

Biostratigraphie et stratigraphie séquentielle du Bajocien supérieur - Bathonien inférieur dans le Nivernais

Didier ZANY ⁽¹⁾
Charles MANGOLD ⁽²⁾
Didier MARCHAND ⁽³⁾
Michel TREHOUR ⁽⁴⁾

Biostratigraphy and sequence stratigraphy of the Upper Bajocian to Lower Bathonian in the Nièvre Dept.

Géologie de la France, n°1, 1995, pp. 47-61, 7 fig., 2 pl. photos.

Mots-clés : Ammonites, Biostratigraphie, Stratigraphie séquentielle, Bajocien, Bathonien, Nièvre.

Key words: Ammonites, Biostratigraphy, Sequence stratigraphy, Bajocian, Bathonian, Nièvre.

Résumé

*L'étude biostratigraphique détaillée de quatre coupes dans le Nivernais permet de prouver que la sédimentation, d'abord localisée dans le "sillon de la Loire" au sommet du Bajocien supérieur (sous-zone à Bomfordi) s'étendait peu à peu à l'ensemble de la plate-forme au Bathonien inférieur (zone à Zigzag). L'application des concepts de la stratigraphie séquentielle montre que ces dépôts se sont effectués durant un cycle de 3^e ordre qui a débuté au-dessus d'une discontinuité ante sous-zone à Bomfordi et s'est terminé avec la sous-zone à *Tenuiplicatus* (sommet de la zone à Zigzag).*

L'analyse des peuplements d'ammonites montre non seulement de nettes modifications temporelles mais aussi des variations spatiales.

English abridged version

The Bajocian-Bathonian boundary has been studied in three new sections in the Nièvre Dept. of France (figs. 1-2).

1- Loire section (figs. 3-4)

A 7.50-m-thick series of alternating grey limestone and marl beds. Seventy-three levels are recognized, of which only levels 9 to 55 have yielded fauna :

*– Levels 9 - 46 contain species, such as *Parkinsonia* (*Durotrigensia*) *oxonica* Arkell and *P. (P.) bomfordi* Arkell, indicative of the Bomfordi subzone (top of the Parkinsoni zone, upper Bajocian).*

*– Level 47, which has a burrowed upper surface, has yielded numerous ammonites. It contains both *P. (P.) bomfordi* Arkell, which would assigned this level to the Bomfordi subzone, and *Parkinsonia (P.) pachypleura* (Buckman), which is everywhere abundant at the base of the lower Bathonian, and would thus assigned this level to the *Convergens* subzone (Zigzag zone, lower Bathonian).*

*– Level 48 is a marly-limestone bed yielding a faunal content that is both rich (more than 300 variably pyritized specimens) and varied (eight ammonite families or sub-families). The very large variety of species collected are all characteristic of the *Macrescens* subzone (Zigzag zone).*

*– Levels 49 - 55 contain an impoverished and not very varied fauna that is thought to be representative of the *Recinctus* subzone (*Aurigerus* zone, lower Bathonian).*

2- Nevers section (figs. 5-6)

A thin section of three levels overlying a massive upper Bajocian limestone with a ferruginized burrowed surface.

*– Level 1 chiefly contains species from the *Macrescens* subzone together with a few forms from the *Recinctus* subzone.*

*– Level 2, or *Pygomalus* (echinoid) level, has yielded rare ammonites of the *Tenuiplicatus* subzone (*Aurigerus* zone).*

* Manuscrit reçu le 10 novembre 1994, accepté définitivement le 31 janvier 1995.

(1) 1, rue du Joli Coeur, 54000 Nancy.

(2) Centre des Sciences de la Terre et URA n° 11, Paléontologie stratigraphique et Paléocéologie, Université Claude-Bernard- Lyon-I, 27-43, boulevard du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex.

(3) Centre des Sciences de la Terre et URA n° 157, Université de Bourgogne, 6, boulevard Gabriel, 21100 Dijon.

(4) Le Fresne, Bat. E n° 1, rue Salvadore Allende, 71130 Gueugnon.

– Level 3 is poor in fossils and thought to be of similar age.

3- Mousseau section (fig. 7)

The Bathonian series (1.20 m) lies on a crinoid limestone dated as Late Bajocian by R. Mouterde (Parkinsoni zone). The first 20 cm are rich in ferruginous oolites and ammonites from the upper part of the *Convergens* subzone. The next 20 cm of marly limestone with ferruginous oolites are assigned to the base of the *Macrescens* subzone. The overlying ferruginous oolitic limestone bed (20 cm thick), which is capped by a hard ferruginized surface, is assigned to the upper part of the *Macrescens* subzone and the *Recinctus* subzone.

These three sections, and the previously published Saint Benin d'Azy section (fig. 7), extend from the upper Bajocian (Parkinsoni zone) to the top of the lower Bathonian (Aurigerus zone). In Dogger times, the Loire section was located at the margin of the shelf represented by the other three sections. Sequence stratigraphy applied to this region of marked paleotopography provides the following results:

1- From the *Bomfordi* subzone (uppermost Bajocian) to the base of the *Convergens* subzone (lower Bathonian).

Sedimentation was restricted to the Loire region and the faunal diversification over this period suggests a gradual deepening of the environment. Deposits for this period do not occur in the other three sections located on the shelf. This, was therefore a period of relative lowstand.

2- From the top of the *Convergens* zone to the *Macrescens* subzone (lower Bathonian).

Sedimentation was more widespread but benthonic organisms are more abundant on the shelf, in a shallower environment. In the Loire, sedimentation abruptly diminished (starved basin) and the environment became reducing (pyritized fauna). The transgression period that began at the top of the *Convergens* subzone would have ended with a maximum flooding surface at the top of the *Macrescens* subzone.

3- From the *Recinctus* subzone to the *Tenuiplicatus* subzone (lower Bathonian).

Sedimentation was more marly and thicker, consistent with a relative highstand.

The eustatic changes recognized at the Bajocian-Bathonian boundary in the Nièvre region, an area of marked paleotopography, are consistent with those recognized by M. Rioult et al. (1991) in Normandy for the same period.

Introduction

Dans une première partie, nous proposons une analyse biostratigraphique détaillée qui permet de reconnaître les sous-zones d'ammonites représentées dans les formations du Bajocien terminal et du Bathonien inférieur du département de la Nièvre. Cette analyse a été faite à partir de l'étude de fossiles récoltés banc par banc sur deux coupes situées près de Nevers (en bord de Loire, gisement SN 301; dans la ZAC de Nevers). Les résultats d'une étude similaire, effectuée sur le Bathonien inférieur de la carrière du Mousseau près de Vandenesse (département de la Nièvre), seront brièvement exposés ici (Trehour et al., à paraître).

Dans une seconde partie, nous envisageons, en termes de stratigraphie séquentielle, la sédimentation au cours du Bajocien supérieur - Bathonien inférieur dans le Nivernais. Nous utiliserons pour cela les corrélations biostratigraphiques proposées entre les trois coupes étudiées et celle de la Tranchée du dos-d'âne près de Saint-Benin-d'Azy, décrite par J.H. Delance et al. en 1979.

Cadre géographique et contexte géologique (fig. 1 et 2)

Les affleurements du Bajocien terminal et du Bathonien inférieur sont rares dans le Nivernais depuis le remblaiement des carrières dans lesquelles le Calcaire à entroques ou l'Oolite ferrugineuse étaient exploités au début du siècle. Ce n'est qu'à l'occasion de travaux routiers ou de fondations que l'on peut effectuer de nouveaux levés de coupes dans les formations bathoniennes

souvent fossilifères (Delance et al., 1979).

La première coupe étudiée (SN 301) se situe sur la rive droite de la Loire au sud-ouest de Nevers, en amont du confluent de la Loire et de l'Allier (coordonnées Lambert : x = 658,3 ; y = 2218,2 ; carte IGN Sancoins, 1/50 000). Il s'agit d'un affleurement naturel, seulement visible lorsque le fleuve est en étiage.

La deuxième coupe a été relevée et échantillonnée lors des travaux de construction entrepris dans une Zone d'Activité Commerciale (ZAC) située à l'ouest de Nevers (Nièvre), au nord de la route de Fourchambault (D40), à proximité de l'aérodrome de la ville (coordonnées Lambert : x = 659,5 ; y = 2222,2 ; carte IGN Nevers, 1/50 000). Cette coupe est située à environ 4 kilomètres au nord de la première.

Les deux autres coupes sont plus distantes : Saint-Benin-d'Azy (J.H. Delance et al., 1979) se trouve à 20 kilomètres à l'est de Nevers, alors que la carrière du Mousseau (de Grossouvre, 1918 ; Trehour et al., à paraître) est à 45 kilomètres au SSE de Nevers.

Les travaux récents sur le Jurassique moyen du Nivernais sont peu nombreux du fait de la rareté des coupes. Parmi les dernières publications traitant du Bathonien de la Nièvre, on trouve celle de J.H. Delance et al. (1979) qui concerne notamment la coupe de la "Tranchée du dos-d'âne" près de Saint-Benin-d'Azy où des faunes d'ammonites et de brachiopodes ont permis de reconnaître les sous-zones à *Macrescens* et à *Yeovilensis* (= *Aurigerus*) de la zone à *Zigzag* (première zone du Bathonien inférieur). Auparavant, R. Mouterde (1953) puis J.C. Perraudin (1971) avaient étudié de nombreuses coupes du Bajocien supérieur dont certaines avaient conservé le Bathonien inférieur à leur sommet. Comme l'ont souligné J.H. Delance et al. (1979), "l'essentiel de nos connaissances sur le Jurassique moyen de la région repose sur les publications de T. Ebray (1862a et b), F. Lefort (1895), A. de Grossouvre (1895 et 1918) et J. Dasse (1914)".

Par contre, le Bathonien inférieur d'Europe occidentale a fait l'objet de plusieurs travaux biostratigraphiques de référence qui nous permettent de comparer nos faunes et nos coupes avec celles décrites par W.J. Arkell (1951-1959), C. Mangold *et al.* (1964), C. Mangold (1970, 1971 a,b, 1990), W. Hahn (1968, 1969, 1970, 1971), H.S. Torrens (1974, 1980, 1987), G. Dietl *et al.* (1983), M. Innocenti *et al.* (1990).

Coupes, faunes et biochronologie

Coupe de la Loire : gisement SN 301 (fig. 3)

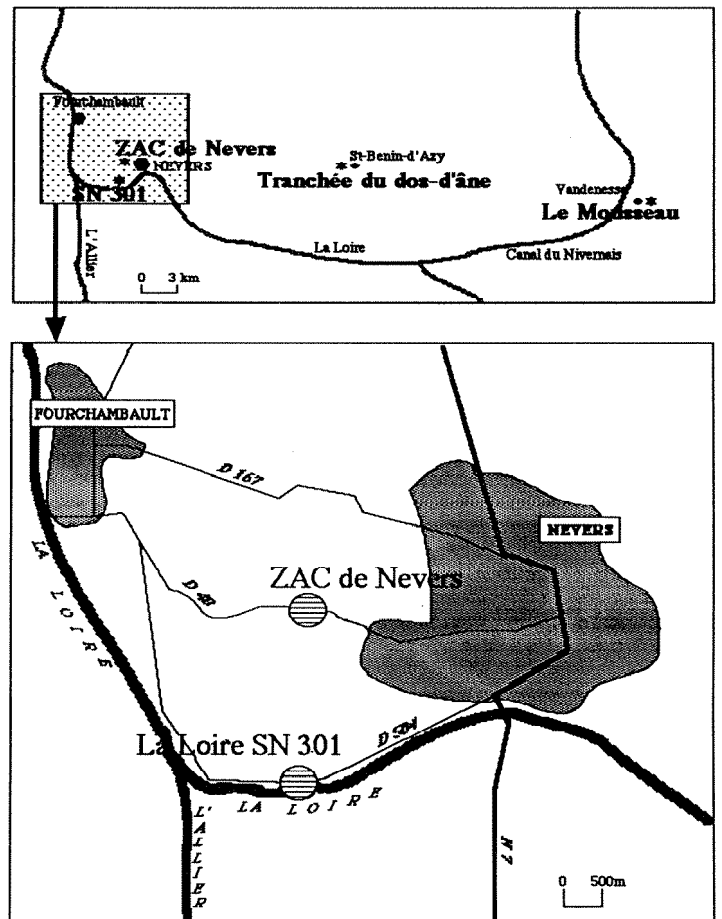
Sur la rive droite affluent, avec un léger pendage vers l'ouest et sur une distance de 250m environ, des alternances marno-calcaires avec des bancs dont l'épaisseur varie de quelques centimètres à plusieurs décimètres. La lithologie est homogène : les bancs sont formés de calcaire micritique de couleur grise et les lits, constitués soit de marnes soit de marno-calcaires, sont également de couleur grise. L'épaisseur totale de la coupe étudiée (niveaux 1 à 73, fig. 3) avoisine 7,50 m et les fossiles, dont la plupart sont des ammonites, s'échelonnent du niveau 9 au niveau 55.

- Du niveau 9 au niveau 46 (fig. 3 et 4), trois familles d'ammonites sont connues. Les Parkinsoniidae sont très largement dominants alors que les Cadomitinae et les Lissoceratidae sont rares. Parmi les Parkinsoniidae, dont certains individus peuvent atteindre près de 50 cm de diamètre, on reconnaît deux grands ensembles (couple dimorphe ?) : *Parkinsonia (Durotrigensia) oxonica* Arkell (niv. 9, 21, 25, 29, 33, 37, 39) (macroconque) et *P. (P.) bomfordi* Arkell (niv. 21, 27, 35, 37, 39, 43, 45) (microconque). A côté de ces deux formes prédominantes, on trouve encore des formes comme *P. (P.) parkinsoni* (Sow) ou *P. (P.) complanata* Nicolesco.

Ces espèces caractérisent la partie terminale du Bajocien supérieur et plus précisément la sous-zone à Bomfordi de la zone à Parkinsoni (Mangold, 1971 a).

Fig. 1 et 2. - Localisation géographique des coupes étudiées.

Fig. 1 and 2. - Location maps of the study sections.



A noter qu'à la surface de certains bancs calcaires (niv. 15, 17, 23, 31) il y a des amas de fragments de brachiopodes non déterminables.

- Le niveau 47, à surface supérieure perforée, a fourni une faune d'ammonites, en partie ferruginisée, plus variée que celle des niveaux précédents. Trois familles sont représentées (fig. 4) :

- Parkinsoniidae : *Parkinsonia (Durotrigensia) aff. oxonica* Arkell ; *P. (P.) aff. bomfordi* Arkell ; *P. (P.) pachypleura* (Oppel) ;

- Stephanoceratidae (Cadomitinae) : *Cadomites exstinctus* (Quenstedt)

- Opepliidae : *Oxycerites limosus* (Buckman) ; *Oecotraustes* sp. ind.

Au sommet de ce banc, un lit de spongiaires plus ou moins continu, dont la partie sommitale peut être perforée, est également présent.

La datation proposée ici peut se faire suivant deux hypothèses :

- Si on considère la persistance de l'espèce indice *P. (P.) bomfordi* Arkell

comme primordiale, le niveau 47 doit être rattaché au Bajocien supérieur (zone à Parkinsoni, sous-zone à Bomfordi), l'association faunique caractérisant peut-être le sommet de la sous-zone à Bomfordi, avant le passage au Bathonien inférieur ;

- Si on privilégie l'apparition de nouvelles espèces dont *Parkinsonia (P.) pachypleura* (Oppel), qui abonde à la base du Bathonien inférieur - sous-zone à Convergens et à la base de la sous-zone à Macrescens au Cap Mondego (Mangold, 1990), à Digne (Sturani, 1966 ; Innocenti *et al.*, 1990) et au Mousseau (Trehour *et al.*, à paraître) - on doit proposer un âge Bathonien inférieur basal : zone à Zigzag, sous-zone à Convergens. La présence de *Cadomites cf. exstinctus* (Quenstedt), reconnu au sommet de la zone à Parkinsoni et à la base de la zone à Zigzag (Hahn, 1971) s'accorde avec cette conclusion.

L'absence du genre *Lobosphinctes* qui, au Mousseau, caractérise plutôt le sommet de la sous-zone à Bomfordi,

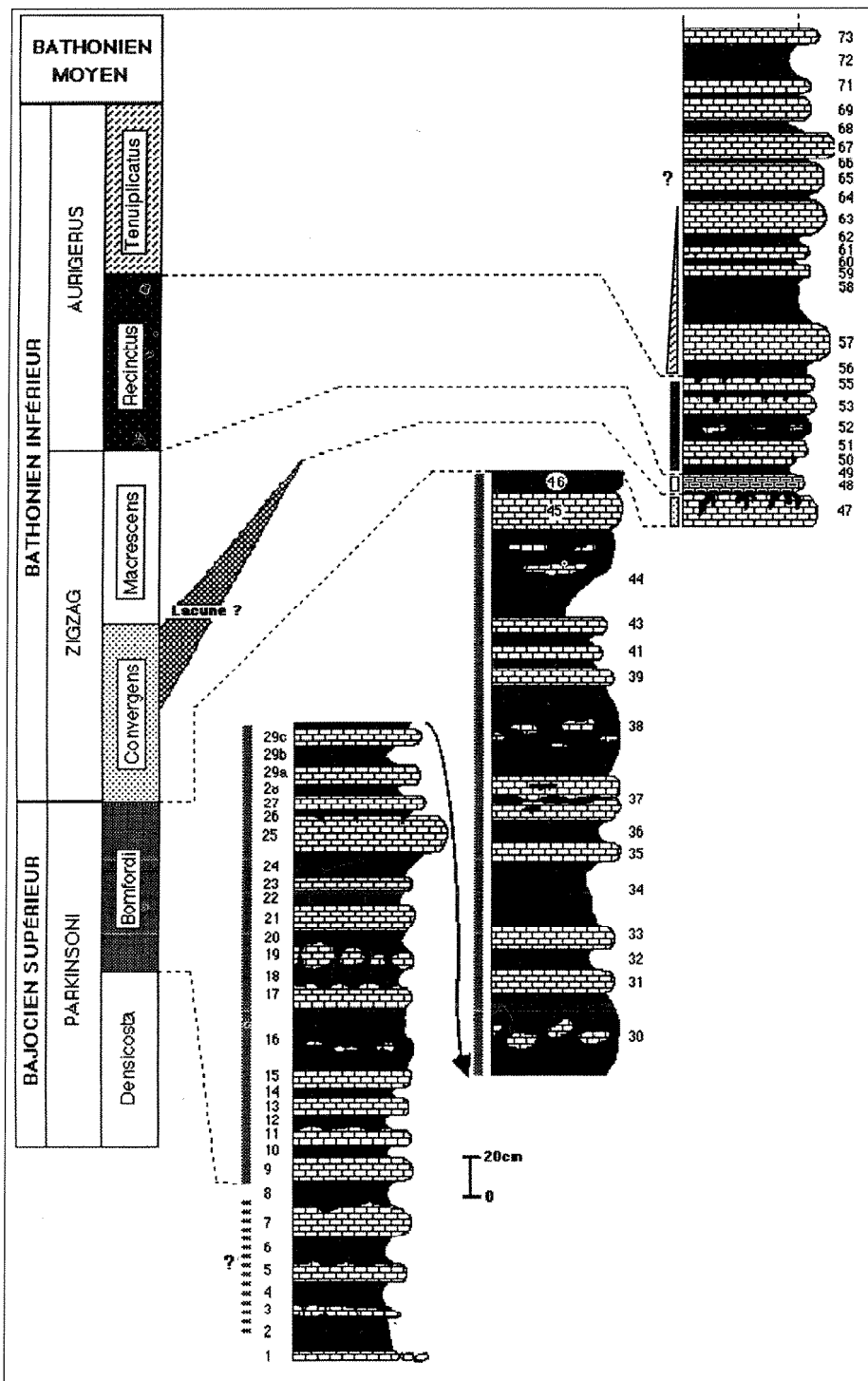


Fig. 3. – Coupe de la rive droite de la Loire (SN 301) et biochronologie (Tableau de zonation biostratigraphique d'après C. MANGOLD, 1990).

Fig. 3. – Section on the right bank of the River Loire (SN 301) and its biochronology (biostratigraphic zonation after C. Mangold, 1990).

indique peut-être que seule la partie inférieure de la sous-zone à Convergens est représentée. C'est la solution adoptée ici.

– Au-dessus de la surface perforée du banc 47, le niveau marno-calcaire 48 renferme une faune riche et diversifiée (fig. 4) : plus de 300 spécimens plus ou

moins pyritisés ont été récoltés, représentant huit familles ou sous-familles d'ammonites :

- Parkinsoniidae: *Parkinsonia* (*P.*) *pachypleura* (Buckman) ;

- Stephanoceratidae (Cadomitinae) : *Cadomites* sp. ind. ;

- Opeiliidae: *Oxycerites fallax* (Guéranger) ; *Oxycerites limosus* (Buckman) ; *Oxycerites seebachii* Wetzel, *Oecotraustes decipiens* (de Grossouvre) ; *Paræotraustes angustoides* Elmi ;

- Pseudoperisphinctidae (Leptosphinctinae) : *Lobosphinctes* (*Planisphinctes*) *acurvatus* (Wetzel) ;

- Pseudoperisphinctidae (Zigzagiceratinae) : *Zigzagiceras* (*Procerozigzag*) *pseudoprocerus* (Buckman) ; *Z. (P.) postpollubrum garnieri* Sturani ; *Procerites* (*Siemiradzka*) *aurigerus* (Oppel) ;

- Morphoceratidae: *Morphoceras* (*M.*) *multiforme* Arkell ; *M. (M.) macrescens* Buckman, *M. (M.) parvum* Wetzel ; *M. (Ebrayiceras)* *sulcatum* (Zieten) ; ? *Asphinctites replictus* Buckman ; *Polysphinctites* cf. *polysphinctus* Buckman ;

- Lissoceratidae : *Lissoceras psilodiscus* (Schlœnbach).

Certaines de ces espèces caractérisent la partie inférieure de la sous-zone à Macrescens : *Parkinsonia* (*P.*) *pachypleura* (Buckman) - Cap Mondego, Digne, Mousseau ; *Lobosphinctes* (*Planisphinctes*) *acurvatus* (Wetzel) - Cap Mondego, Mousseau - ; *Zigzagiceras* (*P.*) *pseudoprocerus* (Buckman) - Cap Mondego, Digne, Mousseau.

D'autres en revanche sont plus fréquentes dans la partie supérieure de la sous-zone à Macrescens : *Procerozigzag* (*P.*) *postpollubrum garnieri* Sturani - Digne - ; *Procerites* (*Siemiradzka*) *aurigerus* (Oppel) - Cap Mondego, Digne, Mousseau-.

De plus, quelques formes persistent pendant toute la durée de la sous-zone à Macrescens : *Morphoceras* gr. *multiforme* Arkell ; *M. macrescens* (Buckman) et leur microconque *Ebrayiceras* gr. *sulcatum* (Zieten) Cap Mondego, Digne, Mousseau.

Il est donc probable que la faune du niveau 48 soit légèrement condensée et représente toute la sous-zone à Macrescens (zone à Zigzag). A noter la rareté des *Procerites* (un seul spécimen) comme cela s'observe à Digne, au Cap Mondego et au Mousseau (un seul individu dans le banc 100 a-b).

- Du niveau 49 au banc 55, la faune est pauvre et peu diversifiée (fig. 4). Elle est dominée par les Pseudoperisphinctidae parfois accompagnés par des Oppeliidae :

- Pseudoperisphinctidae (Zigzagiceratinae) : *Procerites* (*P.*) gr. *laeviplex* (Quenstedt) (= *P.* (*P.*) gr. *fullonicus* (Buckman)) (niv. 49, 50, 52) ; *P.* (*Siemiradzka*) *aurigerus* (Oppel) (niv. 49) ; *P.* (*S.*) sp. ind. (niv. 55) ; ? *Wagnericeras* sp. (niv. 52, 53, 55) ;

- Oppeliidae : *Oxycerites* sp. gr. *limosus* (Buckman) - *fallax* (Guéranger) (niv. 50) ; *Oxycerites* sp. (niv. 49) ; *Oecotraustes* aff. *decipiens* (de Grossouvre) (niv. 50) ; *Oe.* aff. *bradleyi* Arkell (niv. 52).

Ce type d'association serait représentatif de la sous-zone à Recinctus (zone à Aurigerus ; C. Mangold, 1990). De plus, la présence dans ce niveau de formes proches de *Procerites* (*P.*) gr. *laeviplex* (Quenstedt) (= *Procerites* (*P.*) gr. *fullonicus* (Buckman)), espèce que C. Mangold (1990) considère comme une forme de la sous-zone à Recinctus, semble confirmer cette attribution.

A côté des ammonites qui constituent la faune dominante, on peut récolter quelques lamellibranches ("*Goniomya*", niv. 27 et 47) et genre indéterminé (niv. 45 et 48) ; brachiopodes (rhynchonellidés, niv. 39) ou échinides (*Pygomalus* sp., en grande quantité dans le niv. 56). Ces mêmes oursins sont fréquents dans le niveau 2 de la coupe de la ZAC de Nevers daté de la sous-zone à Tenuiplicatus (zone à Aurigerus). C'est pourquoi nous proposons de placer la limite entre les sous-zones à Recinctus et à Tenuiplicatus au sommet du banc 55, marqué d'ailleurs par une surface perforée.

Coupe de la ZAC de Nevers (fig. 5)

Le plancher de cette coupe est constitué par une couche de calcaire dur (niveau S) dont le sommet présente de nombreuses perforations. Directement au-dessus se trouve un niveau lenticulaire calcaréo-argileux (niveau 1), au maximum de quelques décimètres d'épaisseur, qui fournit des blocs de calcaire beige, dans lesquels sont concentrées de nombreuses ammonites bien

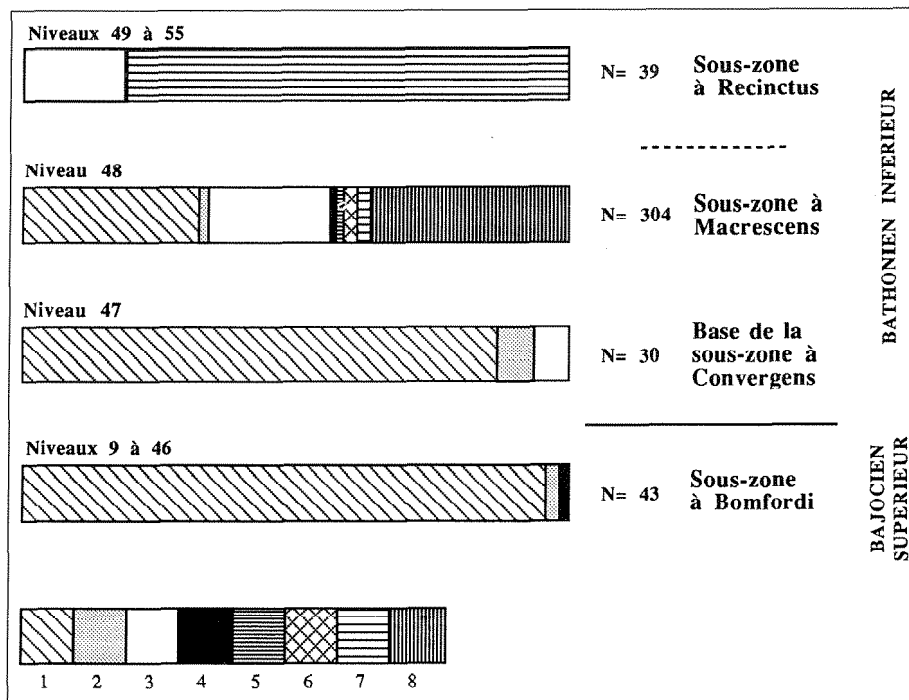


Fig. 4. - Diagrammes fauniques pour les Ammonitina de la coupe SN 301 du bord de Loire. Légende des figurés- 1 : Parkinsoniidae ; 2 : Cadomitinae ; 3 : Oppeliidae ; 4 : Lissoceratidae ; 5 : Leptosphinctinae ; 6 et 7 : Zigzagiceratinae - g. *Zigzagiceras* (6), g. *Procerites* (7) ; 8 : Morphoceratidae.

N: nombre total d'individus.
La longueur des rectangles est proportionnelle au pourcentage des individus de la catégorie taxonomique d'ammonites correspondante.

Fig. 4. - Faunal diagrams for Ammonitina in the Loire section SN 301. 1: Parkinsoniidae; 2: Cadomitinae; 3: Oppeliidae; 4: Lissoceratidae; 5: Leptosphinctinae; 6 and 7: Zigzagiceratinae - g. *Zigzagiceras* (6), g. *Procerites* (7); 8: Morphoceratidae. N: total number of specimens. Rectangle length is proportional to the percentage of specimens in the corresponding ammonite taxonomic category.

conservées (coquilles complètes présentant parfois les apophyses jugales). Au-dessus, repose une couche d'une dizaine de centimètres d'épaisseur, plus marneuse, à texture sablonneuse, de couleur jaune clair (niveau 2), dans laquelle ont été récoltés de nombreux oursins (g. *Pygomalus*) associés à d'assez nombreuses ammonites (82 spécimens). Cette couche est couronnée par un calcaire grisâtre (niveau 3), contenant quelques ammonites, et dont l'épaisseur moyenne est 10 cm. La coupe se poursuit par une série alternante marno-calcaire, sur une épaisseur de 2 m environ, qui n'a livré que de rares Oppeliidae et quelques rhynchonelles.

A la suite des travaux de fondation, de nombreux déblais ont été amoncelés dans différents points du site. Nous avons ainsi pu analyser, dans un rayon de 20 m, des blocs présentant les mêmes caractéristiques lithologiques que celles du niveau 1.

- Le niveau 1 et les zones de déblais ont fourni plus de 230 ammonites. Six familles ou sous-familles sont représentées (fig. 6).

- Parkinsoniidae : *Parkinsonia* (*P.*) *pachypleura* (Buckman) ;

- Oppeliidae : *Oxycerites limosus* (Buckman) ; *O. fallax* (Guéranger) ; *O. aspidoides* (Oppel) ; ? *Trimarginia sinaitica* Arkell ; *Oecotraustes bomfordi* Arkell ; *Oe. nivernensis* (de Grossouvre) *sensu* Hahn ; *Paræotraustes* aff. *angustoides* Elmi ; *P. formosus* Arkell ;

- Lissoceratidae : *Lissoceras psilodiscus* (Schltenbach) ;

- Pseudoperisphinctidae (Leptosphinctinae) : *Lobosphinctes* (*Planisphinctes*) *acurvatus* (Wetzel) ;

- Pseudoperisphinctidae (Zigzagiceratinae) : *Zigzagiceras* (*Procerozigzag*) gr. *pseudoprocerus* (Buckman) ; *Zigzagiceras* (*Zigzagiceras*) *torrensi* Sturani ;

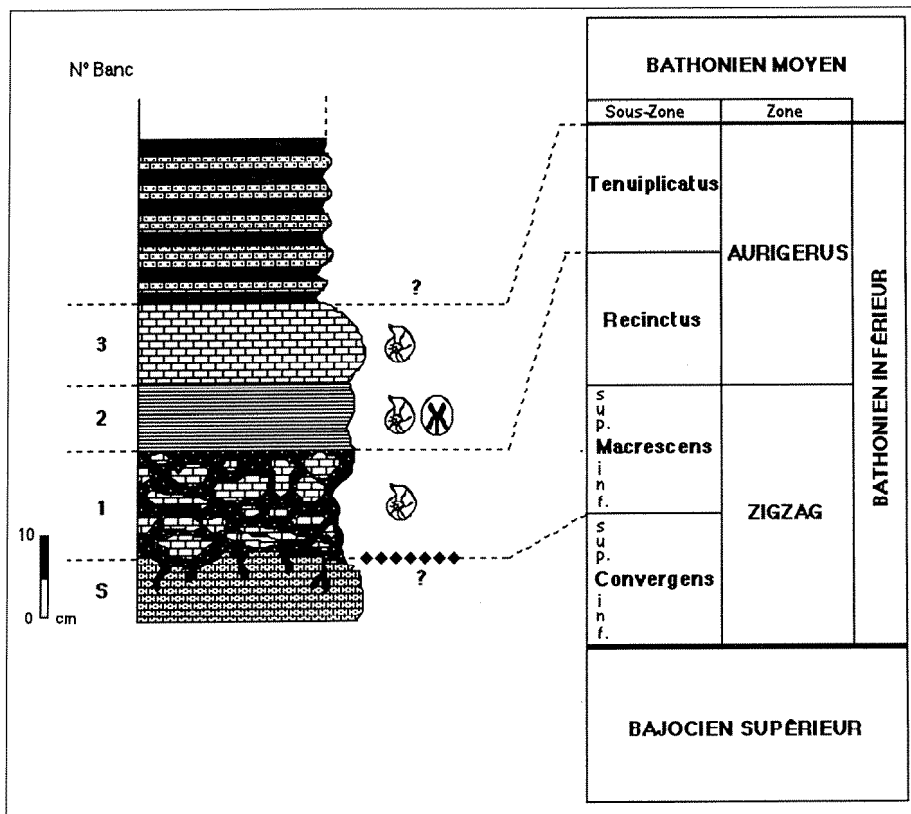


Fig. 5. - Coupe de la ZAC de Nevers et biochronologie. (Tableau de zonation biostratigraphique d'après C. MANGOLD, 1990).

☉☉ : Horizons fossilifères - ammonites et échinides.
◆◆◆ : Discontinuité.

Fig. 5. - The Nevers section and its biochronology (biostratigraphic zonation after C. Mangold, 1990).

☉☉ : Fossil-bearing horizons - ammonites and echinoderms
◆◆◆ : Discontinuity.

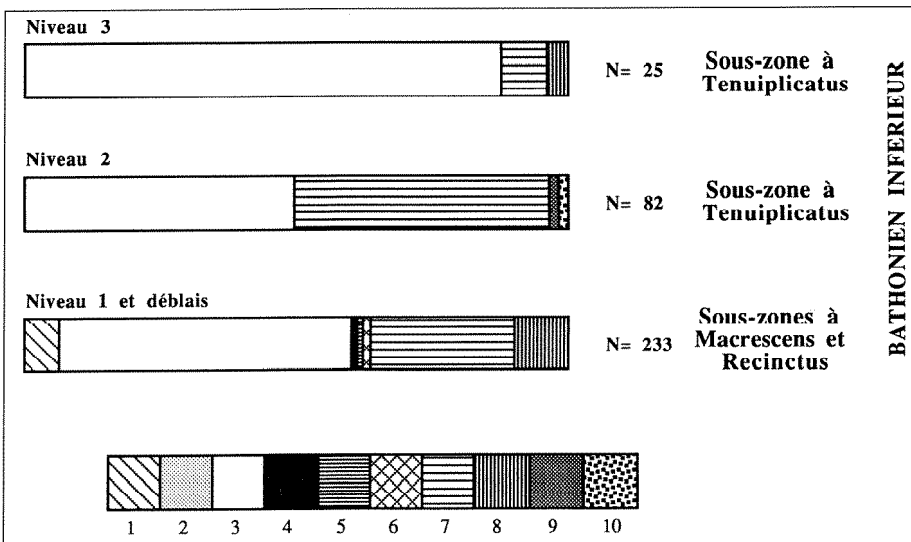


Fig. 6. - Diagrammes fauniques pour les Ammonitina des zones à Zigzag et Aurigerus (Bathonien inférieur) de la coupe de la ZAC de Nevers.

Légende des figurés- 1 : Parkinsoniidae ; 2 : Cadomitinae ; 3 : Oppeliidae ; 4 : Lissocerotidae ; 5 : Leptosphinctinae ; 6 et 7 : Zigzagiceratinae - g. *Zigzagiceras* (6), g. *Procerites* (7) ; 8 : Morphoceratidae ; 9 : Clydoniceratidae - g. *Micromphalites* ; 10 : Tuliidae - g. *Sphaeroptychius*.

Fig. 6. - Faunal diagrams for Ammonitina in the Zigzag and Aurigerus zones (lower Bathonian) of the Nevers section.

1: Parkinsoniidae; 2: Cadomitinae; 3: Oppeliidae; 4: Lissocerotidae; 5: Leptosphinctinae; 6 and 7: Zigzagiceratinae - g. *Zigzagiceras* (6), g. *Procerites* (7); 8: Morphoceratidae; 9: Clydoniceratidae - g. *Micromphalites*; 10: Tuliidae - g. *Sphaeroptychius*.

Procerites (*P.*) sp. gr. *laeviplex* (Quensstedt) (= *fullonicus* (Buckman)); *P.* (*Siemiradzka*) aff. *aurigerus* (Oppel);

- Morphoceratidae : *Morphoceras* (*M.*) *multiforme* Arkell ; *M.* (*M.*) *macrescens* (Buckman) ; *M.* (*Ebrayicerat*) *sulcatum* (Zieten) ; *Asphinctites* aff. *tenuiplicatus* (Brauns) ; *Polysphinctites* cf. *secundus* Wetzel.

Les espèces *Parkinsonia* (*P.*) *pachypleura* (Oppel), *Morphoceras* (*M.*) *multiforme* Arkell, *Zigzagiceras* (*Procerozigzag*) gr. *pseudoprocerus* (Buckman), *Oecotraustes bomfordi* Arkell, caractérisent plutôt la base de la sous-zone à Macrescens (zone à Zigzag) alors que parmi les Pseudoperisphinctidae *Procerites* (*Siemiradzka*) aff. *aurigerus* (Oppel) indique surtout, comme au Cap Mondego (Mangold, 1990), à Digne (Sturani, 1966 et Torrens, 1987) ou dans le gisement de la Loire, la sous-zone à Recinctus (zone à Aurigerus).

Le niveau 1 représenterait donc un horizon condensé recouvrant les sous-zones à Macrescens et à Recinctus.

- Le niveau 2 ou niveau à *Pygomalus* a livré des Oppeliidae et des Pseudoperisphinctidae, associés à de rares Clydoniceratidae et Tuliidae (fig. 6) :

- Oppeliidae: *Oxycerites limosus* (Buckman) ; *O. fallax* (Guéranger) ; *Paræotraustes* aff. *formosus* Arkell ; *Paræotraustes* sp. ;

- Pseudoperisphinctidae (Zigzagiceratinae) : *Procerites* (*P.*) sp. ; *P.* (*Siemiradzka*) sp. ; ? *Wagnericeras* sp. ;

- Clydoniceratidae: *Micromphalites* sp. ;

- Tuliidae: *Sphaeroptychius* sp.

Malgré les difficultés de détermination des espèces de Pseudoperisphinctidae, on peut attribuer ce niveau à la sous-zone à Tenuiplicatus (zone à Aurigerus du Bathonien inférieur, C. Mangold, 1990). De plus, la présence des genres *Sphaeroptychius* et *Micromphalites* signalés par H.S. Torrens (1987) dès la sous-zone à Tenuiplicatus à Digne, confirme cet âge.

Ce niveau existe aussi au nord de Saint-Benin-d'Azy, dans la région des Amognes, où l'un d'entre nous (M. Trehour) a récolté, dans les champs,

Asphinctites gr. *tenuiplicatus* (Brauns) et *Micromphalites* sp.

– Le niveau 3, pauvre en fossiles (25 ammonites récoltées), a livré des représentants appartenant à trois familles (fig. 6) :

– Oppeliidae : *Oxycerites* cf. *limosus* (Buckman) ; ? *Paræcostrustes* sp. ;

– Pseudoperisphinctidae : ? *Procerites* sp. ;

– Morphoceratidae : *Polysphinctites secundus* Wetzel.

Par la présence d'un exemplaire de *Polysphinctites secundus* Wetzel, cité dans la sous-zone à *Tenuiplicatus* (Hahn, 1971 et Torrens, 1987), nous proposons de dater ce niveau de la sous-zone à *Tenuiplicatus* (zone à *Aurigerus*, Mangold, 1990).

Associés aux ammonites on trouve, dans le niveau 1, des gastéropodes, des lamellibranches et plus rarement des échinides alors que ces derniers abondent dans le niveau 2.

Coupe de la carrière du Mousseau (fig. 7)

La coupe de l'ancienne carrière du Mousseau se situe près de Vandenesse, dans la partie orientale du département de la Nièvre, à environ 45 kilomètres de Nevers (fig. 1). L'un de nous (Trehour), a effectué le relevé d'un profil et récolté *in situ* une grande quantité de fossiles dont de nombreuses ammonites.

L'analyse détaillée de la faune de ce gisement fera l'objet d'une publication (Trehour *et al.*, à paraître) ; nous nous limiterons donc ici à relater brièvement les principaux points concernant la lithologie et la biostratigraphie relevés au Mousseau. La hauteur du profil étudié est d'environ 1,20 m.

À la base, la série bathonienne repose sur le Calcaire à entroques dont le sommet est tronqué par une surface de discontinuité ferruginisée. Au-dessus, un mince niveau argileux azoïque (banc 201, moins de 5 cm d'épaisseur) recouvre le sommet du Calcaire à entroques.

Au-dessus, le banc 200 (environ 20 cm d'épaisseur), marneux à la base et plus calcaire au sommet, est riche en oolites ferrugineuses. Il a fourni de nombreux fossiles : ammonites, brachiopodes, lamellibranches mais aussi, échinides, gastéropodes et bélemnites.

Puis vient le niveau 100 qui a été subdivisé en deux sous-ensembles.

– Le premier sous-ensemble (20 cm d'épaisseur) est constitué de marnes à oolites ferrugineuses à la base (100a) qui passent vers le sommet à un calcaire argileux à oolites ferrugineuses (100b). Ce sous-ensemble a livré de nombreux fossiles, surtout récoltés dans le niveau 100b : en majorité des ammonites, lamellibranches et brachiopodes, mais également quelques gastéropodes, échinides et bélemnites.

– Le deuxième sous-ensemble (niveau 100c) est un banc calcaire à oolites ferrugineuses, d'une vingtaine de centimètres d'épaisseur, plus marneux à sa base. Ce banc est également très fossilifère ; on y récolte, en quantité décroissante : ammonites, lamellibranches, brachiopodes, échinides puis gastéropodes et bélemnites. Le niveau 100c se termine par une surface durcie et ferruginisée.

Le sommet de la coupe est constitué d'un niveau marneux à oolites ferrugineuses (banc 95, environ 40 cm d'épaisseur) auquel font suite des alternances marno-calcaires beaucoup moins oolitiques (banc 90, 30 cm d'épaisseur au minimum). Seul le banc 95 a livré quelques brachiopodes mal conservés.

D'après R. Mouterde (1953), la formation du Calcaire à entroques est d'âge Bajocien supérieur : sous-zone à *Acris* (zone à *Parkinsoni*).

Le banc 200 a livré de nombreuses ammonites parmi lesquelles des *Parkinsoniidae*, *Cadomitinae* et *Leptosphinctinae* qui indiqueraient la partie supérieure de la sous-zone à *Convergents* (Mangold, 1990).

La lacune observée entre le niveau 200 et la formation du Calcaire à entroques correspondrait donc à une durée supérieure à deux sous-zones

d'ammonites : sous-zones à *Densicosta* et à *Bomfordi* (Bajocien supérieur) et base de la sous-zone à *Convergents* (Bathonien inférieur).

Le sous-ensemble 100a-b a livré une faune d'ammonites dans laquelle prédominent *Morphoceratidae*, *Zigzagiceratinae* (g. *Zigzagiceratas*) et *Oppeliidae*, associés à quelques *Parkinsoniidae*, *Leptosphinctinae* et *Cadomitinae*. Ce type d'association est fréquent à la base de la sous-zone à *Macrescens* (Mangold, 1990).

Le banc 100c renferme surtout des *Pseudoperisphinctidae* (g. *Zigzagiceratas* et g. *Procerites*) mais aussi des *Oppeliidae* et des *Morphoceratidae* en moindre quantité. Par les faunes, le banc 100c semble donc être un niveau légèrement condensé dont l'âge correspondrait à la partie supérieure de la sous-zone à *Macrescens* et à la sous-zone à *Recinctus*.

Au-dessus du niveau durci qui termine le banc 100c les fossiles, rares et mal conservés, ne permettent pas une datation précise.

Corrélations biochronologiques et stratigraphie séquentielle (fig. 7)

Les quatre coupes du Nivernais analysées se disposent selon un axe E-W ; elles couvrent une durée qui va du Bajocien supérieur (zone à *Parkinsoni*) au sommet du Bathonien inférieur (zone à *Aurigerus*). Les successions lithologiques et les datations biostratigraphiques reconnues permettent de décomposer l'histoire de la sédimentation dans la région étudiée en plusieurs étapes. De plus, d'après les informations obtenues par de nombreux levés cartographiques, la paléotopographie de la région, à la limite Bajocien - Bathonien, peut être envisagée comme suit :

– la vallée actuelle de la Loire (bordure ouest du département de la Nièvre) devait correspondre à une dépression formant soit un sillon marneux (Tintant et Feuillée, 1973 ; Delance *et al.*, 1979), soit une zone en creux ouverte vers l'ouest (Debrand-Passard *et al.*, 1992) (environnement plutôt distal) ;

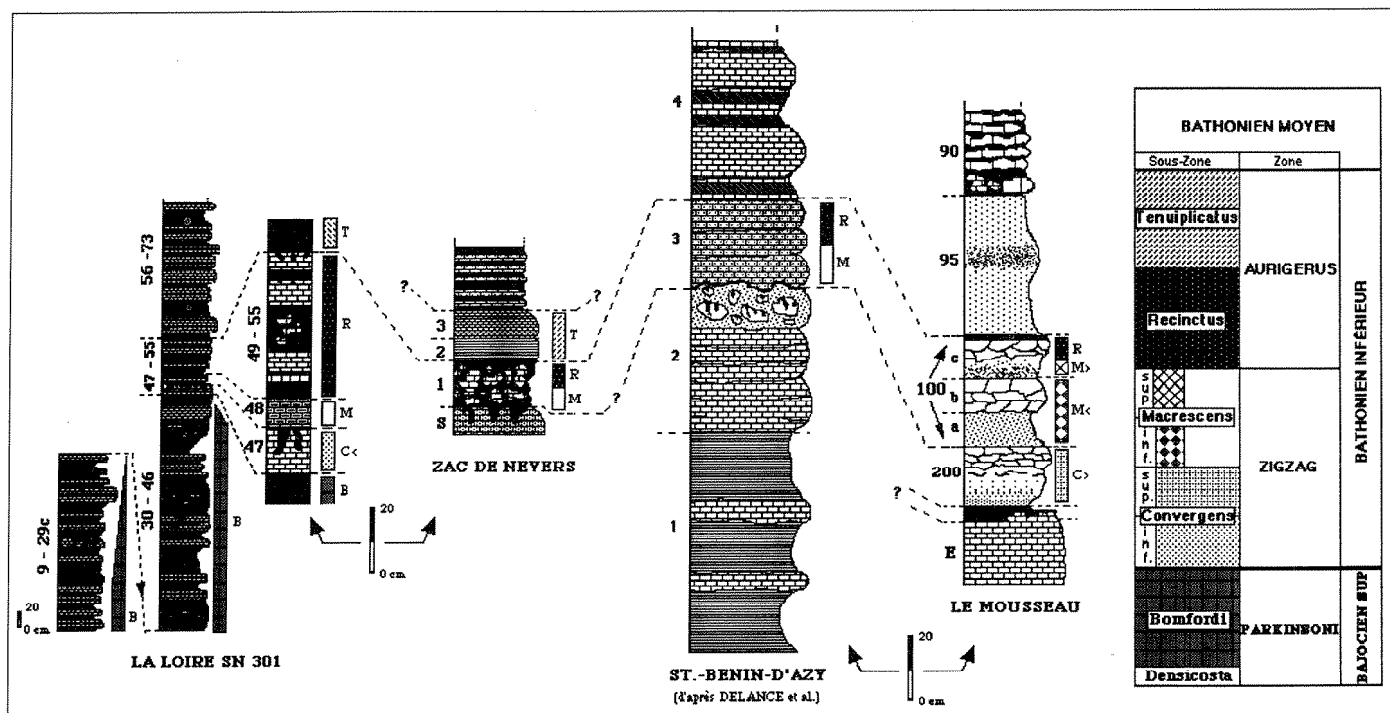


Fig. 7. – Corrélations biochronologiques entre quatre coupes du Nivernais : La Loire (SN 301), ZAC de Nevers, Saint-Benin-d'Azy et le Mousseau. Les figurés et indices à droite des profils correspondent aux sous-zones (sz.) d'ammonites reconnues (B : sz. à Bomfordi ; C< : sz. à Convergens - partie inférieure ; C> : sz. à Convergens - partie supérieure ; M : sz. à Macrescens ; M< : sz. à Macrescens - partie inférieure ; M> : sz. à Macrescens - partie supérieure ; R : sz. à Recinctus ; T : sz. à Tenuiplicatus).

Fig. 7. – Biochronological correlations for four sections in the Nièvre area: Loire (SN 301), Nevers, Saint-Benin-d'Azy (Delance et al., 1979) and Le Mousseau.

The cartouches and letters on the right of the sections correspond to recognized ammonite subzones (sz) (B: Bomfordi sz; C<: Convergens sz - lower part; C>: Convergens sz - upper part; M: Macrescens sz; M<: Macrescens sz - lower part; M>: Macrescens sz - upper part; R: Recinctus sz; T: Tenuiplicatus sz).

– les trois autres gisements (Nevers, Saint-Benin-d'Azy et le Mousseau) étaient situés sur la plate-forme en marge de la dépression de la Loire (Delance *et al.*, 1979) (environnement plutôt proximal).

Dans ce contexte, il est intéressant d'utiliser les concepts de la stratigraphie séquentielle (Vail *et al.*, 1987), afin de tester si la répartition des dépôts dans une zone très limitée (le département de la Nièvre) s'accorde avec le modèle théorique.

Période Bajocien supérieur, ante sous-zone à Bomfordi.

Les dépôts de cette période constituent la base des séries étudiées. Ils n'ont été datés avec certitude que dans la carrière du Mousseau où le Calcaire à entroques a fourni des ammonites (Mouterde, 1953) du Bajocien supérieur (zone à Parkinsoni, sous-zone à Acris). Ailleurs, les sédiments qui peuvent cor-

respondre à cette période n'ont pas livré d'ammonites.

Au Bajocien terminal, il est donc difficile d'établir des corrélations fiables entre les quatre coupes étudiées. Par conséquent, une interprétation en termes de stratigraphie séquentielle s'avère pour l'instant délicate voire inutile.

Sous-zone à Bomfordi (Bajocien terminal) - base de la sous-zone à Convergens (Bathonien inférieur)

Durant cette période, on remarque que la sédimentation ne s'effectue que dans la région de la Loire (niv. 9 à 47). Sur ce site, l'épaisseur notable – pour la région – des sédiments (6 m), l'importance croissante des dépôts argileux et le début de la diversification des faunes d'ammonites dans le niveau supérieur 47, impliquent un approfondissement progressif du milieu.

Sur les trois autres coupes, situées au nord et à l'est de la Loire, les dépôts sont absents.

D'après le tableau des cycles eustatiques proposé pour le Jurassique moyen et supérieur par M. Rioult *et al.* (1991), la sous-zone à Bomfordi correspondrait à une période de bas niveau marin relatif. Dans ce contexte, la présence de sédiments uniquement dans le "sillon de la Loire" semble tout à fait logique. L'espace disponible pour les sédiments serait donc commandé par la topographie.

Pendant ce temps, la plate-forme devait subir soit une émergence soit une érosion sous-marine importante puisque sur les trois autres sites on observe une surface de discontinuité au sommet des dépôts bajociens ante sous-zone à Bomfordi. Cette surface, qui semble synchrone, correspondrait à une surface de discontinuité mise en place à la limite des sous-zones à Parkinsoni et à Bomfordi, au même niveau qu'en Normandie (Rioult *et al.* ; 1991).

Sommet de la sous-zone à Convergents - sous-zone à Macrescens

Les dépôts de cette période ne sont connus avec certitude que dans la coupe du Mousseau. Dans le site de la Loire, il est possible que des spongiaires trouvés au toit du niveau 47 (caractérisé par une surface perforée) se soient installés durant ce laps de temps, profitant d'une diminution de la sédimentation.

La période suivante (sous-zone à Macrescens) correspond à une phase de sédimentation généralisée ; les ammonites sont récoltées en abondance sur les quatre sites mais on constate une augmentation progressive des organismes benthiques de l'ouest vers l'est. Ce gradient géographique s'observe aussi pour les sédiments: les dépôts les plus argileux sont à l'ouest (Nevers, Loire) alors que les dépôts à oolites ferrugineuses sont à l'est (Saint-Benin-d'Azy, Mousseau).

Cette répartition des sédiments et des organismes suggère une augmentation de la profondeur de l'est vers l'ouest ce qui s'accorde avec l'hypothèse paléotopographique exposée dans le paragraphe précédent.

Durant cet intervalle de temps, on constate que dans chaque coupe la faune, abondante, est soit concentrée par faible sédimentation (une seule unité biochronologique reconnue) soit légèrement condensée: niveau 48 (Loire), niveau 1 (Nevers), niveau 3 (St-Benin-d'Azy) et niveau 100 c (Mousseau).

La période qui va du sommet de la sous-zone à Convergents au sommet de la sous-zone à Macrescens est donc marquée par :

- la généralisation de la sédimentation dans ce secteur mais aussi la faible épaisseur des dépôts.

Une telle généralisation de la sédimentation semble corrélative de la hausse relative du niveau marin reconnue aussi par M. Rioult *et al.*, (1991) à cette époque. Le cortège transgressif qui débute avec la sous-zone à Convergents se terminerait par une surface d'inondation maximale au sommet de la sous-

zone à Macrescens. De ce fait, les surfaces de discontinuité qui se trouvent à la base des dépôts bathoniens à Nevers, Saint-Benin-d'Azy et au Mousseau, et rapportées à une même limite de séquence, représentent aussi des surfaces de transgression, la plus précoce de ces surfaces se situant au sommet du banc 47, dans le gisement de la Loire.

On peut encore remarquer :

- que les dépôts, peu épais pendant le maximum de transgression, sont plutôt carbonatés: cela traduit une baisse des apports détritiques (Rioult *et al.* ; 1991) ;

- que dans le "sillon de la Loire", les fossiles sont pyritisés, ce qui semble indiquer une certaine anoxie. La persistance d'une paléoprosfondeur plus importante que sur la plate-forme serait à l'origine de ce confinement local.

Sous-zone à Recinctus - sous- zone à Tenuiplicatus

Pendant la première sous-zone, la sédimentation, bien que plus argileuse, reste faible sur l'ensemble des sites étudiés. En deux endroits (Loire et Mousseau), on a noté une surface de discontinuité au sommet des couches datées de la sous-zone à Recinctus.

Durant la période qui suit (sous-zone à Tenuiplicatus), on constate, que dans tous les gisements, la sédimentation est nettement plus marneuse et plus épaisse et qu'un brutal changement s'est produit à la limite des sous-zones à Recinctus et à Tenuiplicatus. D'après M. Rioult *et al.* (1991), le sommet du Bathonien inférieur correspondrait, comme dans le Jura, à une période de haut niveau marin relatif ; si cela est exact, les surfaces de discontinuités observées dans la Loire et au Mousseau pourraient correspondre à des surfaces basales de progradation.

Synthèse

L'histoire de la sédimentation dans le Nivernais au passage Bajocien - Bathonien peut donc se résumer en trois étapes :

- A la fin du Bajocien supérieur (sous-zone à Bomfordi) et à l'extrême base du Bathonien (base de la sous-zone à Convergents), la sédimentation est localisée à la région de la Loire qui joue localement le rôle d'un bassin où se déposent des sédiments en régime de bas niveau marin relatif. Sur les autres sites (Nevers, Saint-Benin-d'Azy et le Mousseau), la sédimentation est absente au-dessus d'une surface de discontinuité antérieure à la sous-zone à Bomfordi

- Au début du Bathonien inférieur (de la sous-zone à Convergents à la sous-zone à Recinctus), la sédimentation reprend sur la plate-forme et le maximum de transgression se situe soit au sommet de la sous-zone à Macrescens soit à la base de la sous-zone à Recinctus. Cette intervalle coïncide aussi avec une nette réduction des apports sédimentaires et l'apparition de niveaux très fossilifères. De plus, bien que la sédimentation soit alors généralisée, on constate que les différences de profondeur entre la plate-forme et le "sillon de la Loire" se maintiennent.

- Pendant la sous-zone à Tenuiplicatus, le taux de sédimentation est encore plus important et les faciès plus argileux s'uniformisent et s'étendent sur l'ensemble de la zone étudiée.

On notera que notre interprétation est différente de celle proposée par J.P. Gely et J. Lorenz en 1991 pour le Jurassique du sondage de Couy (situé à environ 25 km au nord-ouest de Nevers). Pour ces auteurs, de la base de la zone à Parkinsoni (sous-zone à Acris) aux niveaux situés juste au dessus de la sous-zone à Macrescens (zone à Zigzag), il n'y a qu'une seule séquence qui débute par une période de bas niveau marin et se termine par une période de haut niveau marin. Dans cette interprétation, la sous-zone à Bomfordi correspond à une "période de transgression maximale à vitesse de sédimentation minimale" (Gely et Lorenz, 1991, p. 350). On peut aussi se demander si la diminution concomitante de la résistivité et de la vitesse de transmission sonique qui s'observe dans le sondage de Couy vers -145 m (Gely et Lorenz, planche p. 353, 1991) n'est pas la trace de la discontinuité que nous proposons à la base de la sous-zone à Bomfordi.

Conclusion

L'étude détaillée de plusieurs coupes situées dans le Nivernais a permis d'établir une biochronologie détaillée, de proposer des corrélations précises et fiables et de confirmer l'existence d'une paléo-

pographie bien structurée à la limite Bajocien/Bathonien. De plus, l'application des concepts de la stratigraphie séquentielle à la série nivernaise a montré que les épisodes eustatiques reconnus dans le Nivernais à cette époque sont concordants avec ceux reconnus par M. Rioult *et al.* (1991), en Normandie.

L'étude paléontologique a confirmé que les faunes nectoniques (ammonoïdés) prédominaient, à l'inverse des faunes benthiques, dans les régions les plus profondes. L'homogénéisation des peuplements (oursins dominants) dans la sous-zone à *Recinctus* s'accorde bien avec une période de transgression maximale.

Références

- ARKELL W.J. (1951-1959). – A monograph of the English Bathonian ammonites. *Palaeont. Soc. London*, 104-112.
- CARIOU E., CONTINI D., DOMMERMES J.-L., ENAY R., GEYSSANT J.R., MANGOLD C., THIERRY J. (1985). – Biogéographie des Ammonites et évolution structurale de la Téthys au cours du Jurassique. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 8, 1, pp. 679-697.
- DASSE J. (1914). – Les environs de Pougues. *Bull. Soc. nivernaise Lett. Sci. Arts*, 25, pp. 45-115.
- DEBRAND-PASSARD S., GROS Y., LABLANCHE G., MENOT J.C. (1992). – Age, genèse et évolution du fossé de la Loire : nouvelle approche stratigraphique, morphologique et structurale. *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, 29, 4, pp. 63-74.
- DELANCE J.-H., LAURIN B., MARCHAND D. (1979). – Observations sur la stratigraphie du Bathonien et du Callovien inférieur dans la région de Saint-Benin-d'Azy (Nièvre). *Bull. sci. Bourg.*, 32, 2, pp. 71-95.
- DIETL G., HUGGER R., SCHAAF D. (1983). – Die Lage der Bajocium / Bathonium - Grenze (Mittlerer Jura) in der südwestlichen Schwäbischen Alb, SW-Deutschland. *Jh. Ges. Naturkde. Württ.*, 138, pp. 75-84.
- EBRAY T. (1862a). – Etudes géologiques sur le Département de la Nièvre. J.B. Baillière et fils, Paris, 372 p.
- EBRAY T. (1862b). – Réunion extraordinaire à Nevers (Nièvre). *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2, 15, pp. 665-794.
- GELY J.P., LORENZ J. (1991). – Analyse séquentielle du Jurassique (Hettangien à Callovien) du sondage de Couy (Bassin Parisien). *C. R. Acad. Sci. Fr.*, 2, 313, pp. 347-353.
- GROSSOUVRE A. de (1895). – Sur l'oolithe inférieure du bord méridional du Bassin de Paris. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3, 13, pp. 355-411.
- GROSSOUVRE A. de (1918). – Bajocien - Bathonien dans la Nièvre. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3, 16, pp. 337-459.
- HAHN W. (1968). – Die Oppellidæ Bonarelli und Haploceratidæ Zittel (Ammonoidea) des Bathoniums im südwestdeutschen Jura. *Jh. geol. Landesamt Baden-Württ.*, 10, pp. 7-72.
- HAHN W. (1969). – Die Perisphinctidæ Steinmann (Ammonoidea) des Bathoniums (Brauner Jura) im südwestdeutschen Jura. *Jh. geol. Landesamt Baden-Württ.*, 11, pp. 29-86.
- HAHN W. (1970). – Die Parkinsoniidæ S. Buckman und Morphoceratidæ Hyatt (Ammonoidea) des Bathoniums (Brauner Jura) im südwestdeutschen Jura. *Jh. geol. Landesamt Baden-Württ.*, 12, pp. 7-62.
- HAHN W. (1971). – Die Tulitidæ S. Buckman, Sphaeroceratidæ S. Buckman und Clydoniceratidæ S. Buckman (Ammonoidea) des Bathoniums (Brauner Jura epsilon) im südwestdeutschen Jura. *Jh. geol. Landesamt Baden-Württ.*, 13, pp. 55-122.
- INNOCENTI M., MANGOLD C., PAVIA G., TORRENS H.S. (1990). – A proposal for the formal ratification of the basal boundary stratotype of the Bathonian stage based on a Bas Auran section (S.E. France). *2nd Intern. Symp. Jurass. Stratigr.*, Lisboa 1988, Symp. vol. 1 (1989), pp. 333-346.
- LEFORT F. (1895). – Faibles et géogénie d'après des observations et des découvertes faites dans le Nivernais. Malleval, Clermont-Ferrand, 259 p.
- MANGOLD C. (1970). – Morphoceratidæ (Ammonitina, Perisphinctacea) bathoniens du Jura méridional, de la Nièvre et du Portugal. *Geobios*, 3, 1, pp. 43-130.
- MANGOLD C. (1971a). – Stratigraphie des étages Bathonien et Callovien du Jura méridional. *Doc. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, 41, 1, 379 p.
- MANGOLD C. (1971b). – Les Perisphinctidæ (Ammonitina) du Jura méridional au Bathonien et au Callovien. *Doc. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, 41, 2, 246 p.
- MANGOLD C. (1990). – Le Bathonien du Cap Mondego (N de Figueira da Foz, Portugal) : biochronologie et corrélations. *Cahiers Univ. Catho. Lyon, sér. Sci.*, 4, pp. 89-105.
- MANGOLD C., ENAY R., DOMINON P. (1964). – Note préliminaire sur le Bathonien inférieur du Bugey (Jura méridional). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), 6, pp. 529-534.
- MANGOLD C., ELMIS S., GABILLY J. (1971). – Bathonien. In: Mouterde *et al.*, Les zones du Jurassique en France. *C.R.som. Soc. géol. Fr.*, 2, pp. 88-91.
- MOUTERDE R. (1953). – Etudes sur le Lias et le Bajocien des bordures Nord et Nord-Est du Massif central français. *Bull. Carte géol. Fr.*, 236, 50, 458 p.

- PERRAUDIN J.-C. (1971). – Etudes géologiques sur le Nivernais : les formations bajociennes, les limites du Bathonien. Thèse 3^e cycle. Univ. de Dijon (ronéo.), 88 p.
- RIOULT M., DUGUÉ O., JAN DU CHÊNE R., PONSOT C., FILY G., MORON J.-M., VAIL P.R. (1991). – Outcrop sequence stratigraphy of the Anglo-Paris Basin, Middle to Upper Jurassic (Normandy, Maine, Dorset). *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf Aquitaine*, **15**, 1, pp. 101-194.
- STURANI C. (1966). – Ammonites and stratigraphy of the Bathonian in the Digne-Barrême area (South Eastern France). *Boll. Soc. Pal. Ital.*, **5**, 1, pp. 3-57.
- TINTANT H., FEUILLÉE P. (1973). – Stratigraphie et sédimentologie du Jurassique en Côte-d'Or. Livret-guide 6^{ème} excursion annuelle du Groupe Français d'Etude du Jurassique. Institut des Sciences de la Terre, Dijon. 53 p.
- TORRENS H.S. (1974). – Standard zones of the Bathonian. *Mém. BRGM, Fr.*, n° 75, pp. 581-604.
- TORRENS H.S. (1980). – Bathonian correlation chart. In : Cope J.W.C., 1980, A correlation of Jurassic rocks in the British Isles. *Geol. Soc.*, spec. rep., **15**, pp. 21-45.
- TORRENS H.S. (1987). – Ammonites and stratigraphy of the Bathonian rocks in the Digne-Barrême area (South Eastern France, dépt. Alpes-de-Haute-Provence). *Boll. Soc. Pal. Ital.*, **26**, 1-2, pp. 93-108.
- VAIL P.R., COLIN J.-P., JAN DU CHÊNE R., KUCHLY J., MEDIAVILLA F., TRIFILIEF V. (1987). – La stratigraphie séquentielle et son application aux corrélations chronostratigraphiques dans le Jurassique du Bassin de Paris. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (8), **3**, pp. 1301-1321.

PLANCHE 1

Fig. 1. – *Parkinsonia (Parkinsonia) parkinsoni* (Sow.). Bajocien supérieur, zone à Parkinsoni, sous-zone à Bomfordi. Gisement SN 301, niveau 37. Grossissement : $\times 0,62$. Collection I.S.T. Dijon.

Fig. 2. – *Parkinsonia (Parkinsonia) complanata* Nicolesco. Bajocien supérieur, zone à Parkinsoni, sous-zone à Bomfordi. Gisement SN 301, niveau 39. Grossissement : $\times 0,50$. Collection Tréhour n° T687. Dépôt : I.S.T. Dijon. (Individu avec le début de l'apophyse jugale)

Fig. 3. – *Parkinsonia (Parkinsonia) cf. bomfordi* Arkell. Bajocien supérieur, zone à Parkinsoni, sous-zone à Bomfordi. Gisement SN 301, niveau 43. Grossissement : $\times 1$. Collection I.S.T. Dijon.

Fig. 4. – *Parkinsonia (Parkinsonia) cf. bomfordi* Arkell. Bajocien supérieur, zone à Parkinsoni, sous-zone à Bomfordi. Gisement SN 301, niveau 39. Grossissement : $\times 0,65$. Collection Tréhour n° T688. Dépôt : I.S.T. Dijon.

Fig. 5. – *Parkinsonia (Parkinsonia) cf. pachypleura* Oppel. Bathonien inférieur, zone à Zigzag, sous-zone à Convergents. Gisement SN 301, niveau 47. Grossissement : $\times 1$. Collection I.S.T. Dijon.

PLATE 1

Fig. 1. – *Parkinsonia (Parkinsonia) parkinsoni* (Sow.). Upper Bajocian, Parkinsoni zone, Bomfordi subzone. Locality SN 301, level 37. I.S.T. collection, Dijon ($\times 0.62$).

Fig. 2. – *Parkinsonia (Parkinsonia) complanata* Nicolesco. Upper Bajocian, Parkinsoni zone, Bomfordi subzone. Locality SN 301, level 39. Tréhour collection n° T687, I.S.T., Dijon (specimen with the beginning of a jugal apophysis) ($\times 0.50$).

Fig. 3. – *Parkinsonia (Parkinsonia) cf. bomfordi* Arkell. Upper Bajocian, Parkinsoni zone, Bomfordi subzone. Locality SN 301, level 43. I.S.T., Dijon ($\times 1$).

Fig. 4. – *Parkinsonia (Parkinsonia) cf. bomfordi* Arkell. Upper Bajocian, Parkinsoni zone, Bomfordi subzone. Locality SN 301, level 39. Tréhour collection, No T688, I.S.T., Dijon ($\times 0.65$).

Fig. 5. – *Parkinsonia (Parkinsonia) cf. pachypleura* Oppel. Lower Bathonian, Zigzag zone, Convergents subzone. Locality SN 301, level 47. I.S.T. collection, Dijon ($\times 1$).

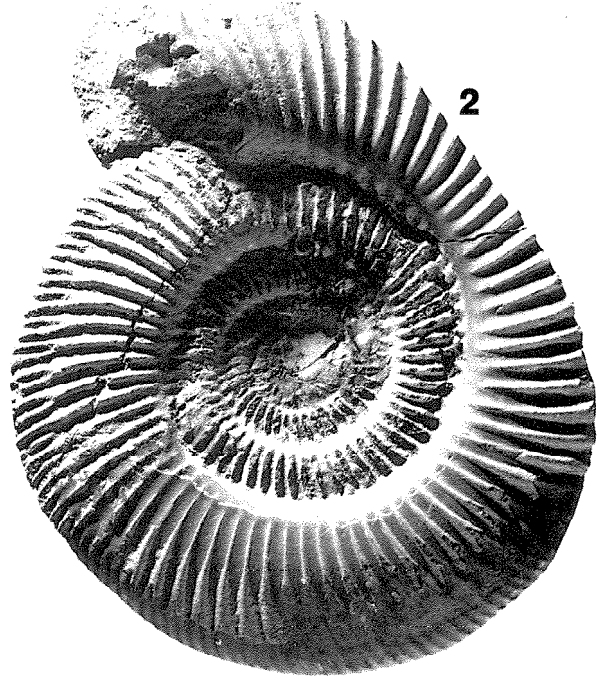


PLANCHE 2

Fig. 1. – *Parkinsonia (Parkinsonia) cf. bomfordi* Arkell. Bajocien supérieur, zone à Parkinsoni, sous-zone à Bomfordi. Gisement SN 301, niveau 37. Grossissement : $\times 1$. Collection I.S.T. Dijon. (Individu avec le début de l'apophyse jugale).

Fig. 2. – *Oxycerites fallax* Guéranger. Bathonien inférieur, zone à Zigzag, sous-zone à Macrescens. Gisement SN 301, niveau 48. Grossissement : $\times 1$. Collection Tréhour n° T1726. Dépôt : I.S.T. Dijon.

Fig. 3. – *Oxycerites seebachi* Wetzel. Bathonien inférieur, zone à Zigzag, sous-zone à Macrescens. Gisement SN 301, niveau 48. Grossissement : $\times 1$. Collection Tréhour n° T1727. Dépôt : I.S.T. Dijon.

Fig. 4. – *Oxycerites limosus* Buckman. Bathonien inférieur, zone à Zigzag, sous-zone à Macrescens. Gisement SN 301, niveau 48. Grossissement : $\times 1$. Collection Tréhour n° T899. Dépôt : I.S.T. Dijon. (Individu avec l'apophyse jugale).

Fig. 5. – *Oocotraustes decipiens* de Grossouvre. Bathonien inférieur, zone à Zigzag, sous-zone à Macrescens. Gisement SN 301, niveau 48. Grossissement : $\times 1$. Collection Tréhour n° T1728. Dépôt : I.S.T. Dijon.

Fig. 6. – *Paroecotraustes angustoides* Elmi. Bathonien inférieur, zone à Zigzag, sous-zone à Macrescens. Gisement SN 301, niveau 48. Grossissement : $\times 1$. Collection Tréhour n° T488. Dépôt : I.S.T. Dijon. (Individu avec l'apophyse jugale).

Fig. 7. – *Planisphinctes acurvatus* Wetzel. Bathonien inférieur, zone à Zigzag, sous-zone à Macrescens. Gisement SN 301, niveau 48. Grossissement : $\times 1$. Collection Tréhour n° T175. Dépôt : I.S.T. Dijon.

Fig. 8. – *Ebrayiceras sulcatum* Zieten. Bathonien inférieur, zone à Zigzag, sous-zone à Macrescens. Gisement SN 301, niveau 48. Grossissement : $\times 1$. Collection Tréhour n° T1733. Dépôt : I.S.T. Dijon. (Individu avec l'apophyse jugale).

Fig. 9. – *Cadomites (Cadomites) exstinctus* (Qu). Bathonien inférieur, zone à Zigzag, sous-zone à Macrescens. Gisement SN 301, niveau 48. Grossissement : $\times 1$. Collection Tréhour n° T724. Dépôt : I.S.T. Dijon.

Fig. 10. – *Morphoceras macrescens* Buckman. Bathonien inférieur, zone à Zigzag, sous-zone à Macrescens. Gisement SN 301, niveau 48. Grossissement : $\times 1$. Collection Tréhour n° T1742. Dépôt : I.S.T. Dijon.

Fig. 11. – *Siemiradzka aurigerus* de Grossouvre. Bathonien inférieur, zone à Aurigerus, sous-zone à Recinctus. Gisement SN 301, niveau 49. Grossissement : $\times 1$. Collection Tréhour n° T435. Dépôt : I.S.T. Dijon.

Fig. 12. – *Siemiradzka aurigerus* de Grossouvre. Bathonien inférieur, zone à Aurigerus, sous-zone à Recinctus. Gisement SN 301, niveau 50. Grossissement : $\times 1$. Collection Tréhour n° T441. Dépôt : I.S.T. Dijon.

PLATE 2

Fig. 1. – *Parkinsonia (Parkinsonia) cf. bomfordi* Arkell. Upper Bajocian, Parkinsoni zone, Bomfordi subzone. Locality SN 301, level 37. I.S.T. collection, Dijon (specimen with the beginning of a jugal apophysis) ($\times 1.00$).

Fig. 2. – *Oxycerites fallax* Guéranger. Lower Bathonian, Zigzag zone, Macrescens subzone. Locality SN 301, level 48. Tréhour collection n° T1726, I.S.T., Dijon ($\times 1.00$).

Fig. 3. – *Oxycerites seebachi* Wetzel. Lower Bathonian, Zigzag zone, Macrescens subzone. Locality SN 301, level 48. Tréhour collection n° T1727, I.S.T., Dijon ($\times 1.00$).

Fig. 4. – *Oxycerites limosus* Buckman. Lower Bathonian, Zigzag zone, Macrescens subzone. Locality SN 301, level 48. Tréhour collection n° T899, I.S.T., Dijon (specimen with jugal apophysis) ($\times 1.00$).

Fig. 5. – *Oocotraustes decipiens* de Grossouvre. Lower Bathonian, Zigzag zone, Macrescens subzone. Locality SN 301, level 48. Tréhour collection n° T1728, I.S.T., Dijon ($\times 1.00$).

Fig. 6. – *Paroecotraustes angustoides* Elmi. Lower Bathonian, Zigzag zone, Macrescens subzone. Locality SN 301, level 48. Tréhour collection n° T488, I.S.T., Dijon (specimen with jugal apophysis) ($\times 1.00$).

Fig. 7. – *Planisphinctes acurvatus* Wetzel. Lower Bathonian, Zigzag zone, Macrescens subzone. Locality SN 301, level 48. Tréhour collection n° T175, I.S.T., Dijon ($\times 1.00$).

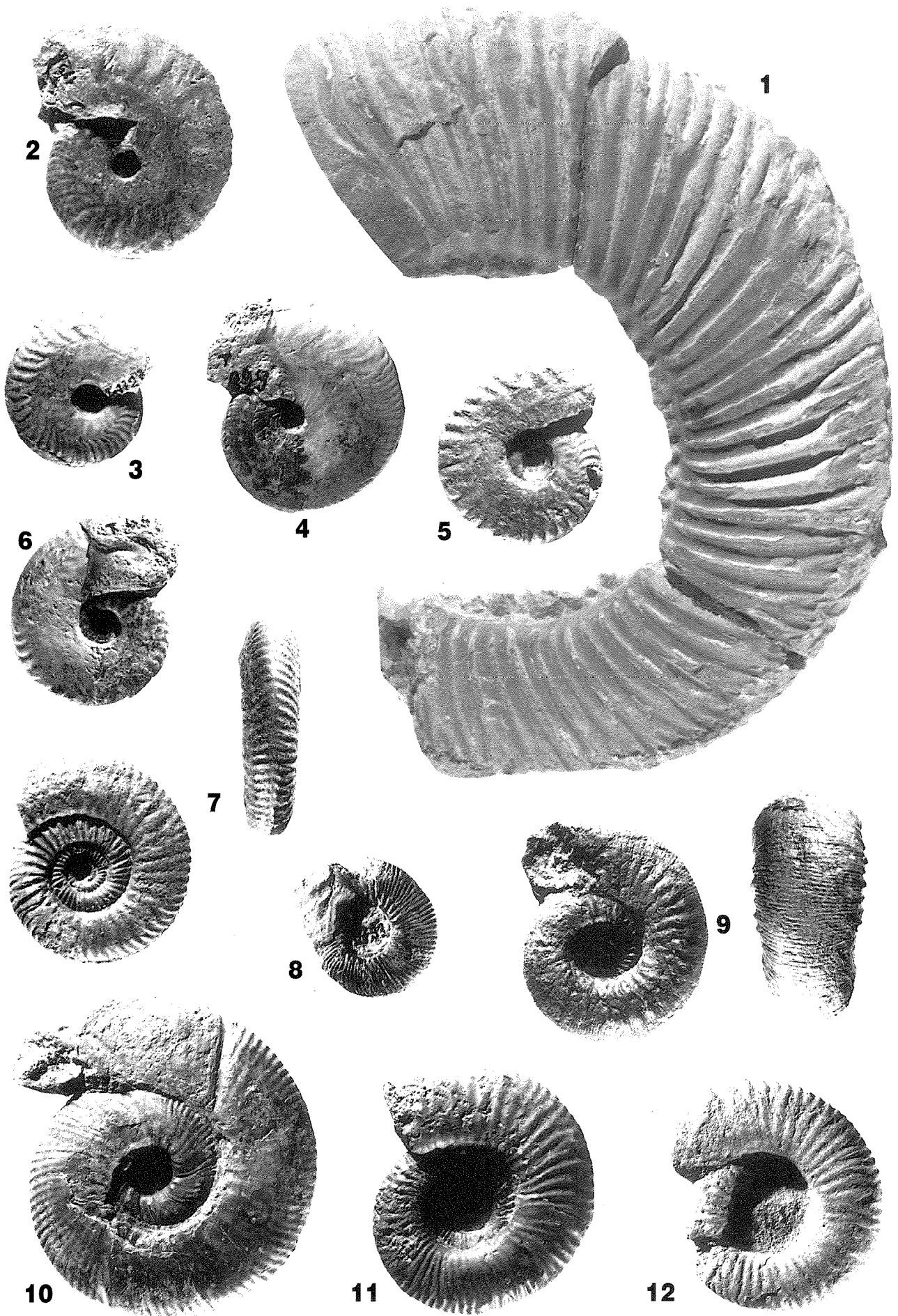
Fig. 8. – *Ebrayiceras sulcatum* Zieten. Lower Bathonian, Zigzag zone, Macrescens subzone. Locality SN 301, level 48. Tréhour collection n° T1733, I.S.T., Dijon (specimen with jugal apophysis) ($\times 1.00$).

Fig. 9. – *Cadomites (Cadomites) exstinctus* (Qu). Lower Bathonian, Zigzag zone, Macrescens subzone. Locality SN 301, level 48. Tréhour collection n° T724, I.S.T., Dijon ($\times 1.00$).

Fig. 10. – *Morphoceras macrescens* Buckman. Lower Bathonian, Zigzag zone, Macrescens subzone. Locality SN 301, level 48. Tréhour collection n° T1742, I.S.T., Dijon ($\times 1.00$).

Fig. 11. – *Siemiradzka aurigerus* de Grossouvre. Lower Bathonian, Aurigerus zone, Recinctus subzone. Locality SN 301, level 49. Tréhour collection n° T435, I.S.T., Dijon ($\times 1.00$).

Fig. 12. – *Siemiradzka aurigerus* de Grossouvre. Lower Bathonian, Aurigerus zone, Recinctus subzone. Locality SN 301, level 50. Tréhour collection n° T441, I.S.T., Dijon ($\times 1.00$).



N° 1 - 1994

Le Protérozoïque terminal et le Paléozoïque de l'archipel de Saint-Pierre-et-Miquelon, par **D. Rabu, J.J. Chauvel**, avec la collaboration de **C. Alsac, M.-P. Dabard, T.P. Fletcher, C. Guerrot, G.-L. Pillola, M. Tegye, D. Thiéblemont** 3

Notes brèves :

- Age anté-quartenaire des grésifications des sables de Fontainebleau (Stampien) au sommet de la butte de Trin (Seine-et-Marne, bassin de Paris), par **Y. Dewolf, P. Freytet, A. Plet** avec la collaboration de **A. Couradin, F. Sylvestre** 52
- Découverte de fossiles dévoniens dans la série attribuée au Paléozoïque inférieur des Pyrénées orientales (massif des Aspres), par **F. Llac, F. Lethiers, H. Lardeux** 57

N° 2 - 1994

La caldeira du Montc Cinto : établissement du log détaillé des formations volcaniques permo-triasiques de la vallée de l'Asco (Haute Corse), par **J.P. Mercury, B. Bonin, J.-M. Bardintzeff, B. Platevoet** 3

Apport du canal moyen infrarouge (1,55-1,75 µm) à la cartographie géologique en milieu couvert : la région d'Elven, Bretagne, par **G. Delpont, J.-F. Desprats, F. Girault** 21

Première description d'une coupe dans la localité aturienne de Tercis (Landes) : contribution à l'étude de la limite Campanien-Maastrichtien, par **G.S. Odin, P. Odin** 31

Carte géomorphologique de la France à 1/1 000 000, par **F. Joly** 39

Inventaire international des thèses et diplômés concernant la Géologie de la France et des régions voisines, par **G. Sustrac**, avec l'appui de **M. Kluyver** pour les versions anglaises et de **C. Cavelier** pour l'organisation thématique 45

- Socle hercynien 46
- Chaînes alpines et bassins sédimentaires 54
- DOM-TOM 80
- Rubrique générale 84

N° 3 - 1994

Le Paléozoïque anté-varisque de France, contexte paléogéographique et géodynamique, par **M. Robardet, J. Verniers, R. Feist, F. Paris** 3

Syn- to post-thickening extension in the Variscan Belt of Western Europe: Modes and structural consequences, par **J.P. Burg, J. Van den Driessche, J.P. Brun** 33

Les méta-péridotites de La Bessenois (Massif central). Nature et signification géodynamique, par **M. Couturier, P. Monchoux, D. Santallier** 53

Faunes d'ammonites et interprétation des successions sédimentaires du Campanien-Maastrichtien sous-pyrénéen (Ariège, Haute-Garonne). Réfutation d'un modèle fondé sur des âges numériques hypothétiques, par **M. Bilotte** 70

N° 4 - 1994

Sedimentology of Lower Ordovician clastic shelf deposits, Montagne Noire (France), par **N. Noffke, E. Nitsch** 3

Neuf coupes à travers le massif de l'Aston, par **M. Besson** 21

Un fleuve yprésien du Berry à la Vendée, témoin de l'évolution paléogéographique et tectonique du Centre-Ouest de la France au Cénozoïque, par **G. Godard, M. Chevalier, P. Boutou, B. Mouroux** 35

Notes brèves :

- Un (para) stratotype du Danien : le "Calcaire Pisolithique" de Lavertines (Oise), par **G. Bignot** 57
- Découverte d'un épisode marin oligocène inférieur dans la série paléogène lacustre à fluviale du bassin du Puy-en-Velay (Haute-Loire), par **M. Turland, P. Marteau, J. Jouval, C. Monciardini** 63