyse séquentielle

La démarche suivie pour les corrélations (fig. 7) implique l'utilisation de surfaces et niveaux-repères (NR *in* figures 3, 4, 5a, 5b et 7) basés sur les caractéristiques biostratigraphiques (ammonites), sédimentologiques (stratonomie et discontinuités, faciès et micro-faciès) et diagénétiques (stratigraphie de la diagenèse ; Durlet, 1996). La détermination de ces repères-temps permet alors de contraindre la corrélation des discontinuités qui limitent les unités lithofaciologiques et la corrélation d'unités génétiques (*sensu* Homewood *et al.*, 1992).

Les faciès sont pointés sur un profil de dépôt et un diagramme de substitution latéral de faciès qui rendent compte des variations d'environnements de dépôt et de paléoprofondeur relative. La succession verticale des faciès permet alors de mettre en évidence des cycles sédimentaires composés de deux demi-cycles transgressif - régressif ou respectivement de rétrogradation - progradations de faciès. Les inversions entre chaque demi-cycle correspondent, soit à des maxima d'approfondissement (maxima d'espace disponible), soit à des maxima de régression (minima d'espace disponible). Les caractéristiques bio-lithofaciologiques et stratonomiques des unités génétiques, associées à l'importance relative de leurs limites inférieures et supérieures, conduisent ensuite à les hiérarchiser (fig. 7).

Figure 7

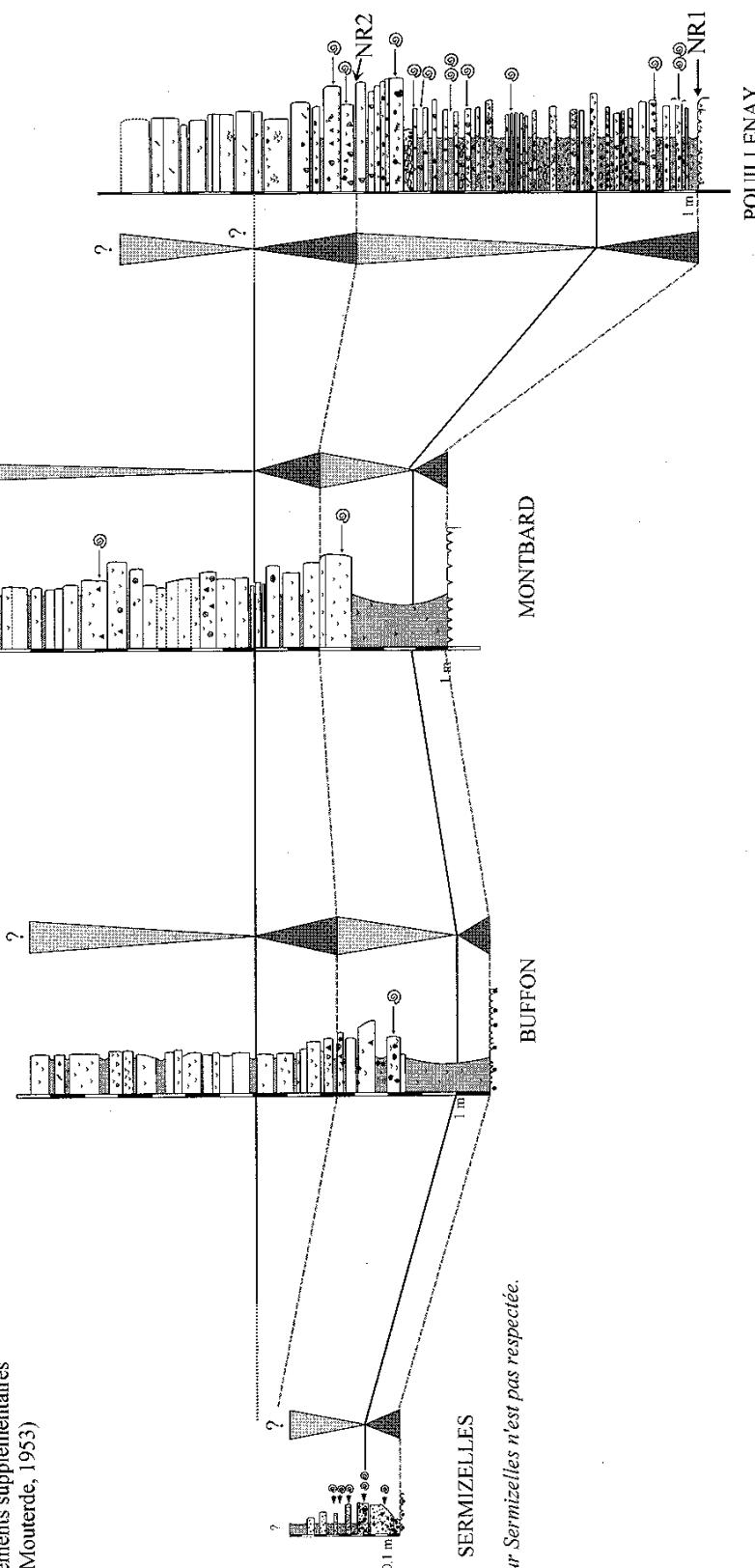
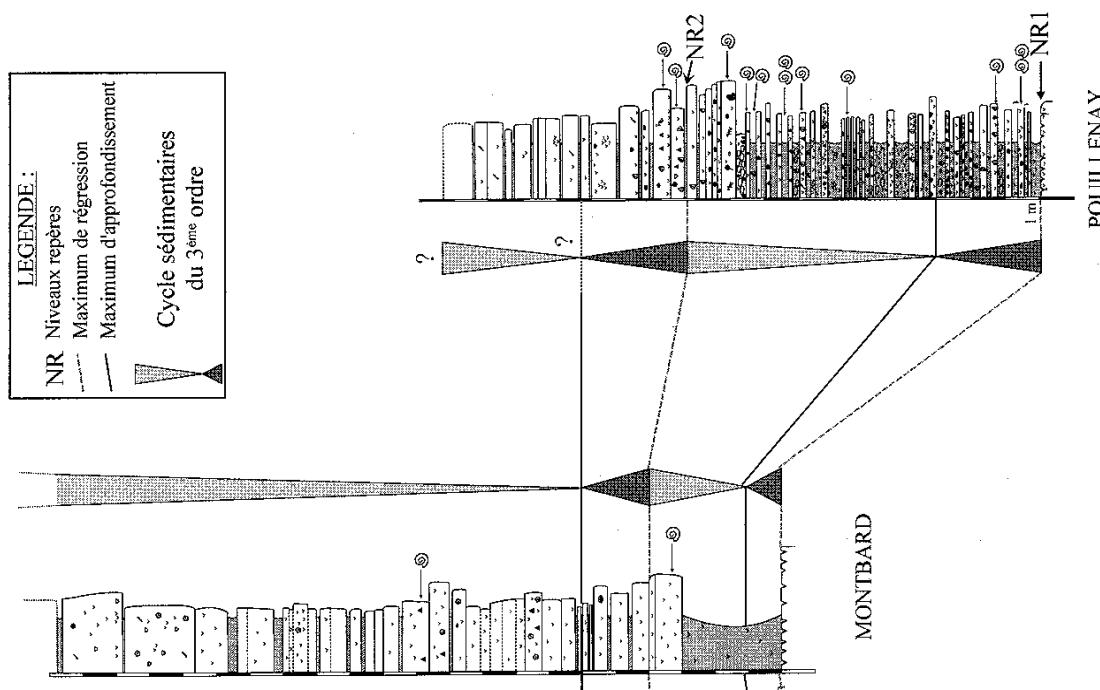
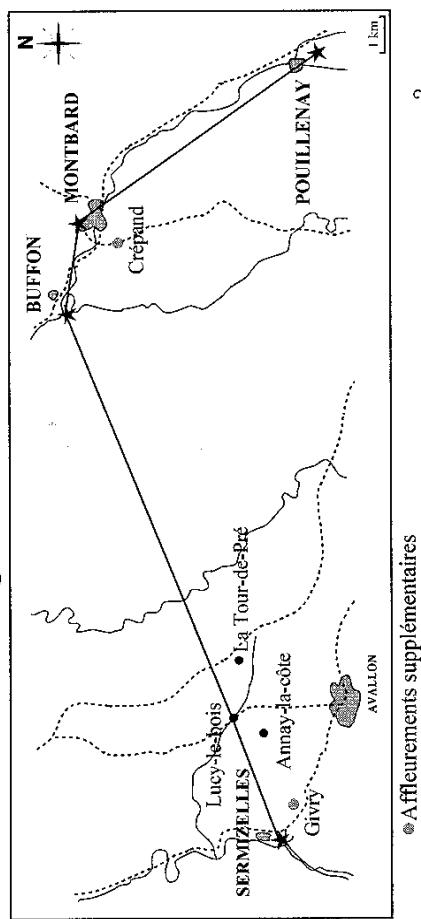


Fig. 7.- Corrélations et analyse séquentielle. La coupe de Montbard est partiellement représentée pour faciliter la visualisation de la paléotopographie.

Fig. 7.- *Correlations and sequence analysis. The Montbard section is partly represented to enhance the paleotopography.*

Compte tenu de la relative constance de la formation des Calcaires à entroques et des éléments de datation biochronologiques qu'elle contient, il est très vraisemblable que sur l'ensemble de la Bourgogne, les Calcaires à nubéculaires, membre terminal de cette formation, soient de même âge : Bajocien inférieur, zone à *Humphriesianum*, sous-zone à Blagdeni. De plus, dans la coupe de Pouillenay où la série est la plus complète, et sur l'ensemble de la plate-forme bourguignonne, parmi les surfaces durcies et perforées reconnues, celle couronnant ces Calcaires à nubéculaires, associée à un événement émersif majeur et à une importante lacune sédimentaire (Discontinuité vésulienne, *sensu* Durlet, 1996), peut être considérée comme synchrone. Elle correspond à un maximum de régression de troisième ordre et donc à une limite de séquence (sommet d'un demi-cycle de progradation majeur). Dans la région étudiée, les Calcaires grumeleux (Bajocien supérieur, zone à Garantiana, sous-zone à Tetragona) et la discontinuité qui les surmonte, sont connus uniquement dans le secteur de Pouillenay-Montbard (Durlet, 1996). Ailleurs (Buffon, Sermizelles), les Calcaires grumeleux n'existent pas et leur discontinuité sommitale est vraisemblablement télescopée avec celle des Calcaires à nubéculaires, au toit des formations carbonatées du Bajocien inférieur. En conséquence, la Discontinuité vésulienne et la lacune sédimentaire associée ont alors une importance accrue et constituent une première surface-repère (fig. 2).

Au-dessus, la sédimentation argileuse des Marnes à *Ostrea acuminata* débute de manière générale et synchrone au Bajocien supérieur, zone à Parkinsoni, sous-zone à Acris/Subarietis, et se poursuit au moins jusque dans la sous-zone à Densicosta. Ces marnes sont observées dans de nombreux affleurements dans toute la Bourgogne (Ingargiola, 1981 ; Dumanois, 1982) ; par la datation précise de leur base, elles sont un excellent repère biochronologique. L'abondance et la diversité faunique (ammonites, brachiopodes, lamellibranches, etc.), associées aux caractéristiques sédimentologiques (alternances calcaires argileux et marnes noires silto-argileuses) et environnementales (vasière relativement proximale) de cette formation, conduisent à placer un

maximum d'inondation à proximité de sa base.

Un autre niveau-repère est représenté par les faciès de transition entre les Marnes à *Ostrea acuminata* et les Calcaires de Sermizelles. Reconnus dans les trois coupes de Pouillenay, Montbard et Buffon, ces faciès sont biochronologiquement synchrones (zone à Parkinsoni, passage entre les sous-zones à Densicosta et Bomfordi), sauf peut-être à Montbard où la sous-zone à Bomfordi n'est pas caractérisée. Ils sont interprétés, à la suite des faciès argileux à huîtres, comme matérialisant le maximum de régression d'un premier demi-cycle de progradation de faciès (vraisemblablement au troisième ordre). A Sermizelles, les couches à oolithes ferrugineuses sont essentiellement datées de la zone à Parkinsoni, sous-zones à Acris/Subarietis et Densicosta : elles sont donc majoritairement un équivalent latéral des Marnes à *Ostrea acuminata*, malgré des faciès très différents (absence des huîtres, sédimentation réduite et condensation, présence d'oolithes ferrugineuses). Localement, la base des couches à oolithes ferrugineuses peut aussi être placée en équivalence des Calcaires grumeleux, tous deux datés de la zone à Garantiana. Ces conditions différentes, permettent de séparer deux aires de sédimentation bien distinctes, celui de Pouillenay, Montbard et Buffon à l'est, et celui de Sermizelles à l'ouest.

La formation des Calcaires de Sermizelles débute au-dessus du deuxième niveau-repère et n'a pu être observée dans son intégralité qu'à Montbard. Les caractéristiques sédimentaires et paléoenvironnementales permettent d'associer à cette formation deux demi-cycles de rétrogradations et de progradation. Dans toutes les coupes (sauf celle de Sermizelles) et surtout par référence aux observations de la coupe de Montbard (stratonomie, homogénéité des faciès), le maximum d'approfondissement limitant ces deux demi-cycles se situerait vers deux à trois mètres au-dessus de la base de la formation ; il est daté de l'extrême sommet du Bajocien supérieur, zone à Parkinsoni. De plus, dans un sondage situé une quinzaine de kilomètres au nord de Buffon (Vincent *et al.*, 1997), des données géochimiques et sédimentologiques indiquent un maximum d'approfondissement à cette même position stratigraphique.

Quant au maximum de régression, il coïnciderait avec la surface perforée observée entre les Calcaires de Sermizelles et l'Oolithe blanche au sommet de la coupe de Montbard. La rareté des données biochronologiques place ce troisième repère dans le Bathonien inférieur, zone à Zigzag, vraisemblablement avant la sous-zone à Tenuiplicatus. Cette position bio-chronostratigraphique est acceptable, compte tenu de l'âge Bathonien inférieur (zone à Zigzag, au moins sous-zones à Macrescens et Convergens) de la base des Calcaires de Sermizelles, à Sermizelles.

Conclusion : essai de reconstitution paléogéographique ; le rôle probable de la tectonique

L'étude des différentes coupes et leur corrélation révèlent des changements importants de lithofaciès au Bajocien supérieur entre les régions de Montbard et d'Avallon, ainsi que des variations notables dans les extensions verticales des demi-cycles de rétrogradations et de progradation de faciès. Il semble que ces phénomènes soient liés à une structuration de la plate-forme dont les périodes de stabilité paraissent en fait très rares.

Les Calcaires à nubéculaires du sommet du Bajocien inférieur (zone à *Humphriesianum*, sous-zone à Blagdeni) semblent sceller une fracturation synsédimentaire (Durlet *et al.*, 1997), mise en évidence à Pouillenay dans les Calcaires à entroques et les Calcaires à polypiers sous-jacents (zone à *Humphriesianum*, sous-zone à *Humphriesianum*). Cette sédimentation conduit vraisemblablement à un aplatissement plus ou moins régulier de la plate-forme bourguignonne, suivi d'une émersion généralisée à la limite Bajocien inférieur/Bajocien supérieur (Discontinuité vésulienne *sensu* Durlet, 1996).

Après le dépôt en lentilles des Calcaires grumeleux du Bajocien supérieur (zone à Garantiana), les effets d'une structuration entraînent une subsidence différentielle et des paléoprofondeurs variables. Une telle tendance semble se manifester de nouveau lors du dépôt des Marnes à *Ostrea acuminata* et des Couches à oolithes ferrugineuses, si l'on

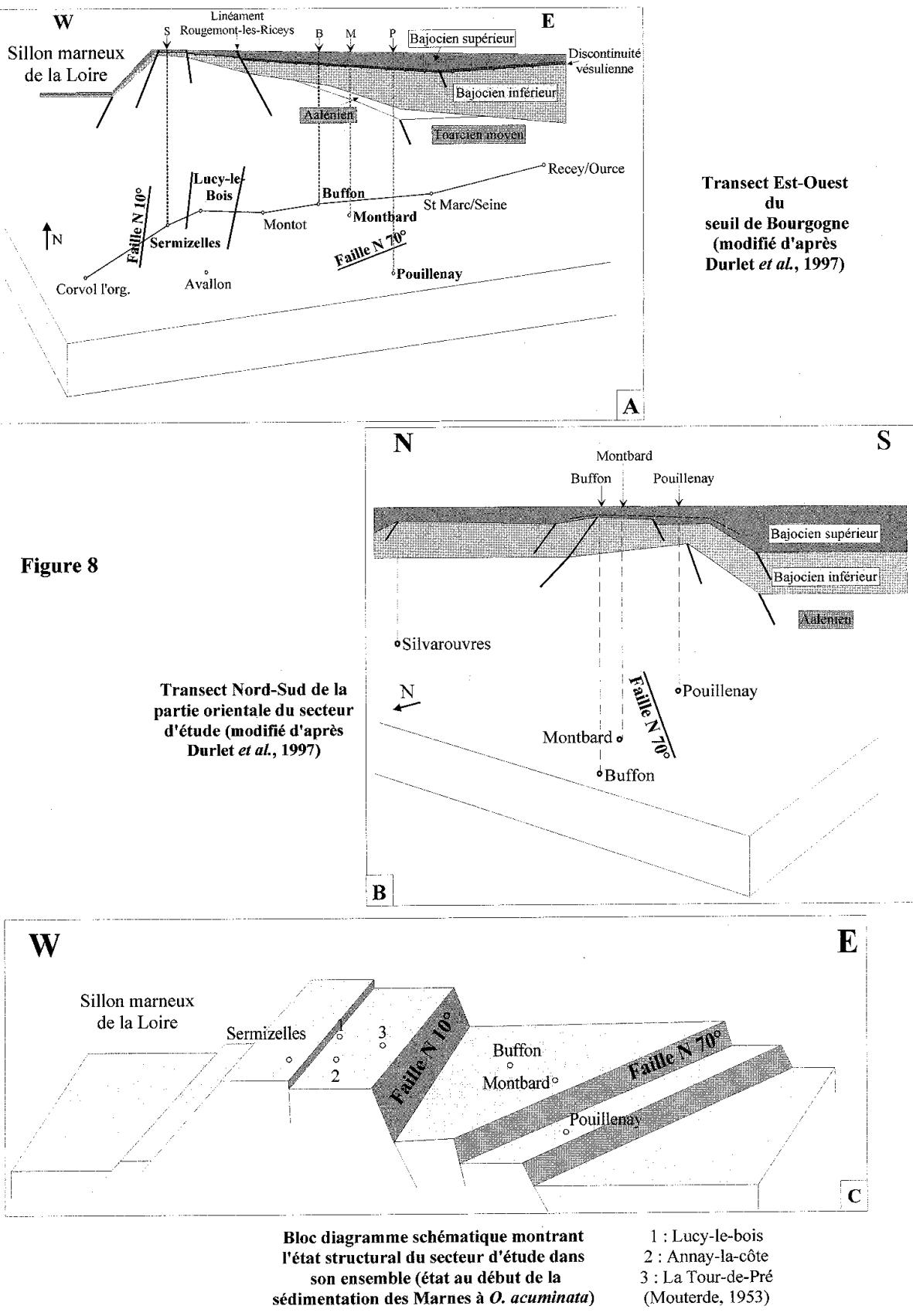


Fig. 8.- Essai de reconstitution du contexte paléotectonique d'un secteur de la bordure sud-occidentale de la plate-forme bourguignonne au Bajocien supérieur-Bathonien inférieur (en partie adapté de Durlet *et al.*, 1997).

Fig. 8.- Tentative reconstruction of the palaeotectonic context of part of the southwestern border of the Burgundy shelf during the Late Bajocian-Early Bathonian (partly adaptated from Durlet *et al.*, 1997).

se base sur les corrélations établies précédemment et les observations réalisées sur un secteur plus vaste (Thierry *et al.*, 1983 ; Durlet, 1996). Ces marnes à huîtres, bien représentées à l'est (8,5 m à Pouillenay, hors couches de transition avec les Calcaires de Sermizelles), diminuent d'épaisseur vers le nord-nord ouest (3 m à Montbard et 2,5 m à Buffon), puis passent aux faciès condensés à oolithes ferrugineuses vers l'ouest (0,75 m observables à Sermizelles ; épaisseurs du même ordre à Lucy-le-Bois, Purser, 1975 ; Durlet, 1996). Hors du secteur d'étude, vers le nord-est, en Haute-Marne, il a été montré (Durlet, 1996) que les Calcaires grumeleux n'existent pas, mais que les Marnes à *Ostrea acuminata*, nettement plus épaisses (15 à 20 m) débutent plus tôt, dès la zone à Garantiana. Dans ce contexte, les Calcaires grumeleux sont alors un équivalent latéral partiel de la base des Marnes à *Ostrea acuminata* ; ils ne se déposeraient qu'en milieu peu profond à la faveur de petites irrégularités des zones restées hautes (secteur Pouillenay-Montbard) tandis qu'ailleurs, les Marnes à *Ostrea acuminata* se sédimentent dans les zones restées sensiblement plus profondes (fig. 8A).

Des travaux antérieurs (Amiot *et al.*, 1984), portant sur l'ensemble du Jurassique moyen du nord-ouest de la Bourgogne, ont révélé des réductions d'épaisseurs de formations lithologiques et des passages latéraux de faciès sur des distances kilométriques à plurikilométriques. Ces variations, soulignées par des traits morphologiques liés à l'action de l'érosion différentielle sur la lithologie et visibles en photos satellite, suivent systé-

matiquement des linéaments de direction générale N 20°, certainement en liaison avec d'anciens accidents du socle hercynien. Dans le secteur concerné ici, le linéament Rougemont - Les Riceys nous intéresse particulièrement puisque les Marnes à *Ostrea acuminata* disparaissent à l'ouest de ce dernier au profit des Couches à oolithes ferrugineuses (fig. 8A).

Ce changement serait le résultat du rejet normal d'anciennes failles d'orientations N 10° - N 20°. Cette tectonique distensive, sans doute reliée à l'ouverture de la Téthys (Rifting téthysien in Lemoine et Graciansky, 1988 ; Graciansky *et al.*, 1993), individualise deux domaines distincts : à l'est, faisant suite à l'émersion généralisée de la plate-forme à la limite Bajocien inférieur/Bajocien moyen, une région basse et protégée, mais suffisamment ouverte car riche en ammonites, à sédimentation relativement importante et continue, caractérisée par des faciès de type vasière ; à l'ouest, les faciès témoignent au contraire d'un environnement moins profond et de milieux plus agités, à sédimentation discontinue, réduite et condensée. Il semble que ce secteur ouest soit resté tectoniquement plus stable que le secteur est, à l'image d'un haut-fond soumis à des courants, expliquant la réduction, la condensation et l'absence d'enregistrement à certains moments de son histoire.

Conjointement, dans le secteur est, une deuxième famille d'accidents, d'orientation N 70°, ont pu accentuer la paléotopographie et créer un espace disponible plus important en direction du sud-est. Cette disposition permettrait de

comprendre les différences d'épaisseur enregistrées pour les Marnes à *Ostrea acuminata* de ce secteur ; ainsi, la coupe de Pouillenay appartiendrait à une zone affaissée, plus subsidente, propice au dépôt de huit mètres de sédiment marneux, alors que Montbard et Buffon seraient plus élevées (fig. 8B et 8C). De tels accidents, relevés encore plus à l'est (Saint-Marc-sur-Seine, Recey-sur-Ource, Amiot *et al.*, 1984) et jouant dans le même sens, ont sans doute contribué à une augmentation de l'épaisseur de ces marnes à huîtres qui peuvent atteindre 15 à 20 m. Par la suite, le comblement de l'espace disponible par les Marnes à *Ostrea acuminata*, entraîne un nouveau niveling de ces secteurs de la plate-forme, qui se traduit par les faciès relativement homogènes des Calcaires de Sermizelles reconnus dans toutes les coupes étudiées. Enfin, une sédimentation à dominante carbonatée se met en place : dans des zones relativement protégées des sédiments à oncoïdes se déposent, alors que dans les zones soumises à une certaine agitation, ce sont des dépôts oolithiques. L'individualisation de ces différents domaines de sédimentation est due à des phénomènes autocycliques (sédimentation amplifiant de très faibles irrégularités topographiques) ou allocycliques (rejet de petits compartiments résiduels).

A ce stade, le rôle de la tectonique semble être moins déterminant dans la répartition des faciès, ce qui va se confirmer par la suite durant le Bathonien moyen (?) supérieur (Purser, 1975) où la production carbonatée régule majoritairement la morphologie de la plate-forme.

Références

- Amiot M., Jacquin T., Thierry J. (1984) - Rapports entre sédimentation et structure dans le Nord de la Bourgogne. In: Actes 109^{ème} Congr. Nation. Soc. Sav., Dijon, **1**, 179-190.
- Collenot J.J. (1873) - Description géologique de l'Auxois, Verdot édit., 660 p.
- Collot L. (1906) - Feuille de Dijon à 1/320 00. Bull. Carte géol. Fr., **16** (110), C.R. Collab. Campagne 1906, 51-55, (329-333).
- Contini D., Mangold C. (1980) - Évolution paléogéographique de la France au Jurassique moyen. In: S. Debrand-Passard, S. Courbouleix et M.J. Lienhardt (Eds.). Synthèse géologique du Sud-Est de la France, Mém. BRGM Fr., **125**, 218-221.
- Contini D., Thierry J. (1980) - Formations à oolithes ferrugineuses. In: R. Enay et C. Mangold (Coord.). Synthèse paléogéographique du Jurassique français, Doc. Lab. Géol. Lyon, H.S., **5**, 66-70.
- Daulin J.L. (1969) - Les calcaires du Bajocien de Bourgogne. Stratigraphie, sédimentologie. Thèse 3^{ème} cycle géologie, Univ. Dijon, 134 p. (inédit).
- Delance J. H., Bernard-Dumanois A. (1983) - Microperforations par algues et champignons sur les coquilles des Marnes à *Ostrea acuminata* (Bajocien supérieur) de Bourgogne (France), relations avec le milieu et utilisation paléobathymétrique. Geobios, **16** (4), 419-429.

- Dumanois A. (1982) - Les huîtres des marnes à *Ostrea acuminata* et leur signification (Bajocien supérieur de Bourgogne, France). Thèse 3^{ème} cycle géologie, Univ. Dijon, 154 p. (inédit).
- Durlet C. (1996) - Apport de la diagenèse des discontinuités à l'interprétation paléo-environnementale et séquentielle d'une plate-forme carbonatée. Exemple des Calcaires à entroques du Seuil de Bourgogne (Aalénien-Bajocien). Thèse Univ. Bourgogne, 444 p. (inédit).
- Durlet C., Loreau J.P. (1996) - Séquence diagénétique intrinsèque des surfaces durcies : mise en évidence de surface d'émergence et de leur ablation marine. Exemple de la plate-forme bourguignonne, Bajocien (France). *C. R. Acad. Sci. Fr. Paris*, **323**, (2a), 389-396.
- Durlet C., Jacquin T., Floquet M. (1997) - Tectonique synsédimentaire distensive dans les calcaires aaléno-bajociens du seuil de Bourgogne. *C. R. Acad. Sci. Fr. Paris*, **324**, (2a), 1001-1004.
- Floquet M., Garcia J.P., Thierry J., Vail P. (1992) - Sequence Stratigraphy of the Middle Jurassic in Burgundy. In: Jurassic Sequence Stratigraphy of the Anglo-Paris Basin, Guide-book of a field trip in conjunction with the international symposium: Sequence Stratigraphy of European Basins (CNRS-IFP Dijon, May 17-20 1992), 137-196. (inédit).
- Graciansky P.C. de, Dardeau G., Dumont T., Jacquin T., Marchand D., Mouterde R., Vail P. (1993) - Depositional sequence cycles, transgressive-regressive facies-cycles, and extensional tectonics: example from the southern Subalpine Jurassic basin, France. *Bull. Soc. géol. Fr.*, **164** (5), 709-718.
- Homewood P., Guillocheau F., Échard R., Cross T.A. (1992) - Corrélation haute résolution et stratigraphie génétique : une démarche intégrée. *Bull. Centre Rech. Expl., Prod. Elf Aquitaine*, **16**, 357-382.
- Ingargiola J.F. (1981) - Les séries sédimentaires d'âge Bajocien supérieur-Bathonien inférieur et leur organisation dans le seuil de Bourgogne et ses abords. Stratigraphie, Sédimentologie, Géochimie. Thèse 3^{ème} cycle géologie, Univ. Dijon, 158 p. (inédit).
- Lemoine M., Graciansky P.C. de (1988) - Histoire d'une marge continentale passive : les Alpes occidentales au Mésozoïque. *Bull. Soc. géol. Fr.*, **4**, 597-600.
- Mangold C., Rioult M. (1997) - Ammonites : Bathonien. In: Cariou E. et Hantzpergue P. (Coord.) - Groupe Français d'Études du Jurassique. Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen : zonations parallèles et distribution des invertébrés et microfossiles, *Centre Rech. Elf. Explor. Prod., Mém.* **17**, 41-53.
- Morestin B. (1986) - Sédimentation et diagenèse dans le calcaire à entroques de Bourgogne. Thèse 3^{ème} cycle, Univ. Bourgogne, 174p. (inédit).
- Mouterde. R. (1953) - Études sur le Lias et le Bajocien des bordures Nord et Nord-Est du Massif Central Français. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, **236**, L (1952), 521 p.
- Péron A. (1909) - L'Oolithe ferrugineuse du Bajocien dans l'Yonne et autour du Morvan. *Bull. Soc. Sci. Hist. Nat. Yonne*, 2^{ème} semestre 1909, 209-252.
- Purser B. (1975) - Sédimentation et diagenèse précoce des séries carbonatées du Jurassique moyen de Bourgogne. Thèse Doctorat d'État, Univ. Paris-Sud Orsay, 384 p. (inédit).
- Rat P. (1966) - *Nubecularia reicheli* nov. sp., foraminifère constructeur de fausses oolithes dans le Bajocien de Bourgogne. *Eclogae Geol. Helv.*, **59**, 73-85.
- Rat P., Thierry J. (1980) - Lexique des noms de formation : Jurassique moyen. In: C. Mégnien et F. Mégnien coord. Synthèse géologique du Bassin de Paris. Vol. III, Mém. BRGM Fr., n°103, 99-180.
- Rioult M., Contini D., Elmi S., Gabilly J., Mouterde M. (1997) - Ammonites : Bajocien. In: Cariou E. et Hantzpergue P. (Coord.) - Groupe Français d'Études du Jurassique. Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen : zonations parallèles et distribution des invertébrés et microfossiles. *Centre Rech. Elf. Explor. Prod., Mém.*, **17**, p.41-53.
- Thierry J., Dumanois-Bernard A., Ingargiola J.F. (1983) - Le Jurassique moyen entre Noyers-sur-Serein (Yonne) et Montbard (Côte-d'Or) : précisions stratigraphiques et paléogéographiques. *Bull. Sci. Bourgogne*, **36** (2), 93-114.
- Thierry J., Durlet C., Marchand D., Baudin F., Fauconnier D., Neige P., Ruget C., Vincent B. (1997) - La carrière de Pouillenay (Côte-d'Or) : biostratigraphie, chronostratigraphie, sédimentologie, diagenèse, géochimie et analyse séquentielle. Une coupe historique de référence pour le Bajocien du Nord-ouest de la Bourgogne (Bordure sud-est du Bassin de Paris). *Cahiers Univ. Cathol. Lyon*, sér. Sciences, **10**, 219-248.
- Tintant H. (1963) - Observations stratigraphiques sur le Jurassique moyen de Côte-d'Or. *Bull. Sci. Bourgogne*, **21** (1961-1962), 93-117.
- Tintant H., Joly J. (1955) - Observations sur la stratigraphie du Bathonien en Côte-d'Or. *Bull. Sci. Bourgogne*, **15** (1954), 25-38.
- Vincent B., Emmanuel L., Loreau J.P., Thierry J. (1997) - Caractérisation et interprétation des cycles géochimiques sur la plate-forme bourguignonne (France) au Bajocien-Bathonien. *C.R. Acad. Sci. Fr. Paris*, **325**, (2a), 783-789.
- Wetzel W. (1924) - Beiträge zur Stratigraphie und Paläontologie des Mittleren Doggers von Nordwesteuropa. *Palaeontographica*, **65**, 155-247.