

ISSN 0251 - 2424

MINISTÈRE DE LA CULTURE
TRAVAUX SCIENTIFIQUES
DU MUSÉE NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
DE LUXEMBOURG



27

**Notes Paléontologiques et
Biostratigraphiques sur le Grand Duché de
Luxembourg et les régions voisines**

par

P.L. MAUBEUGE et D. DELSATE

Luxembourg, 1997

Les couches à « *Leptaena* (*Koninckella*) » sur l'auréole orientale du Bassin de Paris. Anoxie et notion de crise biologique au Toarcien inférieur

par

Dominique DELSATE

Résumé:

Pour la première fois, on met en évidence, sur l'auréole orientale du Bassin de Paris, les Couches à *Koninckella* (“*Leptaena* “), connues jusqu’ici uniquement sur la bordure occidentale et méridionale du Bassin . Elles sont datées de la Zone à *Tenuicostatum-Semicelatum* (Lias, Toarcien inférieur). Les faune micromorphes de Brachiopodes et Lamellibranches sont mises en rapport avec l’anoxie et les crises biologiques affectant la limite Pliensbachien-Toarcien et le Toarcien inférieur.

Mots-clés: Faune micromorphe, crise biologique, anoxie, couches repères à *Koninckella* (“*Leptaena* “), Toarcien inférieur, Lorraine.

Abstract:

The *Koninckella* (“*Leptaena*“) beds, previously known from the Western and Southern borders of the Paris basin, are demonstrated for the first time on its Eastern border . They are dated from the *Tenuicostatum-Semicelatum* Zone of the Lower Toarcian. Micromorphic Brachiopod and Lamellibranch faunas are correlated to anoxia and biological crisis.

Key-words: Micromorphic fauna, biological crisis, anoxia, *Koninckella* (“*Leptaena*“) beds, Lower Toarcian, Lorraine.

1. Définition

La couche à *Koninckella* ou à “*Leptaena*” est un mince niveau-repère (10 à 20 cm en moyenne) formé de marnes fossilifères, situé toujours au-dessous des “Argiles à Poissons” (en Basse-Normandie) ou de leurs équivalents (Toarcien, sous-Zone à *Strangewaysi*, Zone à *Falcifer*) et au-dessus du “Banc de Roc” (en Basse-Normandie) ou de ses équivalents (Domérien, Zone à *Spinatum*), soit donc dans la Zone à *Tenuicostatum* (Toarcien). Ce niveau contient une faune caractéristique de petits Brachiopodes dont les assemblages d'espèces se répartissent aussi en plusieurs horizons au sein de la Zone à *Tenuicostatum*. (RIOULT, 1980). Cette couche, caractérisée par une faune de brachiopodes rappelant les terrains paléozoïques, a servi de niveau - repère dès le 19^{ème} siècle. Le développement de la biozonation par les ammonites lui a fait perdre de son utilité. Néanmoins, outre son intérêt en Paléogéographie, l'étude de ce genre de niveau-repère s'intègre bien dans la mode actuelle d'une Paléontologie dynamique et évolutive (plutôt que statique et descriptive) mettant en évidence des extinctions de masse, facteurs de rupture des équilibres d'écosystèmes et stimulants possibles d'une évolution taxinomique des espèces (voir PREAT & BERTRAND, 1995). La proximité de couches anoxiques implique aussi une réflexion sur la genèse des milieux pauvrement oxygénés, et leur rôle éventuel dans les renouvellements fauniques.

2. Extension géographique

Les Couches à «*Leptaena*» sont connues dans le Sud-Ouest de l'Angleterre (Nord-Dorset, Somerset, Gloucester), dans le Bessin, dans le Calvados, à Caen, depuis Bayeux jusqu'au Nord de Falaise, dans la Sarthe (écueils de Précigné), autour du Massif armoricain sur le littoral vendéen (au Nord du Bassin aquitain), au Pic Saint-Loup (Hérault, Causses) près de Montpellier, au Portugal (CHOFFAT, 1880), en Allemagne dans le Wurttemberg.

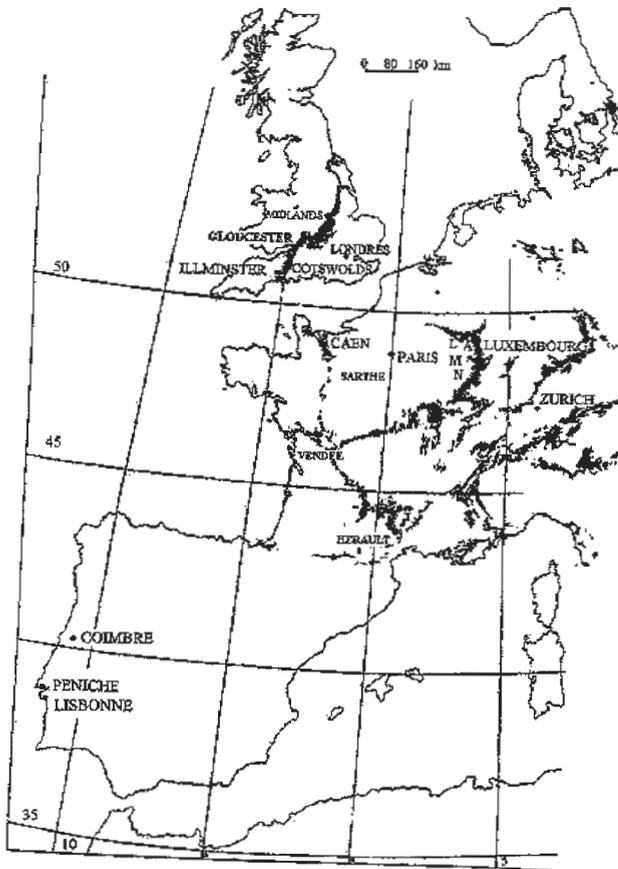


Fig.1 : Carte des affleurements liasiques européens (basée en partie sur DEAN et alii, 1961) dont certains exposent les couches à *Leptaena*.

3. Rapports entre Couches à *Leptaena* et Zone à *Tenuicostatum*

3.1. En Angleterre:

3.1.1. Dans le Somerset (W.J.ARKELL 1933, p.170), de haut en bas

Argile marneuse et bandes de nodules calcaires (jusqu'à 15 cm d'épaisseur, parfois septariés) parfois jointifs formant bancs, à Ammonites des Zones à *Bifrons* et *Falcifer*. La bande de nodules la plus basse donne des Ammonites considérées par BUCKMAN comme indiquant la sous-Zone à *exaratum* (horizon plus bas que ceux détectés sur la côte du Dorset, où l'on passe de la Zone à *Bifrons* à la Zone à *Spinatum*, via les "Junction bed" (lacune). Ces bancs de la sous Zone à *exaratum* ont livré une riche faune de Poissons (*Leptolepis*, *Lepidotes*, *Pachycormus*, *Hybodus*) et Sauriens (Ichthyosaures, Pélagosaures) ainsi que des Arthropodes *Coleia*, *Penaeus*, *Palinuria*, des Bélemnites *Acrocoelites*, ainsi que des Insectes et des restes végétaux (MOORE, 1867)

Dans le District d'Ilminster, sous ces bancs à Poissons et Reptiles, se trouve un banc de Marne verte, jaune et brune les "*Leptaena* beds" avec riche faune de Brachiopodes : *Leptaena* (*Koninckella*) *bouchardii*, *Leptaena moorei*, *Thecidium rusticum*, *Spiriferina ilminsterensis*, *Zellania liassica*, *Terebratula globulina*, *Rhynchonella pygmaea*, avec des Ostracodes et Foraminifères.

Dessous, les 2,8 m. sommitaux des Middle Lias Marlstone (sommet de la zone à *Pleuroceras spinatum*) ont livré des *Dactyloceras* de la zone à *Tenuicostatum*. ARKELL classe les "*Leptaena* Beds" avec cette zone à *Tenuicostatum*, sur base des corrélations avec le North Cotswolds et les Midlands :

3.1.2. Dans les North Cotswolds : Gretton, Dumbleton (ARKELL 1933, p.175):

Les zones à *Falcifer* et *Tenuicostatum* sont représentées par un lit à Poissons et Reptiles, et des "Schistes papyracés" à faune de Brachiopodes

micromorphiques, les “ *Leptaena* Beds “, comme dans le district d’Ilminster du Somerset. Les deux mêmes niveaux ont été reconnus par Upton également dans le district de Stroud.

- 15 cm à 3 m. de nodules calcaires laminaires
- dessous : (88,4 m.) de Schistes papyracés avec quelques lignes de nodules et les petits Brachiopodes *Terebratulina globulina* et *Rhynchonella pygmaea*.
- A la base, une couche à ammonites de la zone à *Tenuicostatum* , formant le sommet du Marlstone, comme dans le Somerset.

3.1.3. Dans les Midlands

La zone à *Tenuicostatum* consiste en Schistes papyracés (épaisseur de 23 cm. à 4,5 m. , avec ammonites de la zone à *Dactylioceras tenuicostatum* et *semicelatum* (TRUEMAN, 1918), avec restes de Poissons. Lithologiquement, ces schistes sont identiques à ceux des Nord Cotswolds et Dumbleton, sous - jacents aux lits à Reptiles et Poissons, attribués à la sZ à *exaratum*.

Ces données contribuent donc à dater de la Zone à *Tenuicostatum* les Schistes papyracés de Dumbleton et les lits à *Leptaena* de Dumbleton et Ilminster.

3.2. Au Sud du Bassin de Paris

Malgré la présence de couches à *Leptaena* au Pic-Saint-Loup (BOUCHARD-CHANTEREAUX, 1847), les couches à *Semicelatum-Tenuicostatum* n’y furent pas trouvées.

La Zone à *D.semicelatum* serait présente par contre dans les Causses (MAUBEUGE, communication personnelle)

Au Portugal, les Couches à *Leptaena* sont des marnes grises ou gris-jaunâtres, un peu micacées, avec fossiles pyriteux, reposant sur les “couches de passage” (voir CHOFFAT , 1880) ou directement sur les couches à *Spinatum* . Elles sont présentes à Peniche, Quiaios, Porto de Moz, Soure, Coimbre, Souzellas, Casal-Comba.

D'après CHOFFAT, 1880, la faune comprend :

« *Ammonites* cfr *pettos* », « *A.annulatus* », « *A.communis* », etc., Bélemnites, *Nautilus* cf *intermedius*, Gastéropodes, *Nucula*, *Pecten*, *Harpax parkinsoni*, *Terebratula davidsoni*, *T.sharpei*, *Zeilleria darwini*, *Z.heyseana*, *Kingena deslongchampsii*, *Rhynchonella pygmaea*, *R.amalthei*, *R.moorei*, *R.* cfr *bouchardi*, *R.* cfr *frontalis*, *Spiriferina rostrata*, *Leptaena liasina*, *Thecidea sinnata*, Crinoïdes.

3.3. Auréole occidentale du Bassin de Paris

Les couches à *Leptaena* furent observées aussi en Normandie, et leur faune décrite par EUDES-DESLONGCHAMPS (1858). OPPEL (1856) plaçait ces couches à la base du Toarcien, de même que DESLONGCHAMPS 1858. DESLONGCHAMPS (1864) les plaça ensuite au sommet du Domérien. CHOFFAT (1880) , dans son étude de ces Couches à *Leptaena* au Portugal, démontre que ces Brachiopodes sont mêlés à des Céphalopodes toarciens et reposent même sur des couches toarciennes.

A.BIGOT et E.MUNIER-CHALMAS classent le niveau dans la Zone à *Serpentinus (Falcifer)* . P.L.MAUBEUGE y voit plutôt un témoin du Toarcien basal (1948 et 1951), mais regrette qu'aucune ammonite de Normandie ne précise le synchronisme de la Couche à *Leptaena* de Normandie avec celle d'Angleterre, signifiant par là la déception de ne connaître aucune ammonite du groupe *D.semicelatum-tenuicostatum* à proximité de la faune de *Leptaena*.

BIGOT 1949 polémique sur l'incertitude de P.L.MAUBEUGE quant à l'âge de la couche à *Leptaena* en Normandie. En fait, l'incertitude concernait la position par rapport aux synchronismes anglais au sein du Toarcien, et non pas l'étage Toarcien, nullement mis en doute par MAUBEUGE.

M. RIOULT (1958-1968) décrit le niveau-repère des Couches à *Leptaena* de Normandie au-dessus de la surface d'érosion tronquant les calcaires du Domérien supérieur et au-dessous des Argiles à Poissons avec ammonites de la zone à *Serpentinus* , soit dans la Zone à *Tenuicostatum*.

D'après RIOULT 1980, la faune comprend

Koninckella davidsoni, *K.liasina*, *K.bouchardi* (rassemblés sous le nom générique de "*Leptaena*"), *Cadomella moorei*, *Eudesella mayalis*, *Davidsonella sinuata*, *Thecidella rustica*, *Nannorhynchia pygmaea*, *Rudirhynchia egretta*, "*Terebratulina*" *globulina*, *Pseudokingena deslonchampsii*, ainsi que de rares Spiriferinidae. De plus, Crinoïdes, huîtres, Spondyles, rares Gastéropodes, (*Neritopsis*), rhyncholithes de Nautile, restes d'oursins, d'astéries, d'ophiures, Bryozoaires, rares végétaux.

3.4. en Lorraine



Fig.2 : Situation de quelques localités lorraines citées.

3.4.1. La zone à *Tenuicostatum*

Après comparaison de coupes lorraines (Clefmont-Bourmont en Haute-Marne, Fécocourt, Ludres, Brichambault, Millery-Custines en Meurthe-et-Moselle) avec les coupes anglaises, P.L.MAUBEUGE (1948) exploite la piste des géologues anglais, et établit officiellement la validité d'une zone à *Tenuicostatum* comme base nette du Toarcien de méso-Europe ; ainsi la zone à *Semicelatum-Tenuicostatum* est décrite au Grand-Duché dans la coupe

classique de Bettembourg (MAUBEUGE ,1951) ; en France : au Nord du Département de la Meuse, à Ecouviez près de Montmédy, en Moselle , en Meurthe et Moselle (Silvange : marnocalcaire sableux micacé gris-bleu et schistes argileux ; lacune ou argile gris-jaune sableuse en région d'Oeufrange-Beuvange sous Saint-Michel, présence autour de Metz : argile gris-jaune, sableuse, micacée, (MAUBEUGE 1960), dans les Ardennes françaises (MAUBEUGE,1976) : quelques centimètres d'argile altérée limonitique à Mairy , au Nord-Est de Mouzon, (à La Ferté-sur-Chiers, il n'existe qu'1,5 cm de limonite terreuse criblée de Bélemnites), en Haute-Marne dans la région de Langres (MAUBEUGE ,1960) , à la limite Vosges-Meurthe et Moselle (MAUBEUGE, 1988).

A Jouy-aux-Arches (Metz) la zone à *Tenuicostatum* n'a d'abord pas été retrouvée par MAUBEUGE, mais fut ensuite identifiée par ALLOUC et GUERIN-FRANIATTE après avancement du front de taille de la carrière. La Zone à *Tenuicostatum* est donc présente au Sud de Metz. Comme à Bettembourg (MAUBEUGE, 1952) , un faciès schistoïde est signalé là également au sommet du Domérien. (voir à ce sujet PRAUSS et RIEGEL, 1989).

En Belgique, MAUBEUGE (1948) n'a pas trouvé la Zone à *Semicelatum-Tenuicostatum* à Athus (atrophie à un niveau de marne ocreuse ? lacune ?), puis a envisagé sa présence (MAUBEUGE 1951- p. 371) . Par contre, comme signalé plus haut, *Dactylioceras* aff. *Semicelatum* phosphaté et roulé (indices de remaniement) a été trouvé à la frontière franco-belge à Ecouviez près de Lamorteau (MAUBEUGE 1955 et 1976) . DELSATE (1990) a précisé la nature et l'épaisseur de cette zone en Belgique, en région d'Aubange.

La zone à *Semicelatum* et *Tenuicostatum* est reconnue en sondage à Latour (*Dactylioceras* aff *semicelatum* à 44,6 m), à Saint-Mard (*Dactylioceras semicelatum* à 84,1 m) et à Aubange (*Dactylioceras* aff. *semicelatum* à 25 m.) .

La puissance de cette zone observée à Aubange (Ottemt, Hinter der Croac : DELSATE 1990, GODEFROIT & NOLF 1991, LAENEN 1991) est de 55 cm au moins (tranche présentant des Ammonites de la Zone), au sein de 2,20 m environ de Marne d'Ottemt. Le niveau lithifié à ossements et

microsphères de pyrite, séparant la base des schistes bitumineux (zone à *Falcifer*) du sommet des argiles bleu-gris à *Tenuicostatum*, est reconnu au sondage d'Aubange uniquement ; il est retrouvé en affleurement ou coupes temporaires à Aubange (Ottemt, Champion) et Halanzy (rue de Wisbas).

MAUBEUGE ne signale pas la faune des Couches à *Leptaena* dans ses descriptions de la Zone à *Tenuicostatum* en France ou au Luxembourg (il fait néanmoins remarquer la présence de *Plicatula* variété naine, au Grand Duché). ALLOUC et GUERIN-FRANIATTE ne la signalent pas non plus dans la Zone à *Tenuicostatum* de Jouy-aux-Arches.

3.4.2. Les Couches à *Leptaena* en Belgique, dans la Zone à *Tenuicostatum* .

DELSATE (1990) décrit à Aubange (Ottemt) des coupes montrant bien la Zone à *Semicelatum*, avec une faune de microbrachiopodes et *Plicatula* naines .

On peut résumer ainsi la situation à Aubange, de haut en bas :

- Schistes cartons avec Nodules à Poissons, Reptiles , Décapodes et Insectes (GODEFROIT & NOLF, 1991 ; DELSATE, HENROTAY, GODEFROIT, 1992): zone à *exaratum* (LAENEN, 1991)
- Couche centimétrique à ossements (“1er niveau toarcien à ossements”) évoquant le Grès de Bourmont (MAUBEUGE, 1948) ; elle a procuré des restes de Sauriens (Ichthyosaures, Crocodiliens) , une faune de Poissons (ossements de *Leptolepis* , écailles de *Lepidotes*) et de Requins (DELSATE et GODEFROIT, 1995), avec restes de Végétaux, Foraminifères , ammonites *Paltarpites paltus* , *D.semicelatum* , et une faune parfois abondante de Brachiopodes et Plicatules micromorphes des Couches à *Leptaena*.
- Marnes bleu-gris micacées avec nodules décimétriques polymorphes, les deux phases contenant *D.semicelatum* et une faune (peu abondante) de microbrachiopodes semblable à celle des couches à *Leptaena*.
- Marnes micacées bleu-gris sans ammonites

- Marnes micacées bleu-gris avec *Pleuroceras spinatum* et *P.hawskerense*

L'ensemble des Marnes bleu-gris constitue la " Marne d'Ottemt " (BOULVAIN, DELSATE, MAUBEUGE, 1995), retrouvée aux sondages d'Aubange et Saint-Mard, (le niveau lithifié à ossements n'a pas été retrouvé dans le sondage de Saint-Mard, mais les carottages ne sont conservés que sous forme partielle). L'équivalent des Marnes d'Ottemt se retrouve à Bettembourg (MAUBEUGE, 1952) et Jouy -aux Arches (Couches de transition de ALLOUC et GUERIN-FRANIATTE, 1981). DELSATE, 1990, soulève l'hypothèse que le niveau à ossements de la coupe de Ludres (MAUBEUGE 1948) puisse se corrélér à celui d'Aubange (sommet de la Zone à *Tenuicostatium*), et fait déjà remarquer que les Microbrachiopodes d'Aubange évoquent les Couches à *Leptaena* .

3.4.3. Faune micromorphe des couches à *Semicelatum* à Aubange (Ottemt) :

- Brachiopodes : nanisme généralisé des formes : dimensions de l'axe principal entre 0,5 et 1,5 cm. Malheureusement, une identification précise est risquée, vu le mauvais état de conservation. La faune comprend des formes proches de *Rhynchonella pygmaea* , *Koninckella* cfr *Bouchardi*, *Gibbirhynchia*, *Rudirhynchia*, *Terebratulina* ... Le point important dans cette discussion n'est pas une identification précise des espèces, hors de propos de ce travail (comme d'ailleurs la révision des genres et espèces cités plus haut) mais la démonstration des formes naines. Elle est donc voisine de la faune de la couche à *Leptaena liasina*.
- Bivalves : *Plicatula* (*Harpax pectinoides*) variété naine (dimensions moyennes des axes principaux : 12,5 mm x 10 mm)

Petits *Chlamys*

- Céphalopodes : *Bélemnites*, *Nautilus* cf *intermedius*,
- rares gastéropodes, Crinoïdes , Bois.

Pour comparaison, voici un aperçu faunistique de la couche à *Spinatum* à Aubange-Ottemt, sur le même gisement : (la faune citée se retrouve concentrée dans un niveau de 50 cm de marne lumachellique avec roches

pseudonodulaires polymorphes également lumachelliques, surmontant des argilites feuilletées reposant sur un banc calcaire) :

- Brachiopodes : *Homoeorhynchia* cfr *acuta*, *Homoeorhynchia* cfr *cynocephala*, *Rhynchonelloidea* cfr *lineata*, ? *Quadratirhynchia* sp, *Tetrarhynchia* cf *tetrahedra*, ? *Grandirhynchia*, ? *Furcirhynchia*, ? *Rhynchonella* cf *rimirhynchia*, *Lobothyris punctata*, *Spiriferina tumida*, *Spiriferina* sp, tous mesurant plus d'1,5 à 2 cm.
- Bivalves : *Plicatula spinosa* (*Harpax pectinoides*) : dimensions moyennes 33 x 28 mm, *Gryphaea cymbium*, *Aequipecten aequivalvis*, *Mya* sp.

Les différences morphométriques sont donc frappantes, pour des faunes aussi intimement superposées.

4. Les Couches à *Leptaena* et la Zone à *Tenuicostatum*

Position au sein des couches « anoxiques » du Toarcien, extinctions de masse et conservation de la matière organique.

Rappelons certains faits : Des conditions anoxiques peuvent être indépendantes de la profondeur de la mer : des barrières physiques peuvent avoir entravé la circulation des courants et l'oxygénation du fond. La rareté de la vie benthique dans des sédiments prouve les conditions pauvrement « ventilées » ou oxygénées du fond marin (environnement restreint avec fond marin stagnant, asphyxiant le benthos) , causes possibles de crises biologiques. De même, la bioturbation des sédiments nécessite un fond encore oxygéné, (dépendant de la porosité des sédiments, de l'oxygénation de l'eau, de sa durée de contact avec le fond, ...). La sédimentation argileuse et l'anoxie sont nécessaires pour la préservation de la matière organique. L'abondance de la matière organique reflète la haute productivité pélagique (surface oxygénée, augmentation de la tranche d'eau, température, ...).

Pour AGER (1956-1967), les faunes micromorphes traduisent une période non favorable aux Brachiopodes, sélectionnant des genres et des espèces naturellement réduites (plutôt que fruit d'un véritable nanification d'espèces préalables).

On peut aussi imaginer une sélection d'allèles "taille réduite" présents dans les populations antérieures, mécanisme à comparer aux résultats de la génétique et des études actuelles sur la biodiversité ou les extinctions des espèces rares ou "inadaptées", en zoologie ou en botanique.

PARISI *et alii*, 1996 étudient la stratigraphie des sédiments pauvres en oxygène du Toarcien inférieur des Apennins, démontrant que dans la partie moyenne et supérieure de la zone à *Tenuicostatum* existent une importante préservation de la matière organique et des extensions anoxiques, en rapport avec la montée la plus forte du niveau de la mer durant le Toarcien inférieur, ils identifient plusieurs environnements pélagiques avec une grande productivité d'organismes planctoniques. Dans les Apennins, les dépôts riches en oxygène sont gris, blancs, verdâtres ou rougeâtres, ils présentent un Carbone Organique Total très bas (0 à 0,05 %), et sont pauvres en pyrite. Les dépôts pauvrement oxygénés consistent en schistes noirs finement laminés, riches en pyrite, en fragments charbonneux, en sapropèle bitumineux et en restes de poissons (semblables aux schistes-cartons de Lorraine). La microfaune est dominée par *Paralingulina* *gr tenera*, foraminifère appréciant les milieux riches en matières organiques (Carbone Organique Total de 2,7 % maximum), indiquant des conditions dysaérobiques ou anaérobiques avec disponibilité faible du CaCO₃.

BASSOULLET et BAUDIN 1991 étudiant le Toarcien dans les bassins et sur les plates-formes carbonatées de l'Europe du Nord-Ouest et de la Téthys, relèvent les groupes touchés par des extinctions ou un renouvellement faunique au début du Toarcien : les Brachiopodes et Lamellibranches sont fortement affectés, les Ammonites présentent une coupure nette (disparition des Amaltheidées), les Ostracodes montrent un renouvellement des espèces au début de la zone à *Falcifer*; parmi les Foraminifères (RUGET, 1985), le tiers des espèces du Pliensbachien supérieur subsiste dans la zone à *Tenuicostatum* : la moitié s'y éteint et le reste s'étend jusqu'à la fin du Toarcien, de nouvelles formes apparaissant à partir de la zone à *Falcifer*. Ces auteurs notent que l'augmentation du détritisme argileux expliquerait l'extinction de certains organismes, privés de leur substrat habituel de vie, mais que le moteur de cette sélection était probablement multifactorielle : une cause climatique est peu probable, le climat chaud du Jurassique n'ayant pas connu de grandes variations (HALLAM 1975 et 1984), on peut par contre envisager les variations eustatiques suite à la tectonique, avec augmentation

de la tranche d'eau , ou superposition de couches d'eau de température ou de salinité différentes, sédimentation argileuse , zones confinées et anoxiques. Cependant des crises biologiques contemporaines ne sont pas limitées aux plate-formes terrigènes à dominance argileuse, elles ont également été observées dans des bassins oxygénés, en domaine de plate-forme carbonatée (RUGET 1985, BASSOULET et alii 1991) : l'anoxie n'explique donc pas toutes les extinctions.

Les coupes d'Aubange (Ottemt , et Hinter der Croac à Aix-sur-Cloie) et de la zone des Trois Frontières démontrent elles aussi clairement l'extinction des « gros » Brachiopodes et Lamellibranches, invertébrés benthiques de la fin du Pliensbachien (Marnes conglomératiques au sein du Macigno d'Aubange), et leur nanification dans la Marne d'Ottemt, ainsi que l'explosion démographique des Dactylioceratidae.

LAENEN 1991 interprète les contenus fauniques et la géochimie (Fig.3) des différentes unités reconnues dans les fouilles d'Aix-sur-Cloie, et propose un schéma de genèse des dépôts. L'excellent travail de LAENEN est une thèse non publiée , rédigée en Néerlandais : il m'a paru utile ici d'en résumer les grands points.

De -60 cm au Bone -bed : marne bioturbée, sans pyrite (conditions oxygénées) avec faune variée de Bivalves, Brachiopodes, Ammonites *Dactyloceras semicelatum* : milieu plus profond, favorable aux ammonites.

Pour la Marne, la limite conditions oxygénées/conditions réductrices est située profondément sous le contact eau/sédiment (vu la bioturbation). L'abondance de dinoflagellés et la rareté des pollens, comme les rapports Carbone / Azote ou Carbone /Matière organique, évoquent bien des conditions marines normales.

Le Bone-bed est un niveau condensé à bioclastes grossiers, il contient parfois des fossiles plienschachiens remaniés. Il témoigne probablement d'une phase régressive, avec baisse du niveau de l'eau, milieu agité soumis à l'action des vagues, avec courants puissants empêchant les dépôt terrigènes de silt et d'argile. La réduction des dinoflagellés et l'augmentation des pollens et du bois est en accord avec un milieu marin turbulent et peu profond.

Schistes-cartons : une phase transgressive provoque un approfondissement de la couche d'eau, redevenant favorable à l'abondance et à la diversité des ammonites, et permettant à nouveau la sédimentation argileuse, vu la réduction des turbulences. Pour les Schistes, la limite conditions oxygénées/conditions réductrices est au-dessus du contact eau/sédiment, mais jamais dessous : il n'y a pas de bioturbation du sédiment, donc le fond était en état non oxygéné, réducteur, et les sédiments sont riches en pyrite. La vie ne pouvait être que planctonique ou nectonique. L'abondance de conservation de la matière organique (principalement d'origine algale) est attribuée à une stratification de la colonne d'eau avec anoxie de la couche inférieure, et vie végétale et animale très riche en surface. L'apport de plantes continentales est important, prouvé par l'abondance des débris ligneux et les rapports élevés Carbone / Azote et Carbone / Matière organique, et la prédominance de pollens sur les dinoflagellés. Les schistes bitumineux contiennent aussi des Prasinophytes, algues vertes d'eau hypersaline et plutôt froide, confortant l'hypothèse qu'une eau arctique moins dense a recouvert l'eau légèrement hyperdense de la Téthys. Cet apport aurait été permis par la transgression, permettant par un isthme le contact entre la mer arctique et la mer du Nord Ouest de l'Europe, contact ayant eu lieu plus précocement au Nord, hypothèse proposée par PRAUSS &

RIEGEL, 1989, justifiée par la précocité et donc la plus forte puissance du faciès bitumineux au Nord.

Les schistes cartons de la zone à *Falcifer* sont généralement dépourvus de brachiopodes benthiques, (asphyxiés ou ne trouvant pas de support solide vu la sédimentation argileuse) mais ils ont conservé des troncs d'arbres coulés ou des coquilles de grandes ammonites, couverts de brachiopodes ou de bivalves, qui y ont trouvé un bon support de vie (par exemple, fouilles MNHN Luxembourg à Bascharage, 1992); on trouve parfois aussi une abondance de Bivalves benthiques, comme *Inoceramus* et *Ostrea*. Ceci témoigne donc épisodiquement d'une oxygénation suffisante de la tranche d'eau sus-jacente au sédiment resté anoxique (vu l'absence de bioturbation), favorisée par les turbulences et par des pulsations épirogéniques du niveau de l'eau .

5. Conclusions

5.1. On met en évidence pour la première fois sur l'auréole orientale du Bassin de Paris les Couches à *Leptaena* , jusqu'ici connues seulement sur ses bordures occidentale et méridionale (extension sur près de 400 Km.): en Lorraine, ces "Couches à *Leptaena* ("Koninckella ") sont confirmées au sommet et au sein de la zone à *Tenuicostatum-Semicelatum*.

5.2. Corrélations sur une large aire géographique entre les variantes de la succession suivante (parfois affectée de lacunes), et contenant la transition de la zone à *Falcifer*, via la zone à *Semicelatum*, à la zone à *Spinatum*, soit du Toarcien au Domérien:

- Base des Schistes cartons papyracés, avec Poissons , Reptiles, Insectes .
- Couches à ossements et faune de Brachiopodes micromorphes, ou niveau lithifié équivalent au Grès de Bourmont, à *Tenuicostatum*, ou couches de dégradation (limonite, gypse : Athus à la Rue de Rodange, Soleuvre sur le tracé de l'autostrade à travers les terrains de l'Arbed) ou lacune
- Marnes micacées gris-bleu à faune de mollusques brachiopodes ("*Leptaena* ", "*Koninckella*") et bivalves micromorphes; ou schistes

papyracés (par exemple, à Bettembourg), ou lacune ; Zone à *Tenuicostatum* .

- Marnes micacées gris-bleu, ou lacune
- Marnes micacées gris-bleu, ou faciès schistoïde, ou lacune ; Zone à *Spinatum* .
- Macigno, ou Banc de Roc, ou Marlstone, Zone à *Spinatum* .

Cette succession se situe partout entre les Schistes à Poissons et Reptiles, au-dessus, et le “ Grès médioliasique “ ou “ Macigno “ ou “ Banc de Roc “ ou “ Marlstone “ , au-dessous.

La zone corrélée s'étend d'Ouest en Est = du Somerset à la Lorraine via la Normandie, et du Nord au Sud = de la Lorraine au Portugal, via le Pic Saint-Loup.

Les couches à *Leptaena* -*Koninckella* dans le Bassin germanique sont signalées également dans le Toarcien du Württemberg.

6. Notion d'événements géobiologiques et couches-repères.

6.1. D'un point de vue stratigraphique

Le niveau à ossements ou la Couche à *Leptaena* est un bon exemple d'événement géologique, repère chronologique potentiel au sein de variations lithologiques (diachronisme de la sédimentation des “ Schistes “ cartons ou bitumineux). Par exemple, à Ludres, la mince couche à ossements repose encore sur une couche de Schistes bitumineux eux-mêmes reposant sur les marnes gris-bleu micacées ; donc la couche à ossements est intercalée dans les Schistes au lieu de s'y trouver à l'extrême base comme à Ottemt. Si la couche à ossements est un même événement chronologique à Aubange et à Ludres, il y a bien diachronisme de la sédimentation bitumineuse, comme MAUBEUGE (1951) l'a déjà observé à Bettembourg, où *Pleuroceras spinatum* se trouve déjà en faciès Schiste bitumineux papyracé. On peut néanmoins émettre des réserves sur l'absolue simultanéité des faunes micromorphes à la base du Toarcien: des conditions environnementales

semblables n'ont peut-être affecté que successivement différentes zones du Bassin, au sein d'un intervalle chronologique plus ou moins court.

6.2. D'un point de vue biologique

Comme signalé plus haut, les couches à *Leptaena*, événement relativement précis succédant à une phase anoxique, illustrent la complexité d'interprétation d'une variation faunique comme interrelation, à divers degrés possibles, d'une modification d'environnement et d'une évolution taxinomique superposée, préalable ou consécutive : le phénomène de nanification touchant des brachiopodes aussi bien que des bivalves, on imagine plutôt la sélection d'allèles "taille réduite" existant déjà dans les génotypes de la population plutôt que des mutations rapidement sélectionnées.

Il faut de plus envisager la colonne d'eau dans toute sa hauteur et bien différencier les différents niveaux de vie : les extinctions ou variations fauniques envisagées ici concernent les faunes micromorphes du benthos, et non pas la faune pélagique qui s'y est déposée et conservée.

6.3. Les couches à *Coeloceras crassum*

Remarquons la valeur de repère également, plus haut dans le Toarcien, des couches à *Coeloceras crassum*. Il s'agit cette fois d'une couche « oxygénée », intercalée dans les séries du Toarcien inférieur et moyen, un niveau bioclastique de condensation phosphatée pouvant se présenter sous forme d'une marne conglomératique, d'une marne "sableuse", d'un calcaire conglomératique, ou de l'association d'une marne et de nodules conglomératiques. Elle a été mise en évidence en Lorraine d'Ouest en Est en Belgique à Lamorteau (observation inédite), Saint-Mard, Halanzy, en France à Longlaville (DELSATE, 1990), au Luxembourg à Sanem, Belvaux-Esch, Dudelange (MAUBEUGE, 1958), en France à Fécocourt et à Ludres (MAUBEUGE, 1955), jusqu'au sondage de Belleville (Verdun), où la couche a été reconnue à - 627,8 m (MAUBEUGE, 1952, 1955, 1956) ainsi qu'au départ des Vosges, sur l'autostrade vers Chatenois (MAUBEUGE, 1988). Ce qui constitue une extension stupéfiante pour un mince niveau: extension continue en Lorraine, sur plus de 60 km d'Ouest en Est (soit de Lamorteau à Dudelange, ou de Belleville à Ludres-Nancy) et plus de 140 Km du Nord au Sud (soit de Lamorteau-Dudelange à Chatenois (Vosges). Sa faible

puissance (généralement 20-30 cm, maximum 160 cm à Dudelange , MAUBEUGE 1958) et sa faune bien caractéristique, témoin également d'un événement chronogéologique précis, probablement une rapide variation du niveau de la mer, en font aussi un bon repère au sein du Toarcien. Encore une fois, il y a sujet à de belles études pour déterminer les causes de cet événement (régression ? milieu turbulent soumis à l'action des vagues, extinctions massives). A Longlaville, il semble que les deux niveaux repères évoqués ici puissent se retrouver sur une même coupe, comme sur l'autostrade vers Chatenois (MAUBEUGE,1988) ; néanmoins les Couches à ossements, contenant d'ailleurs également des Brachiopodes des Couches à *Leptaena* , n'ont été retrouvées qu'en déblais, apparemment intercalées dans les schistes papyracés..

7. Remerciements

Je remercie chaleureusement le Dr Pierre MAUBEUGE (Nancy) pour sa relecture de ce travail et ses conseils, ainsi que Mr Ben LAENEN (Anvers) pour l'intérêt qu'il a porté à l'étude de la coupe d'Aix-sur-Cloie et de la transition Pliensbachien-Toarcien en Lorraine, ainsi que pour sa permission d'utiliser ses résultats dans le présent travail.

8. Bibliographie :

- AGER 1956-1967: A Monograph of the British Liassic Rhynchonellidae. Pal.Society, p.139, London
- ARKELL, W.J., 1933: The Jurassic System in Great Britain, Oxford University Press
- ALLOUC, J. & S.GUERIN-FRANIATTE, 1981: Le Domérien supérieur et le Toarcien inférieur en Lorraine centrale : Nouvelles observations lithostratigraphiques et biostratigraphiques à Jouy-aux-Arches, près Metz (Moselle). Bull. Inf. Géol. Bassin. Paris, Vol.18, N°2, p.45-50.
- BASSOULLET, J.-P., & F.BAUDIN, 1991 : Le Toarcien inférieur : une période de crise dans les bassins et sur les plates-formes carbonatées de l'Europe du Nord-Ouest et de la Téthys, Géobios, MS.17, pp. 645-654.

- BASSOULLET, J.P., LACHKAR, G., BAUDIN, F., BENSILLI, K.H., BLANC, P., BOUTAKIOUT, M., DEPECHE, F., ELMI, S. & C. RUGET, 1991 : Stratigraphie intégrée dans le Toarcien du Maroc, (Rides sud-rifaines et Moyen-Atlas). Bull. Soc. Géol. de France , 162, 5, pp. 825-839.
- BIGOT 1949: Sur l'âge de la couche à *Leptaena* en Normandie, C.R.somm.Soc.Géol.France, p.132
- BIGOT, 1949: Idem ,Bull. Soc.linn.Normandie, t.6, 150
- BOULVAIN, F., DELSATE, D. & P.L.MAUBEUGE, 1995: Description et interprétation stratigraphique de quatre sondages dans le Secondaire de la Gaume (Neulumont, Aubange, Saint-Mard et Toernich). Professional Paper, Service Géologique de Belgique, Bruxelles. 51 p.
- CHOFFAT, P., 1880: Etude stratigraphique et paléontologique des terrains jurassiques du Portugal. I. Le Lias et le Dogger au Nord du Tage. Section des travaux géologiques du Portugal. Lisbonne. Imprimerie de l'Académie Royale des Sciences, 72 p.
- DEAN,W.T., DONOVAN, D.T. & M.K.HOWARTH,1961 : The Liassic Ammonite zones and subzones of the north-west European Province. Bull. British Museum (Natural History), Vol.4 (10), pp 438-505 + 75 Pl. London.
- DELSATE, D., 1990: Deux nouveaux horizons à Vertébrés (Chondrichthyes-Elasmobranchii et Osteichthyes -Actinopterygii) dans le Toarcien belge et limitrophe (Lorraine) : Synthèse stratigraphique et profils nouveaux. Professional Paper 1990 / 1, N°242, 53 pages.
- DELSATE, D. & J.C.LEPAGE, 1990: Découverte d'une faune originale d'Elasmobranches dans les phosphates du Toarcien lorrain (couche à *Coeloceras crassum*). Bull.Ac.Soc.lor.Sciences, 29 (3), 153-161, Nancy.

- DELSATE, D., HERMAN, J. & J.C.LEPAGE, 1989: Nouvelles faunes d'Elasmobranches du Toarcien de la Lorraine belge . Bull.Soc.belge Géologie, 98-1, 77-80, Bruxelles.
- DELSATE, D., HENROTAY, M. & P.GODEFROIT, 1992: Présence d'Insectes dans le Toarcien inférieur de la Belgique. Bull.Soc.belge Géologie, 100 / 1-2, pp.147-153, Bruxelles.
- EUDES-DESLONGCHAMPS, J.A & E. , 1858: Mémoire sur la Couche à *Leptaena*. Bull.Soc.linn.Normandie (Caen) III, p.152-159.
- GODEFROIT, P. & D.NOLF, 1991: Les vertébrés fossiles des terrains mésozoïques de Lorraine belge et les récentes fouilles de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Bull.info.Géol.Bassin Paris, 28 (2), pp.3-12.
- HALLAM, A. ,1975 : Jurassic environments, Cambridge University Press, 269 pp.
- HALLAM, A., 1984 : Continental humid and arid zones during the Jurassic and Cretaceous. Palaeoeco., Palaeoclim., Palaeoecol., 47: pp. 195-223.
- LAENEN, B., 1991 : Ammonietenfauna en afzettingsmilieu van de basis van de Formatie van Grandcourt te Aix-sur-Cloie (overgang Pliensbachiaan-Toarciaan van Belgisch Luxemburg). Katholieke Universiteit Leuven. Dept Geologie-Geografie, afdeling Historische Geologie . Licenciaatsverhandeling.
- MAUBEUGE, P.L., 1948: Sur un nouvel horizon paléontologique du Lias supérieur dans l'Est de la France. Bull.Soc.Géol.France (5), t.XVIII, pp.59-68.
- MAUBEUGE, P.L., 1952: Le Lias supérieur du sondage de Belleville près de Verdun (Meuse) .C.R.Ac.Sc., t.234, pp.2212-2214, Paris.

- MAUBEUGE, P.L., 1952: Sur la présence de la zone à *Dactylioceras semicelatum* dans le Grand-Duché de Luxembourg. Bull.Soc.belge Géol.Paléont. Hydrol., t.LX (3), (1951), p.365-374, 3 fig.
- MAUBEUGE, P.L., 1955: Observations géologiques dans l'Est du Bassin de Paris. Nancy, Edition privée, 2 Tomes, 1082 p.
- MAUBEUGE, P.L., 1956: Les données actuelles sur la tectonique pendant le Jurassique dans l'Est du Bassin de Paris. Relations avec la sédimentation et conséquences pour la recherche des hydrocarbures. Congrès Géologique International. Session de Mexico. 1956. Section V, T.1, pp.152-167.
- MAUBEUGE, P.L., 1958: Quelques observations géologiques sur le profil de l'ex-tunnel de Dudelange (G.D.de Luxembourg), ouverte dans le Toarcien. Histoire naturelle du Pays de Luxembourg. Extrait des Archives de la section des Sciences de l'Institut Grand-Ducal. Nouvelle série, Tome XXV, pp.201-210.
- MAUBEUGE, P.L., 1960: Quelques observations sur le contact Lias moyen-Lias supérieur dans le département de la Moselle. Bull.Soc.Hist.Nat.Moselle, Metz, 38 p., 27-42.
- MAUBEUGE, P.L., 1960: Le Toarcien et le sommet du Pliensbachien dans la région de Langres (Haute-Marne) et quelques comparaisons avec la Lorraine centrale. Colloque Lias français (1960). Mém.B.R.G.M., Paris, n°4, p.563-576.)
- MAUBEUGE, P.L., 1960: Quelques observations sur le contact Lias moyen - Lias supérieur dans le département de la Moselle. Bull.Soc.Hist.Nat.Moselle, 38, pp.27-42.
- MAUBEUGE, P.L., 1976: Existence de la Zone à *Dactylioceras semicelatum* dans le Département des Ardennes. Bull.ac.Soc.Lor.Sc., T. 15 (2), pp.71-74.
- MAUBEUGE, P.L., 1988: Données stratigraphiques et tectoniques nouvelles sur le Toarcien et le Jurassique moyen au passage de l'autostrade de

- Lorraine, à la limite Vosges - Meurthe et Moselle.
Bull.Ac.Soc.Lor.Sc., 1988, 27 (2).
- MOORE, C., 1867 : Proc.Somerset Arch.Nat.Hist.Soc., Vol XIII, pp.130-133
- OPPEL, 1856 : Die Juraformation.
- PARISI, G., ORTEGA-HUERTAS, M., NOCCHI, M., PALOMO, I.,
MONACO, P. & F. MARTINEZ, 1996 : Stratigraphy and
geochemical anomalies of the Early Toarcian oxygen-poor interval in
the Umbria-marche Apennines (Italy). *Geobios*, 29, 4, pp. 469-484,
Villeurbanne.
- PREAT, A & M. BERTRAND, 1995: Sciences et Hasard. Fondation Lucia de
Brouckère. ULB, Bruxelles.
- PRAUSS, M. & W. RIEGEL, 1989 : Evidence from phytoplankton
associations for causes of Black Shales formation in epicontinental
seas. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Mh.*, Band 11, p.
671-682.
- RIOULT, M. 1980 : Synthèse géologique du Bassin Paris. Mémoires
B.R.G.M. (103). Pp.82-83.
- RUGET, C, 1985 : Les Foraminifères (Nodosariidés) du Lias inférieur de
l'Europe occidentale. *Doc.Lab.Géol.Lyon*, 94 : 273 pp.