

L'évolution des peuplements d'ammonites au cours de l'Oxfordien inférieur (Zone à Mariae et Zone à Cordatum) du Jura (Est de la France)

Rémi JARDAT¹

Résumé : L'étude de plus de 40 coupes entaillant les "marnes à *Creniceras renggeri*" du Jura français (Oxfordien inférieur) a permis :

- un découpage biostratigraphique fin, soit 16 peuplements successifs, stables à l'échelle de tout le secteur géographique étudié ;
- la corrélation de ces peuplements avec la zonation adoptée par le Groupe Français d'Étude du Jurassique ainsi qu'avec les séries du sud de l'Angleterre (Weymouth) et de la Pologne (région de Cracovie) ;
- une approche autécologique et synécologique des faunes du Jura ;
- leur interprétation en termes de paléoprofondeur et de stratigraphie séquentielle.

Les principaux résultats obtenus sont :

- l'individualisation de la Sous-zone à Costicardia ;
- la validation de la subdivision de la Zone à Mariae proposée par FORTWENGLER et MARCHAND (1994), mettant notamment en évidence un horizon à *woodhamense* surmontant un horizon à *scarburgense* ;
- la subdivision de l'horizon à *woodhamense* en deux unités : l'une à *woodhamense s. s.* surmontée d'une autre unité où abonde la var. *woodhamense normandiana* (SPATH) ;
- la mise en évidence d'une corrélation entre des unités tectoniques de part et d'autre de l'accident de Salins et certaines caractéristiques des peuplements d'ammonites ;
- l'identification de cinq épisodes d'évolution régionale de la paléoprofondeur pour l'ensemble du Jura qui pourraient être interprétées comme des unités séquentielles : un épisode d'approfondissement entre l'horizon à *scarburgense* et l'horizon à *praemartini* inclus, une stabilisation du niveau marin pendant l'horizon à *alphacordatum*, une légère tendance régressive au cours de l'horizon à *praecordatum*, une nouvelle stabilisation depuis la Sous-zone à Bukowskii jusqu'à la Sous-zone à Costicardia, et une nouvelle inversion de tendance au cours de la Sous-zone à Cordatum.

Mots-Clefs : Oxfordien inférieur ; ammonites ; biostratigraphie fine ; stratigraphie séquentielle ; autoécologie ; synécologie.

Citation : JARDAT R. (2010).- L'évolution des peuplements d'ammonites au cours de l'Oxfordien inférieur (zone à Mariae et zone à Cordatum) du Jura (Est de la France).- [Carnets de Géologie / Notebooks on Geology](#), Brest, Article 2010/07 (CG2010_A07)

Abstract: The evolution of ammonite associations during the Early Oxfordian (Mariae and Cordatum zones) in the Jura area (eastern France).- The study of more than 40 sections in the "*Creniceras renggeri* marls" of the French Jura Range (Lower Oxfordian) has found:

- a precise biostratigraphic subdivision of 16 successive populations or associations which appears to be stable over the whole geographic area concerned;
- the correlation of these populations with the Lower Oxfordian zones of the GFÉJ (French Research Jurassic Group) and with those of southern England (Weymouth) and Poland (Cracow area);
- an autecologic and synecologic analysis of Oxfordian ammonite associations in the Jura Mountains;
- an interpretation of these faunas in terms of palaeo-depth and sequence stratigraphy units.

The main results of the study are the following:

- identification of the Costicardia Subzone;
- validation of the subdivision of the Mariae Zone established by FORTWENGLER and MARCHAND (1994), with a *woodhamense* horizon above a *scarburgense* horizon;
- division of the *woodhamense* horizon into two units: the lower one is the *woodhamense s.s.* unit and the upper one includes abundant specimens of *woodhamense* var. *normandiana* SPATH;
- correlation of tectonic units on either side of the Salins fault and of some characteristics of the ammonite populations;
- identification of five steps of changes in depth in the Jura area which may be interpreted as sequence stratigraphic units: a first episode of deepening during the period bounded by the

¹ 29 rue Sainte Colombe 94 800 Villejuif (France) ;
14A Parc des grands prés 25 720 Avanne-Aveney (France)
remi.jardat@orange.fr
Manuscrit en ligne depuis le 22 Novembre 2010

scarburgense and *praemartini* horizons, an episode of stability bounded by the beginning and the end of the *alphacordatum* horizon, a slight regressive trend that lasted throughout the duration of the *praecordatum* horizon, a second episode of stability that persisted from the Bukowskii Subzone to the Costicardia Subzone, and a third deepening trend during the existence of the Cordatum Subzone.

Key Words: Lower Oxfordian; ammonites; high-resolution biochronostratigraphy; sequence stratigraphy; autoecology.

Introduction

Depuis les travaux de P. de LORIOLE et GIRARDOT (1900, 1902), les séries du Jura, datées de l'Oxfordien inférieur, ont été revues à l'occasion d'études consacrées à l'étage Oxfordien dans son ensemble (ENAY, 1966). Depuis, la biostratigraphie fine de l'Oxfordien inférieur a été affinée par toute une série de travaux, parmi lesquels on peut citer, principalement : MARCHAND (1986), FORTWENGLER (1989), FORTWENGLER et MARCHAND (1994), FORTWENGLER *et alii* (1997). Ces auteurs ont proposé de subdiviser la Zone à Mariae en six biohorizons, qui ont été acceptés comme standards pour l'Europe occidentale (GFÉJ, 1997). Plus récemment, l'étude de la coupe de Crotenay (département du Jura, France, COURVILLE *et alii*, 2000) a permis de reconnaître la totalité de ces horizons dans la chaîne du Jura.

À partir de l'an 2000, j'ai entrepris l'étude de la formation des marnes à fossiles pyriteux ou "Marnes à Renggeri", datées de l'Oxfordien inférieur sur l'ensemble de la chaîne du Jura (quatre départements). J'ai récolté sur une quarantaine de coupes (Fig. 1) plusieurs dizaines de milliers d'ammonites (plus de 90.000 spécimens récoltés dont 78.000 pris en compte dans les statistiques de population ; Pls. 1 et 2) et le découpage biostratigraphique a été élaboré en coordination avec A. BONNOT, D. FORTWENGLER et D. MARCHAND. Il en résulte une coupe synthétique de l'Oxfordien inférieur du Jura valable pour la zone géographique étudiée où les marnes à *Creniceras renggeri* sont présentes (Fig. 2).

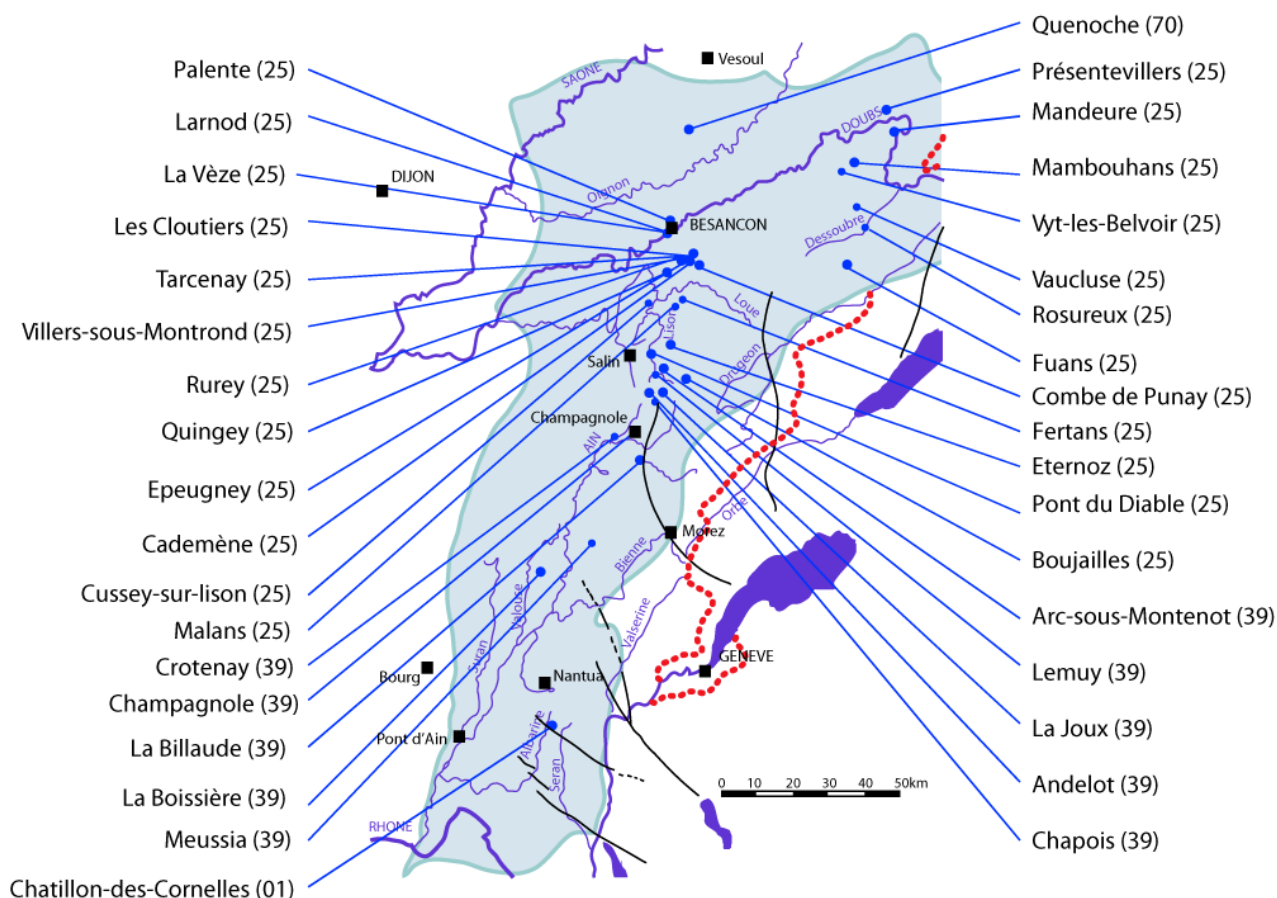


Figure 1 : Localisation des gisements.
Figure 1: Location of outcrops.

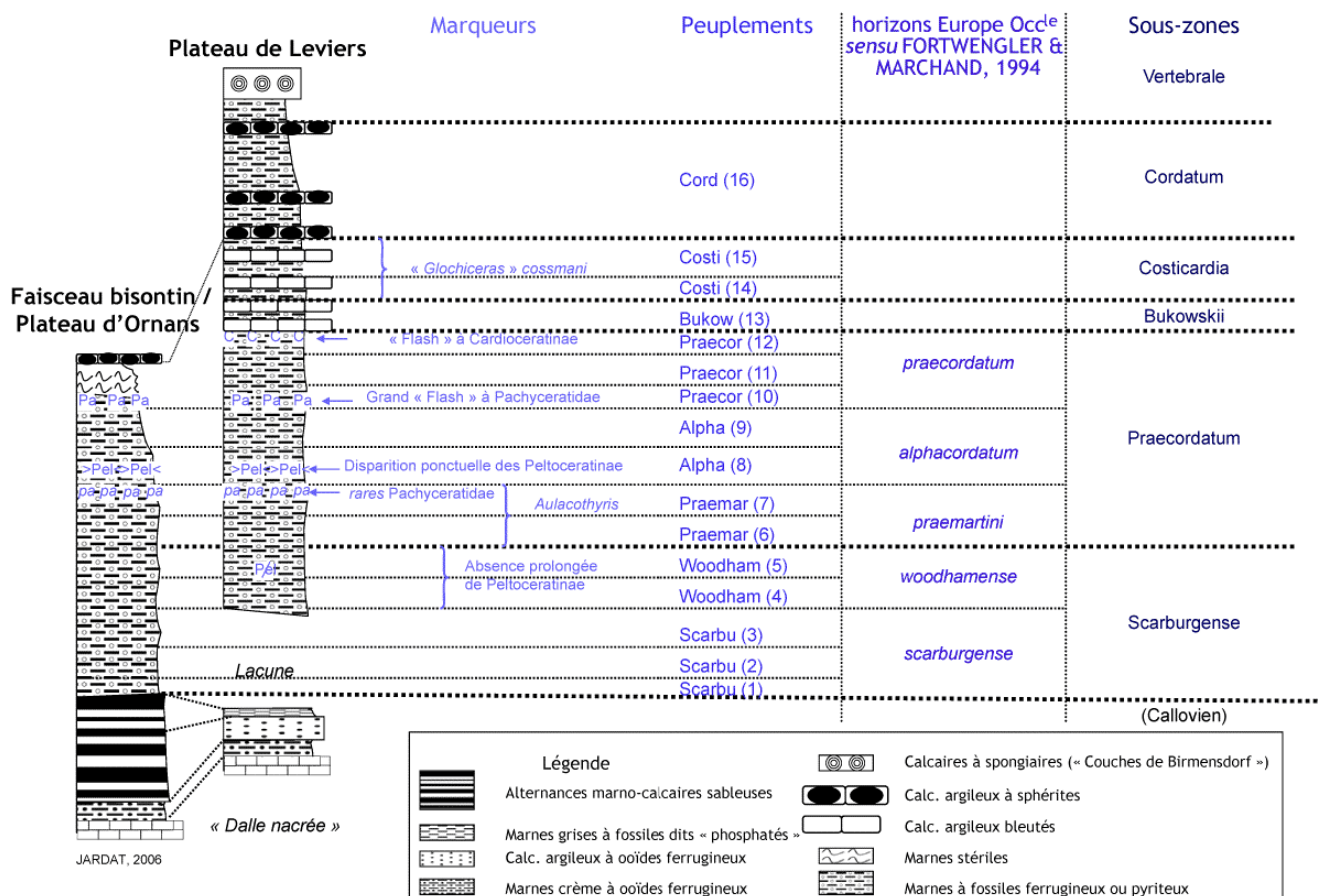


Figure 2 : Coupe-type synthétique de l'Oxfordien inférieur du Jura (les épaisseurs relatives varient selon les gisements et ne sont pas respectées).

Figure 2: Synthetic type section of the Lower Oxfordian of the Jura area (variations in the thickness of the several sections are not taken into account).

Le but de cet article est de montrer, non seulement la validité des horizons précédemment définis, mais aussi l'intérêt de l'étude des peuplements ammonitiques pour 1) affiner les découpages biostratigraphiques, 2) proposer si possible une reconstitution des paléoprofondeurs par unité paléogéographique et 3) si possible tenter de corréler les unités biostratigraphiques et celles de la stratigraphie séquentielle. Cette étude très détaillée constitue donc un test des hypothèses sur la relation entre peuplements ammonitiques et paléoprofondeurs, proposées par DEBRAND-PASSARD et MARCHAND (1979), MARCHAND (1986, 1992), et les interprétations séquentielles proposées par DARDEAU *et alii* (1994).

Méthode de travail

Au sein de chaque gisement, des récoltes ont été effectuées dans des niveaux très précis correspondant toujours à un équivalent sédimentaire inférieur à l'extension d'un horizon. Au sein de chaque horizon, cela représente de 4 à 10 prélèvements successifs : lorsque ces prélèvements sont similaires (même composition en genres et espèces, abondances relatives des divers taxons comparables), ils ont été regroupés en une population unique. Sur l'ensemble du Jura, c'est ainsi près de 120 populations diffé-

rentes qui ont été récoltées et individualisées, chacune d'entre elles renfermant de 150 à 4.000 ammonites. Une quinzaine de populations supplémentaires ne sont représentées que par un faible effectif (de 20 à 150 individus) insuffisant pour une exploitation statistique correcte.

L'analyse statistique des peuplements a été faite en adaptant au Jura les découpages taxonomiques classiquement utilisés dans les "Terres Noires" du bassin du Sud-Est par FORTWENGLER, MARCHAND et BONNOT (1997). Au sein du sous-ordre des Ammonitina, j'ai reconnu une famille (Pachyceratidae), plusieurs sous-familles (Cardioceratinae, Hecticeratinae, Perisphinctinae, Peltoceratinae, Euaspidoceratinae, Tarmelliceratinae), parfois des genres (*Trimarginites*, *Creniceras*, *Scaphitodites*, *Lissoceratoides*) ; au sein du sous-ordre des Phylloceratina, j'ai distingué le genre *Sowerbyceras* des autres taxons, regroupés en un seul ensemble (voir la légende du Tabl. 3).

N.B. : il est important de signaler qu'aucune coupe ne couvre l'ensemble de l'intervalle qui sépare l'extrême sommet du Callovien supérieur de l'extrême base de l'Oxfordien moyen. Toutefois, les coupes partielles sont nombreuses et redondantes, ce qui a permis de reconstituer la série complète par corrélations successives (voir le Tabl. 1).

sous-zones horizons peuplements	Mariae												Cordatum			
	Scarburgense					Praecordatum							Bukowskii	Costicardia	Cordatum	
	scarburgense		woodhamense			praemartini		alphacordatum		praecordatum						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
affleurements																
Présentevillers (25)																
Quenoche (70)																
Mandeure (25)																
Mambouhans (25)																
Vyt-les-Belvoir (25)																
Vaucluse (25)																
Rosureux (25)																
Palente (25) Grande marnière																
Palente Mischler																
Palente Travaux 2006																
Larnod (25)																
La Vèze (25)																
Cademène (25)																
Rurey (25)																
Rurey chantier 2006																
Epeugney (25) NE																
Epeugney SW																
Les cloutiers (25)																
Tarcenay (25) A																
Tarcenay B																
Tarcenay C																
Tarcenay D																
Tarcenay E																
Villers sous Montrond (25) NE																
Villers sous Montrond SW																
Combe de Punay (25)																
Cussey-sur-Lison (25)																
Quingey (25)																
Malans (25)																
Fuans (25)																
Eternoz (25)																
Pont du Diable (25)																
La Muy (39)																
Boujailles (39)																
Arc-sous-Montenot (25)																
Chapois (39)																
La Joux (39)																
Andelot-en-montagne (39)																
Champagnole (39)																
La Billaude (39)																
Crotenay (39)																
Meussia (39)																
La Boissière (39)																
Chatillon-des-Cornelles (01)																

Tableau 1 : Les populations successives de l'Oxfordien inférieur du Jura - Récapitulatif des populations étudiées statistiquement et des successions observées. Légende : en orange, niveau reconnu mais population faible ; en noir, population observée dans le gisement ; en bleu, populations observées en succession sur la même coupe.

Table 1: Successive populations of the Lower Oxfordian of the Jura region – A recapitulation of the populations studied statistically and their successions. Legend: orange: level recognized but population sparse, black: population in significant numbers in outcrop, blue: successive populations in one section.

Les peuplements définis

L'examen des taxons d'ammonites récoltés (Tabl. 2), ainsi que l'étude statistique des familles et sous-familles présentes, permet de distinguer 16 peuplements successifs, qui semblent relativement stables pour tout le Jura où ces niveaux ont pu être observés.

Chaque peuplement est décrit à travers les caractéristiques suivantes :

- Marqueurs spécifiques : sont signalées les espèces qui caractérisent avec certitude chaque unité biostratigraphique définie.
- Composition : sont signalées les caractéristiques de chaque peuplement en termes d'abondances relatives des différents taxons (familles, sous-familles, genres).
- Population-type : correspond à la population la plus abondante et la plus représentative du peuplement ainsi défini.

1. Sous-zone à Scarburgense

1.1 horizon à *scarburgense* (sensu FORTWENGLER et MARCHAND, 1994)

Peuplement Scarbu(1) : connu sur le seul gisement de Palente-Mischler, il se distingue de la population sus-jacente essentiellement par la présence de *Brightia* cf. *thuouxensis* (FORTWENGLER *et alii*), forme proche de l'espèce mais qui possède des côtes primaires plus resserrées et moins saillantes, associée à des *Cardioceras* cf. *paucicostatum* (LANGE).

Peuplement Scarbu(2) : ce peuplement a été reconnu dans 14 coupes. Il semble absent au Sud de l'accident de Salins, région marquée par une lacune de sédimentation à la base de l'Oxfordien inférieur (voir ENAY, 1966).

sous-zones horizons peuplements	Marieae												Cordatum			
	Scarburgense					Præcordatum							Bukowskii	Costicardia	Cordatum	
	Scarburgense		Woodhamense			Praemartini		Alphacordatum		Præcordatum						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
chrono-espèces																
Cardioceras cf. paucicostatum																
Cardioceras scarburgense																
Cardioceras var. à dâtes primaires écartées																
Cardioceras woodhamense																
Cardioceras normandiana																
Cardioceras praemartini 1																
Cardioceras praemartini 2																
Cardioceras alphacordatum																
Cardioceras præcordatum																
Cardioceras cf. bukowskii																
Cardioceras bukowskii																
Cardioceras costicardia 1																
Cardioceras costicardia 2																
Cardioceras cordatum																
"Hectioceras" coelatum																
Eocheiloceras villiersensis / hersilia																
"Hectioceras" kobyi																
Brightia cf. thuaxensis																
Brightia punctatum																
Brightia chatillonense																
Brightia cf. "bonarellii"																
Brightia socini																
Campylites sp. A																
Campylites sp. B																
Campylites raucarum																
Campylites sp. C																
Campylites sp. D																
Campylites sawageti																
"Hectioceras" baylei																
"Hectioceras" gourbinei																
Trimarginifites sp. A																
Trimarginifites villiersensis																
Trimarginifites eucharis																
Oreniceras renggeri																
Scaphitoides cf. navicula																
Scaphitoides scaphitoides																
"Glochiceras" cosmanni																
Bericeras mayeri																
Bericeras sp. A																
Bericeras sp. B																
Bericeras sp. C																
Tarameliceras sp.																
Tarameliceras sp. A																
Tarameliceras sp. B																
Tarameliceras langi / heimelei																
Tarameliceras richiei																
Tarameliceras globosum																
Sphaerodomites calcarata																
Sphaerodomites globulus																
Tarameliceras sp. D																
Tarameliceras minax																
Tarameliceras ledonicum																
Tarameliceras sp.																
Properisphinctes sp. A																
Properisphinctes bernensis																
"Perisphinctes" sp.																
Prosoisphinctes cf. girardoti																
Prosoisphinctes mathiei																
Prosoisphinctes mairiei																
Prosoisphinctes sp. A																
Prosoisphinctes cf. ledonicus																
Prosoisphinctes sp.																
Perisphinctes cf. lattingatus																
"Perisphinctes" cf. petitielci																
"Perisphinctes" petitielci																
"Perisphinctes" cf. picteti																
"Perisphinctes" picteti																
Peltoceratoides eugenii																
Peltoceratoides athletoides																
Peltoceratoides sp.																
Peltoceratoides choffati																
Peltoceratoides "araduennense"																
Peltoceratoides cf. williamsi																
Euaspidoceras armatum																
Euaspidoceras depereyi																
Euaspidoceras babeanum																
Euaspidoceras douvillei																
Euaspidoceras cf. ovale																
Euaspidoceras freei																
Euaspidoceras ovale																
Tornquistes sp. A cf. dubiensis																
Tornquistes sp. B																
Tornquistes chapuisi																
Tornquistes sp. C																
Lissoceratoides erato																
Sowerbyceras tortulicatum																
Phylloceras razi																
Phylloceras sp.																
Holcophyloceras zignodianum																
Ptychophylloceras antecedens																
Lytoceras sp.																

Tableau 2 : Associations d'ammonites des peuplements Scarbu(1) à Cord(16). Légende : en bleu, formes présentes au sein de chaque récolte significative et, en bleu clair, formes présentes mais rares.

Table 2: Ammonite associations of populations Scarbu(1) through Cord(16). Legend: in dark blue forms present in all significant collections; in light blue forms present only rarely.

Marqueurs spécifiques : *Cardioceras scarburgense* (YOUNG & BIRD), *Hecticoceras coelatum* (COQUAND), *Berniceras mayeri* (de LORIO).L).

Composition : les peuplements de cet âge sont principalement caractérisés par l'abondance des Cardioceratinae et des Peltoceratinae.

Population-type : la population d'Epeugney N1 (N = 2589 individus, Tabl. 3).

Peuplement Scarbu(3) : cette population a été reconnue dans 10 coupes. Elle n'est que sporadiquement présente au Sud de l'accident de Salins (gisements de Le Muy et Crotenay). La reprise de sédimentation à la base de l'Oxfordien semble très irrégulière à cette fine échelle de temps.

Marqueurs spécifiques : *Cardioceras scarburgense* (YOUNG & BIRD) avec certains variants proches de *Cardioceras woodhamense* (ARKELL) et variants à côtes primaires espacées. Peltoceratinae encore présents ; *Hecticoceras coelatum* a disparu.

Composition : Les peuplements de cet âge se marquent par une réduction des Cardioceratinae et Peltoceratinae, au bénéfice des Hecticoceratinae.

Population-type : La population de Tarcenay A2b (N = 2196 individus, Tabl. 3).

1.2 horizon à *woodhamense* (sensu FORTWENGLER et MARCHAND, 1994)

Peuplement Woodham(4) : ce peuplement a été bien reconnu dans 7 coupes. Il est absent dans certaines localités situées au sud de l'accident de Salins, où le niveau Woodham(5) surmonte directement la Zone à Lambert.

Marqueurs spécifiques : *Cardioceras woodhamense* (ARKELL) abondant, *Peltoceratinae* absents. *Eochetoceras villersensis* (d'ORBIGNY) et "*Hecticoceras*" *kobyi* (de LORIO).L) sont à leur acmé.

Composition : Dominance des Hecticoceratinae, qu'accompagnent des Taramelliceratinae (*Taramelliceras*) abondants. Au sein des Perisphinctinae, dominance de la lignée des "*Perisphinctes*" *petitclerci-picteti*.

Population-type : La population de Cussey-sur-Lison (N = 4287 individus, Tabl. 3).

Peuplement Woodham(5) : ce peuplement a été bien reconnu dans 5 coupes.

Marqueurs spécifiques : *Cardioceras woodhamense* cf. var. *normandiana* (SPATH), *Taramelliceras langi* (de LORIO).L), microconque de *Taramelliceras heimeii* (de LORIO).L) (MARCHAND et alii, 2002), *Berniceras* sp. nov. (forme dénommée à tort *Oppelia mayeri* in de LORIO).L, 1900). Apparition d'*Euaspidoceras depereti* (COLLOT).

Composition : Se distingue du peuplement Woodham(4) par une inversion des proportions entre Perisphinctinae et Taramelliceratinae.

Population-type : La population de La Joux

D7 (N = 2169 individus, Tabl. 3).

2. Sous-zone à *Praecordatum*

2.1 horizon à *praemartini* (sensu FORTWENGLER et MARCHAND, 1994)

Peuplement Praemar(6) : Bien représenté dans les affleurements de l'ensemble du Jura, ce peuplement a été bien reconnu dans 9 coupes.

Marqueurs spécifiques : *Cardioceras praemartini* (SPATH) formes primitives, *Taramelliceras globosum* (de LORIO).L), apparition de *Taramelliceras richei* (de LORIO).L), *Scaphitodites scaphitoides* (COQUAND), réapparition des Peltoceratinae. Apparition du genre *Prososphinctes* au sein des Perisphinctinae. Apparition du brachiopode *Aulacothyris*.

Composition : Raréfaction des Cardioceratinae, au sein desquels domine le morphe épais ; forte domination des Perisphinctinae qui atteignent leur acmé et abondance des Peltoceratinae ; nette réduction des Hecticoceratinae.

Population-type : La population de La Joux D6 (N = 1426 individus, Tabl. 3).

Peuplement Praemar(7) : Ce peuplement a été reconnu avec certitude dans 16 coupes, d'un bout à l'autre du Jura.

Marqueurs spécifiques : *Cardioceras praemartini* (SPATH) formes évoluées, *Sphaerodomitites*, *Peltoceratoides choffati* (de LORIO).L), *Trimarginites villersensis* (MAIRE non DOUVILLE), *Tornquistes dubiensis* (MAIRE).

Composition : Acmé des Taramelliceratinae, équilibre entre Hecticoceratinae, Perisphinctinae et Peltoceratinae. Cardioceratinae peu abondants, avec morphes minces plus abondants qu'au sein du peuplement précédent. Apparition fugace de Pachyceratidae (*Tornquistes dubiensis* (MAIRE)) peu avant le peuplement Alpha(8).

Population-type : La population de Tarcenay C2 (N = 1416 individus, Tabl. 3).

2.2 horizon à *alphacordatum* (sensu FORTWENGLER et MARCHAND, 1994)

Peuplement Alpha(8) : Cette population a été reconnue avec certitude dans 14 coupes ; elle semble absente au Nord de Besançon.

Marqueurs spécifiques : *Cardioceras alphacordatum* (SPATH), *Campylites rauracum* (MAYER in de LORIO).L), *Trimarginites eucharis* (d'ORBIGNY), disparition d'*Euaspidoceras depereti* (COLLOT) et de *Taramelliceras richei* (de LORIO).L), apparition de *Taramelliceras* sp. nov. et d'*Hecticoceras baylei* (COQUAND). Disparition du brachiopode *Aulacothyris*.

Composition : Permutation majeure entre les Taramelliceratinae + Peltoceratinae et les Hecticoceratinae. Inversion de tendance (augmentation) pour les Cardioceratinae.

Population-type : La population d'Andelot

BN2 (N = 2602 individus, Tabl. 3).

Peuplement Alpha(9) : Ce peuplement marque le dernier niveau à fossiles pyriteux de l'Oxfordien sur la quasi-totalité des plateaux situés au Nord de l'accident de Salins. Au-dessus, les niveaux sont stériles sur quelques mètres, avant de passer aux couches à sphérites. Il a été reconnu avec certitude sur 12 coupes.

Marqueurs spécifiques: *Cardioceras alphacordatum* (SPATH) var. à côtes primaires très espacées et saillantes, *Campylites* sp. à côtes élargies, *Taramelliceras minax* (BUKOWSKI), réapparition de *Scaphitodites scaphitoides* (COQUAND).

Composition : très similaire à Alpha(8), mais les Cardioceratinae et les Peltoceratinae augmentent légèrement et annoncent le niveau suivant.

Population-type : La population de Villers NE0 (N = 863 ammonites, Tabl. 3)

2.3 horizon à *praecordatum* (sensu FORTWENGLER et MARCHAND, 1994)

Peuplement Praecor(10) : reconnu avec certitude sur 7 coupes, situées au Sud de l'accident de Salins, à l'exception d'une mince lentille détectée à Villers-sous-Montrond.

Marqueurs spécifiques : Présence ponctuelle (en "flash") de Pachyceratidae = *Tornquistes chapuisi* (de LORIOU), *Cardioceras praecordatum* (DOUVILLE), *Campylites* à section épaisse associée à des côtes fines et nombreuses (sp. nov. ?), "*Perisphinctes*" cf. *latilingatus* (NOETLING) à tours internes épais, apparition de *Peltocera-toides williamsoni* (PHILIPS) et de *Taramelliceras* cf. *ledonicum* (de LORIOU).

Composition : La présence ponctuelle de *Tornquistes* représente 3 à 6% de la population, les Cardioceratinae se développent au détriment des Hectioceratinae et les Peltoceratinae tendent à remplacer les Perisphinctinae. Les Euaspidoceratinae sont très rares.

Population-type : La population d'Andelot CBC (N = 399 ammonites, Tabl. 3)

Peuplement Praecor(11) : reconnu avec certitude sur 5 coupes, ce peuplement ne se distingue de Praecor(10) que par la disparition quasi-complète des Pachyceratidae.

Marqueurs spécifiques: cf. Praecor(10),

Composition : Les Cardioceratinae deviennent le groupe dominant (40% à 50% de l'effectif), au seul détriment des Hectioceratinae.

Population-type : la population d'Andelot T (N = 677 ammonites, Tabl. 3).

Peuplement Praecor(12) : reconnu sur 5 coupes, ce peuplement précède de quelques décimètres le premier banc carbonaté de la série marneuse.

Marqueurs spécifiques: cf. Praecor(10), mais avec des Cardioceratinae qui annoncent *Cardio-*

ceras bukowskii (MAIRE).

Composition : Les Cardioceratinae atteignent leur acmé (2/3 de l'effectif), et les Hectioceratinae leur minimum d'abondance.

Population-type : La population d'Arc-sous-Montenot récoltée dans le dernier mètre sous le 1er banc carbonaté (N = 152 ammonites, Tabl. 3).

3. Sous-zone à Bukowskii

Peuplement Bukow(13) : Reconnu dans 3 coupes, ce peuplement n'est significatif que dans la marnière d'Arc-sous-Montenot. Il est situé entre le premier banc carbonaté signalé ci-dessus et le second banc, appelé "banc bleu" par ENAY (1966).

Marqueurs spécifiques : *Cardioceras bukowskii* (MAIRE) : disparition des morphologies "*Scarburgiceras*" dans les tours internes, ce qu'avait bien sûr déjà noté ENAY en 1966 ; *Campylites* à côtes très fines.

Composition : Domination des Cardioceratinae atténuée au profit des Taramelliceratinae ; Peltoceratinae présents et Euaspidoceratinae absents.

Population-type : La population d'Arc-sous-Montenot B1B2 (N = 765 ammonites, Tabl. 3).

4. Sous-zone à Costicardia

Peuplement Costi(14) : n'a été récolté qu'à Arc-sous-Montenot, entre le banc bleu et le banc n° 3 (ENAY, 1966).

Marqueurs spécifiques : *Cardioceras* aff. *Costicardia* (BUCKMAN), apparition de *Campylites sauvageti* (de GROSSOUVRE), "*Glochiceras*" *cossmanni* (de GROSSOUVRE), apparition d'*Euaspidoceras frei* (COLLOT).

Composition : cf. Bukow(13), mais présence des Euaspidoceratinae et apparition des "*Glochiceras*".

Population-type : La population d'Arc-sous-Montenot B2-B3 (N = 1326 ammonites, Tabl. 3).

Peuplement Costi(15) : reconnu avec certitude dans trois coupes situées sur le plateau de Leviers.

Marqueurs spécifiques : *Cardioceras costicardia* (BUCKMAN), apparition de *Creniceras crenatum* (BRUGUIERE in de GROSSOUVRE, 1922). Apparition de Perisphinctinae dont la morphologie est semblable à celle des formes de l'Oxfordien moyen.

Composition : Acmé de "*Glochiceras*" *cossmanni* (de GROSSOUVRE), disparition des Peltoceratinae et légère régression des Cardioceratinae.

Population-type : La population récoltée à Andelot-en-Montagne dans les 1,50 m situés sous les couches à sphérites (N = 475 individus, Tabl. 3).

5. Sous-zone à Cordatum

Peuplement Cord(16) : récoltée avec certitude dans la coupe d'Andelot-en-Montagne, au sein des marnes qui s'intercalent entre le 1er et le 3e banc à sphérites, ainsi qu'à La Boissière (39)

Marqueurs spécifiques : *Cardioceras cordatum* (SOWERBY) (identiques à ceux de la population d'Herznach, voir GYGI & MARCHAND, 1986), divers *Perisphinctinae*, *Euaspidoceras ovale* (NEUMANN), "*Hecticoceras*" *gourbinei* (de GROSSOUVRE), *Tornquistes* sp. semblable aux formes figurées par A. de GROSSOUVRE, 1922 (pl. XV, fig. 7), sous le nom de genre *Sphaeroceras*.

Composition : elle annonce à l'évidence les peuplements de l'Oxfordien moyen ; enrichisse-

ment massif en *Perisphinctinae* et abondance des *Lissoceratoides* ; les *Campylites* concurrencent à nouveau les *Cardioceratinae*.

Population-type : La population récoltée à Andelot-en-Montagne (N = 1148 individus, Tabl. 3).

6. Sous-zone à Vertebrale

À Andelot, le dernier banc à sphérites est surmonté de marnes renfermant *Cardioceras vertebrale* (SOWERBY) à morphologie primitive. Peu épais (1m), ce niveau marneux est lui-même surmonté directement par les faciès à spongiaires dits "Couches de Birmenstorf".

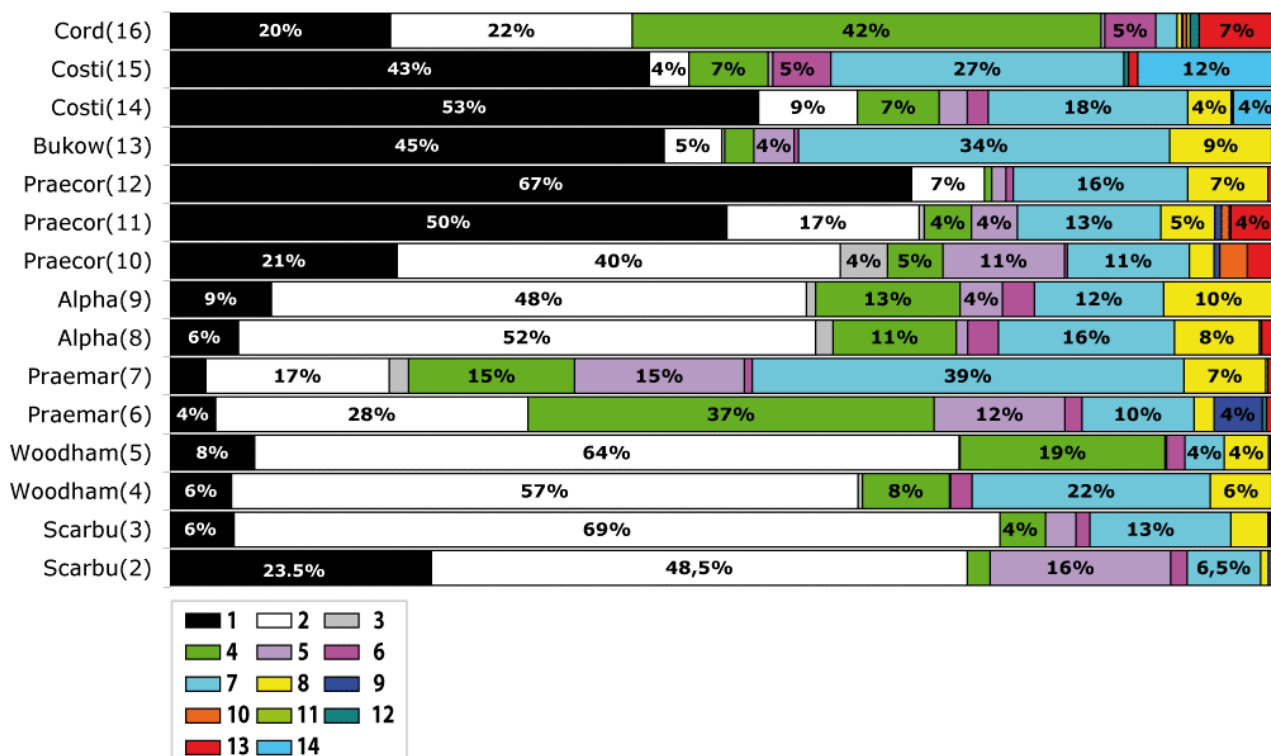


Tableau 3 : Populations types de l'Oxfordien inférieur du Jura. 1 : *Cardioceratinae*, 2 : *Hecticoceratinae* / *Ochetoceratinae*, 3 : *Trimarginites*, 4 : *Perisphinctinae*, 5 : *Peltoceratinae*, 6 : *Euaspidoceratinae*, 7 : *Taramelliceras*, 8 : *Creniceras*, 9 : *Scaphitodites*, 10 : *Pachyceratidae*, 11 : *Sowerbyceras*, 12 : autres *Phylloceratidae*, 13 : divers 14 : "*Glochiceras*".

Table 3: Typical populations in the Lower Oxfordian of the Jura region. 1 : *Cardioceratinae*, 2 : *Hecticoceratinae* / *Ochetoceratinae*, 3 : *Trimarginites*, 4 : *Perisphinctinae*, 5 : *Peltoceratinae*, 6 : *Euaspidoceratinae*, 7 : *Taramelliceras*, 8 : *Creniceras*, 9 : *Scaphitodites*, 10 : *Pachyceratidae*, 11 : *Sowerbyceras*, 12 : other *Phylloceratidae*, 13 : other diverse forms, 14 : "*Glochiceras*".

Conclusions

1°) En termes de biostratigraphie

La subdivision proposée pour la Zone à Mariae et la Zone à Cordatum par FORTWENGLER & MARCHAND (1994) a été retrouvée et à nouveau validée par les peuplements d'ammonites, de la même façon que dans le Boulonnais par VIDIER *et alii* (1993), et dans le Weymouth (Sud de l'Angleterre) par CHAPMAN (2000 et données inédites).

Dans le Jura, la précision des récoltes, asso-

ciée à la grande abondance des ammonites, permet d'envisager de subdiviser l'horizon à *woodhamense* en deux unités : l'unité à *woodhamense* s.s. (peuplement Woodham(4)) et l'unité où abonde la var. *normandiana* de SPATH (peuplement Woodham(5)). Cette subdivision a été retrouvée dans les sondages ANDRA du bassin de Paris, par comparaison avec les faunes du Jura (THIERRY *et alii*, 2006, détermination des ammonites oxfordiennes par MARCHAND, FORTWENGLER, JARDAT et BONNOT).

Habituellement difficile à individualiser, la Sous-zone à Costicardia est désormais bien

définie grâce à la mise en évidence des deux peuplements successifs Costi(14) et Costi(15), qui s'intercalent entre les niveaux Bukow(13) et Cord(16) connus dans toute l'Europe Occidentale (MARCHAND, 1986).

2°) En termes de variations de la composition des peuplements

On peut découper la succession des peuplements ammonitiques en cinq ensembles :

- a) de Scarb(3) à Praemar(7), la tendance générale est à la diminution des Hecticoceratinae et à l'augmentation plus ou moins régulière des Perisphinctinae et des Taramelliceratinae ;
- b) de Alpha(8) à Alpha(9), les peuplements se stabilisent autour des Hecticoceratinae qui représentent la moitié des effectifs ; l'autre moitié réunit 9 des 14 catégories systématiques reconnues ;
- c) de Praecor(10) à Praecor(12), on observe une nette augmentation des Cardioceratinae qui culminent en Praecor (12), tendance qui s'accompagne d'une forte raréfaction des seuls Hecticoceratinae ;
- d) de Bukow(13) à Costi(15), on observe une stabilisation autour des Cardioceratinae et des Taramelliceratinae ;
- e) le peuplement Cord(16) annonce très clairement l'homogénéisation des peuplements ammonitiques de l'Oxfordien moyen.

3°) En termes de variation de la paléoprofondeur et de stratigraphie séquentielle

En se servant des hypothèses autécologique et synécologique des ammonites proposées par MARCHAND (1992), on peut interpréter :

- l'épisode Scarbu(3) à Praemar(7) comme un épisode (séquence) d'approfondissement marqué par la montée en puissance des taxons necto-pélagiques,
- l'épisode Alpha(8) à Alpha(9) comme une phase de stabilisation autour de profondeurs plus faibles : dominance des morphologies necto-benthiques - Cardioceratinae et Hecticoceratinae,
- l'épisode Praecor(10) à Praecor(12) comme une tendance régressive,
- l'épisode Bukow(13) à Costi(15) comme une interruption de cette tendance,
- l'épisode Cord(16) comme le début d'un nouvel épisode (séquence) d'approfondissement.

On pourra ici remarquer, comme l'avaient déjà suggéré THIERRY & MARCHAND (1997) dans leur étude consacrée au cycle de 2e ordre Bathonien inférieur - Oxfordien inférieur d'Europe occidentale, que l'évolution des peuplements ammonitiques est dans l'ensemble compatible avec les séquences de troisième ordre de la "charte" séquentielle proposée par EXXON

(de GRACIANSKY *et alii*, 1993). Une version valable pour toute l'Europe (de GRACIANSKY *et alii*, 1998) a été publiée peu après), avec toutefois des décalages ponctuels entre variations fauniques et variations eustatiques. Plusieurs facteurs peuvent être invoqués ici pour expliquer de tels décalages. Premièrement, on dispose avec les faunes d'ammonites du Jura d'un enregistrement biostratigraphique plus complet et détaillé que dans les plates-formes et bassins étudiés par ailleurs en Europe occidentale (Bourgogne, Normandie, Alpes du Sud). Deuxièmement, par sa situation de bordure de bassin, le Jura est en terme de paléo-profondeur très sensible aux variations eustatiques mais aussi tectoniques. Troisièmement, cette situation de bordure induit pour le Jura des conditions paléo-écologiques spécifiques qui se traduisent par des compositions fauniques d'ammonites très particulières en comparaison d'autres secteurs géographiques. Par conséquent, il devient difficile de paralléliser avec certitude les paléoprofondeurs dont témoignent les peuplements d'ammonites du Jura avec celles des plates-formes et bassins d'Europe occidentale.

Perspectives de recherches

Une telle étude, où la finesse biostratigraphique est associée à une forte biodiversité des faunes, ouvre la possibilité d'analyser paléontologiquement et phylogénétiquement des groupes rares (Perisphinctinae de la lignée des "espèces" *petitclerci* - *picteti*) encore mal définis en terme de bio-espèces (Hecticoceratinae) et de compléter, pour la Zone à Mariae, une biozonation parallèle de l'Oxfordien d'Europe occidentale fondée sur les Cardioceratinae et les Peltoceratinae.

La poursuite de récoltes de plus en plus complètes au sein de chaque compartiment paléo-tectonique permet d'envisager, à terme, 1) l'étude du contrôle tectonique de la sédimentation, avec ses répercussions sur les faunes et 2) de mesurer encore plus finement la sensibilité de peuplements isochrones aux contraintes de la paléogéographie.

Remerciements

Ce travail a été réalisé en collaboration avec les chercheurs de l'UMR CNRS 5561 "Biogéosciences" de l'Université de Dijon. Il n'aurait pas été possible sans les repérages effectués depuis de nombreuses années par Christian TODESCHINI, naturaliste d'Ardon près Champagnole (Jura), à qui l'on doit la découverte et la redécouverte de plusieurs gisements majeurs du Callovo-Oxfordien jurassien. Philippe QUEREILHAC a également contribué à l'enrichissement du matériel récolté. L'auteur remercie chaleureusement Didier MARCHAND et Jacques THIERRY pour leur investissement dans l'amélioration minutieuse du manuscrit.

Références bibliographiques

- ARKELL A. (1939).- The ammonite succession at the Woodham Brick Company's Pit, Akenan Street Station, Buckinghamshire, and its bearing on the classification of the Oxford Clay.- *The Quarterly Journal of the Geological Society*, London, vol. XCV, part 2, p. 135-222, pls. VIII-XI.
- BONNOT A. (1995, inédit).- Les Aspidoceratidae (Ammonitina) en Europe Occidentale au Callovien supérieur et à l'Oxfordien inférieur.- Thèse de Doctorat de l'Université de Bourgogne, Dijon, 454 p., 15 pls.
- BONNOT A. & COURVILLE P. (1999).- Données nouvelles sur *Euaspidoceras depereti* (COLLOT, 1917), Ammonitina (Aspidoceratidae) de la sous-zone à Scaburgense (Oxfordien inférieur).- *Revue de Paléobiologie*, Genève, vol. 18, n° 1, p. 259-271.
- CHAPMAN N.D. (2000).- Ammonite assemblages of the Upper Oxford Clay (Mariae Zone) near Weymouth, Dorset.- *Proceedings of the Dorset Natural History and Archeological Society*, Dorchester, n° 121, p. 77-100.
- COURVILLE P., BONNOT A., COLLIN P.-Y., ENAY R. & MARCHAND D. (2000).- Une série oxfordienne de référence, à mi-chemin des régions boréales et téthysiennes (Jura central, France).- *Revue de Paléobiologie*, Genève, vol. 19, n° 2, p. 381-397, 3 pls.
- DARDEAU G., MARCHAND D. & FORTWENGLER D. (1994).- Tectonique synsédimentaire et variations du niveau marin pendant le dépôt de la formation des Terres noires (Callovien supérieur - Oxfordien moyen ; Bassin du Sud-Est, France).- *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, (Série II), t. 319, p. 559-565.
- DEBRAND-PASSARD S. & MARCHAND D. (1979).- Réflexions sur la répartition des Ammonoïdés dans l'Est et le Sud du Bassin parisien au Callovien supérieur (zone à Lamberti) et à l'Oxfordien inférieur (zone à Mariae).- *Bulletin du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, Orléans, (2^{ème} série), section IV, Géologie générale, n° 2, p. 103-112.
- DOUVILLÉ R. (1914).- Études sur les Oppeliidés de Dives et Villers-sur-Mer.- *Mémoire de Paléontologie, Mémoires de la Société Géologique de France*, Paris, n° 48, 26 p., Pls. I-II.
- ENAY R. (1966).- L'Oxfordien dans la moitié Sud du Jura français. Étude stratigraphique.- *Nouvelles Archives du Museum d'Histoire Naturelle de Lyon*, n° 8 (t. 1-2), 624 p.
- FORTWENGLER D. (1989).- Les "Terres noires" d'âge Callovien supérieur à Oxfordien moyen des chaînes subalpines du Sud (Diois, Baronies, Dévoluy) : nouvelles données biostratigraphiques.- *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, (Série II), t. 308, p. 531-536.
- FORTWENGLER D. & MARCHAND D. (1994).- Nouvelles unités biochronologiques de la zone à Mariae (Oxfordien inférieur).- *Géobios*, Villeurbanne, mémoire spécial n° 17, p. 203-209.
- FORTWENGLER D., MARCHAND D. & BONNOT A. (1997).- Les coupes de Thoux et de Savournon (SE de la France) et la limite Callovien-Oxfordien.- *Géobios*, Villeurbanne, n° 30, fasc. 4, p. 519-540.
- GRACIANSKY P.-C. de, DARDEAU G., DUMONT T., JACQUIN T., MARCHAND D., MOUTERDE R. & VAIL P.R. (1993).- Depositional sequence cycles, transgressive-regressive facies cycles, and extensional tectonics; example from the southern subalpine Jurassic basin, France.- *Bulletin de la Société géologique de France*, Paris, vol. 164, p. 709-718.
- GRACIANSKY P.-C. de, HARDENBOL J., JACQUIN T. & VAIL P.R. (1998).- Mesozoic and Cenozoic sequence stratigraphy of European basins.- *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication*, Tulsa, n° 60, p. 3-13 ; Appendix : p. 763-781 ; Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphic charts n° 1 à 8.
- GROSSOUVRE A. de (1922).- L'Oxfordien moyen des environs de Niort.- *Bulletin de la Société géologique de France*, Paris, (Série 4), t. XXI, fasc. 7-9, p. 297-316, pl. XV.
- GYGI R.A. (1992).- The Oxfordian ammonites succession near Liesberg BE et Péry BE, northern Switzerland.- *Eclogae geologicae Helvetiae*, Basel, vol. 83 n° 1, p. 177-199.
- GYGI R.A. & MARCHAND D. (1986).- Les faunes de Cardioceratinae (Ammonoidea) du Callovien terminal et de l'Oxfordien inférieur et moyen (Jurassique) de la Suisse septentrionale : stratigraphie, paléoécologie, taxonomie préliminaire.- *Géobios*, Villeurbanne, n° 15, fasc. 4, p. 239-254.
- LORIOU P. de & GIRARDOT A. (1900).- Étude sur les mollusques et brachiopodes de l'Oxfordien inférieur du Jura lédonien.- *Mémoires de la Société Paléontologique Suisse*, Genève, vol. 27, 196 p.
- LORIOU P. de & GIRARDOT A. (1902).- Étude sur les mollusques et brachiopodes de l'Oxfordien supérieur et moyen du Jura lédonien.- *Mémoires de la Société Paléontologique Suisse*, Genève, vol. 19-21, 303 p.
- LORIOU P. de & KOPY E. (1896-1897).- Étude sur les mollusques et brachiopodes de l'Oxfordien supérieur et moyen du Jura bernois.- *Mémoires de la Société Paléontologique Suisse*, Genève, vol. 23-24, 158 p.
- LORIOU P. de & KOPY E. (1898-1899).- Étude sur les mollusques et brachiopodes de l'Oxfordien inférieur du Jura bernois.- *Mémoires de la Société Paléontologique Suisse*, Genève, vol. 25-26, 220 p.
- MAIRE V. (1928).- Contribution à la connaissance de la faune des marnes à *Creniceras renggeri*, dans la Franche-Comté septentrionale. Étude sur les Oppeliidés.- *Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon*, fasc. XII, mém. 10, 60 p.,

- 3 pls.
- MARCHAND D. (1986, inédit).- L'évolution des Cardioceratinae d'Europe Occidentale dans leur contexte paléobiogéographique.- Thèse Doctorat es Sciences de l'Université de Bourgogne, Dijon, 601 p., 22 pls.
- MARCHAND D. (1992).- Ammonites et paléoprofondeur : les faits, les interprétations.- *Paleovox*, Lyon, n° 1, p. 49-68.
- MARCHAND D. & TARKOWSKI R. (1992).- Les ammonites du niveau vert de Zalas (Oxfordien inférieur, Pologne du Sud) : condensation ou concentration de faunes.- *Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Earth Sciences*, Warszawa, vol. 40, n° 1, p. 55-65.
- MARCHAND D., COURVILLE P., BONNOT A., ROSSI J. & SCOUFFLAIRE Q. (2002).- Very small ammonites (micromorphs) from Lower Oxfordian marls (Mariae zone). In : SUMMESBERGER H., HISTON K. & DAURER A. (eds.), *Cephalopods – Present and Past.- Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, Wien, Band 57, p. 467-478, 1 pl.
- MARCHAND D. & THIERRY J. (1997).- Enregistrement des variations morphologiques et de la composition des peuplements d'ammonites durant le cycle régressif/transgressif de 2e ordre Bathonien inférieur-Oxfordien inférieur en Europe occidentale.- *Bulletin de la Société géologique de France*, Paris, vol. 168, n° 2, p. 121-132.
- SPATH L.F. (1939).- The Ammonite zones of the Upper Oxford clay of Warboys Huntingdonshire.- *Bulletin of the Geological Survey of Great-Britain*, London, n° 1, p. 82-96.
- THIERRY J., MARCHAND D., FORTWENGLER D., BONNOT A. & JARDAT R. (2006).- Les ammonites du Callovien-Oxfordien des sondages ANDRA dans l'Est du bassin de Paris : synthèse biochronostratigraphique, intérêts paléoécologique et paléobiogéographique.- *Comptes Rendus Geoscience*, Paris, n° 338, p. 834-853.
- VIDIER J.-P., MARCHAND D., BONNOT A. & FORTWENGLER D. (1993).- The Callovian and Oxfordian of the Boulonnais area in Northern France: new biostratigraphic data.- *Acta Geologica Polonica*, Warszawa, vol. 43, n° 3-4, p. 169-182.

Planches photographiques

Planche 1 : 1a-c *Cardioceras* cf. *paucicostatum* (LANGE), peuplement Scarbu(1), Palente-Mischler ; 2a-c *Cardioceras scarburgense* (YOUNG & BIRD), peuplement Scarbu(2), Rurey C ; 3a-c *Cardioceras scarburgense* var. à côtes primaires espacées, peuplement Scarbu(3), Palente T3 ; 4a-c *Cardioceras woodhamense* (ARCELL), peuplement Woodham(4), Crotenay A1b ; 5a-c *Cardioceras woodhamense* var. *normandiana* (SPATH), peuplement Woodham(5), La Joux B4 ; 6a-c *Cardioceras praemartini* (SPATH) variété primitive, peuplement Woodham(6), Boujailles ; 7a-c *Cardioceras alphacordatum* (SPATH), peuplement Alpha(8), Andelot BN2 ; 8a-c *Cardioceras alphacordatum* (SPATH) variété à côtes primaires très espacées et saillantes, peuplement Alpha(9), Villers-sous-Montrond NE0 ; 9a-c *Cardioceras praecordatum* (DOUVILLE), forme typique, peuplement Praecor(11), Andelot T ; 10a-b *Cardioceras praecordatum* (DOUVILLE), spécimen annonçant *Cardioceras bukowskii* (MAIRE), peuplement Praecor(12), Andelot T ; 11a-b *Cardioceras bukowskii* (MAIRE), peuplement Bukow(13), Arc-sous-Montenot B1B2 ; 12a-c *Cardioceras costicardia* (BUCKMAN), peuplement Costi(14), Arc-sous-Montenot B3B4 ; 13a-c *Cardioceras costicardia* (BUCKMAN), peuplement Costi(15), Boujailles ; 14a-c *Cardioceras costicardia* (BUCKMAN), peuplement Costi(15), Arc-sous-Montenot B4-Sph ; 15a-c *Cardioceras costicardia* (BUCKMAN), peuplement Costi(14) à Costi(15), Arc-sous-Montenot B ; 16a-c *Cardioceras cordatum* (SOWERBY), peuplement Cord(16), Andelot ; 17a-c *idem*, variant proche des formes de la Sous-zone à Vertébrale ; 18a-c *idem* (toutes les échelles graphiques représentent 1 cm).

Plate 1: 1a-c *Cardioceras* cf. *paucicostatum* (LANGE), Scarbu(1) population at Palente-Mischler; 2a-c *Cardioceras scarburgense* (YOUNG & BIRD), Scarbu(2) population at Rurey C; 3a-c *Cardioceras scarburgense* var. with widely spaced primary ribs, Scarbu(3) population at Palente T3; 4a-c *Cardioceras woodhamense* (ARCELL), Woodham(4) population at Crotenay A1b; 5a-c *Cardioceras woodhamense* var. *normandiana* (SPATH), Woodham(5) population at La Joux B4; 6a-c *Cardioceras praemartini* (SPATH) primitive variety, Woodham(6) population at Boujailles; 7a-c *Cardioceras alphacordatum* (SPATH), Alpha(8) population at Andelot BN2; 8a-c *Cardioceras alphacordatum* (SPATH) variety with ribs very widely spaced and raised, Alpha(9) population at Villers-sous-Montrond NE0; 9a-c *Cardioceras praecordatum* (DOUVILLÉ), typical form, Praecor(11) population at Andelot T; 10a-b *Cardioceras praecordatum* (DOUVILLÉ), specimen grading toward *Cardioceras bukowskii* (MAIRE), Praecor(12) population at Andelot T; 11a-b *Cardioceras bukowskii* (MAIRE), Bukow(13) population at Arc-sous-Montenot B1B2; 12a-c *Cardioceras costicardia* (BUCKMAN), Costi(14) population at Arc-sous-Montenot B3B4; 13a-c *Cardioceras costicardia* (BUCKMAN), Costi(15) population at Boujailles; 14a-c *Cardioceras costicardia* (BUCKMAN), Costi(15) population at Arc-sous-Montenot B4-Sph; 15a-c *Cardioceras costicardia* (BUCKMAN), population from Costi(14) to Costi(15) at Arc-sous-Montenot B; 16a-c *Cardioceras cordatum* (SOWERBY), Cord(16) population at Andelot; 17a-c *idem*, a variant resembling the forms of the Vertébrale Subzone; 18a-c *idem* (all the scales represent a length of 1 cm).



Planche 2 : 1a-c *Brightia* cf. *thuouxensis* (BONNOT *et alii*), peuplement Scarbu(1), Palente-Mischler ; 2a-c "*Hecticoceras*" *coelatum* (COQUAND), peuplement Scarbu(2), Epeugney 1 ; 3a-c *Berniceras mayeri* (de LORIOL), peuplement Scarbu(2), Rurey C ; 4a-c "*Perisphinctes*" *petitclerci* (de LORIOL), peuplement Scarbu(3) à Woodham(4), Crotenay AR ; 5a-c *Eochetoceras villersensis* (d'ORBIGNY) morphe microconque *hersilia* (d'ORBIGNY), peuplement Woodham(4), Cussey-sur-Lison 2 ; 6a-c "*Hecticoceras*" *kobyi* (de LORIOL), peuplement Woodham(4), Crotenay A2 ; 7a-f *Taramelliceras langi* (de LORIOL), peuplement Woodham(5), Rosureux B0 ; 8a-c *Berniceras* sp. nov., peuplement Woodham(5), La Joux D14 ; 9a-d *Trimarginites villersensis* (MAIRE non DOUVILLE), peuplement Praemar(7), Combe de Punay ; 10a-b *Peltoceratoides choffati* (de LORIOL), peuplement Praemar(7), Combe de Punay ; 11a-c *Trimarginites eucharis* (d'ORBIGNY), peuplement Alpha(8), Tarcenay D1 ; 12a-c "*Hecticoceras*" *baylei* (COQUAND), peuplement Alpha(9), Villers-sous-Montrond NE ; 13a-c *Campylites* sp. nov. ? forme à section épaisse ornée de côtes fines et nombreuses, peuplement Praecor(11), Arc-sous-Montenot ; 14a-b *Tornquistes chapuisi* (de LORIOL non OPPEL), peuplement Praecor(10), Arc-sous-Montenot ; 15a-e "*Glochiceras*" *cossmanni* (de GROSSOUVRE), peuplement Costi(15), Pont du Diable ; 16a-b *Tornquistes* sp., peuplement Cord(16), Andelot ; 17a-c *Euaspidoceras ovale* (NEUMANN), peuplement Cord(16), Andelot (toutes les échelles graphiques représentent 1 cm).

Plate 2: 1a-c *Brightia* cf. *thuouxensis* (BONNOT *et alii*), Scarbu(1) population at Palente-Mischler; 2a-c "*Hecticoceras*" *coelatum* (COQUAND), Scarbu(2) population at Epeugney 1; 3a-c *Berniceras mayeri* (de LORIOL), Scarbu(2) population at Rurey C; 4a-c "*Perisphinctes*" *petitclerci* (de LORIOL), population from Scarbu(3) to Woodham(4) at Crotenay AR; 5a-c *Eochetoceras villersensis* (d'ORBIGNY) microconch form of *hersilia* (d'ORBIGNY), Woodham(4) population at Cussey-sur-Lison 2; 6a-c "*Hecticoceras*" *kobyi* (de LORIOL), Woodham(4) population at Crotenay A2; 7a-f *Taramelliceras langi* (de LORIOL), Woodham(5) population at Rosureux B0; 8a-c *Berniceras* sp. nov., Woodham(5) population at La Joux D14; 9a-d *Trimarginites villersensis* (MAIRE non DOUVILLÉ), Praemar(7) population at Combe de Punay; 10a-b *Peltoceratoides choffati* (de LORIOL), Praemar(7) population at Combe de Punay; 11a-c *Trimarginites eucharis* (d'ORBIGNY), Alpha(8) population at Tarcenay D1; 12a-c "*Hecticoceras*" *baylei* (COQUAND), Alpha(9) population at Villers-sous-Montrond NE; 13a-c *Campylites* sp. Nov. ? a form with a thick section ornamented with numerous narrow fine ribs, Praecor(11) population at Arc-sous-Montenot; 14a-b *Tornquistes chapuisi* (de LORIOL non OPPEL), Praecor(10) population at Arc-sous-Montenot; 15a-e "*Glochiceras*" *cossmanni* (de GROSSOUVRE), Costi(15) population at Pont du Diable; 16a-b *Tornquistes* sp., Cord(16) population at Andelot; 17a-c *Euaspidoceras ovale* (NEUMANN), Cord(16) population at Andelot (all the scales represent a length of 1 cm).

