

**The sauropod dinosaur *Cetiosaurus* OWEN in the Bathonian
(Middle Jurassic) of the Ardennes (NE France):
insular, but not dwarf**

**[Le sauropode dinosaurien *Cetiosaurus* OWEN dans le Bathonien
(Jurassique Moyen) des Ardennes (NE France) :
insulaire, mais pas nain]**

Eric BUFFETAUT¹

Bernard GIBOUT²

Isabelle LAUNOIS³

Claude DELACROIX⁴

Abstract: A chevron bone from a Lower Bathonian oolitic limestone in the Ardennes (NE France) is referred to the sauropod dinosaur *Cetiosaurus* OWEN, previously known from the Middle Jurassic of England, on the basis of its rod-like distal end. This is the first well attested occurrence of *Cetiosaurus* in France. The presence of *Cetiosaurus* remains in the Bathonian of both Oxfordshire and the Ardennes is explainable by the fact that these regions were situated on the margin of the London-Brabant Massif land area, on which sauropod populations apparently lived. Contrary to the condition observed in other sauropods found in insular environments, there is no evidence of dwarfism in *Cetiosaurus* from the London-Brabant Massif, probably because this emergent area was connected to the much larger Fennoscandian Shield.

Key Words: Sauropoda; *Cetiosaurus*; chevron bone; Bathonian; Ardennes; France.

Citation : BUFFETAUT E., GIBOUT B., LAUNOIS I. & DELACROIX C. (2011).- The sauropod dinosaur *Cetiosaurus* OWEN in the Bathonian (Middle Jurassic) of the Ardennes (NE France): insular, but not dwarf [Le sauropode dinosaurien *Cetiosaurus* Owen dans le Bathonien (Jurassique Moyen) des Ardennes (NE France) : insulaire, mais pas nain].- *Carnets de Géologie / Notebooks on Geology*, Brest, Letter 2011/06 (CG2011_L06), p. 149-161.

Résumé : Un os chevron provenant d'un calcaire oolithique du Bathonien inférieur des Ardennes (NE de la France) est rapporté au dinosaure sauropode *Cetiosaurus* OWEN, connu précédemment dans le Jurassique moyen d'Angleterre, à cause de son extrémité distale en baguette. C'est le premier indice bien attesté de la présence de *Cetiosaurus* en France. La présence de restes de *Cetiosaurus* à la fois dans l'Oxfordshire et dans les Ardennes s'explique par le fait que ces régions étaient situées sur la marge du Massif Londres-Brabant, terre émergée sur laquelle vivaient apparemment des populations de dinosaures. Contrairement au cas d'autres sauropodes dans des environnements insulaires, il n'y a pas de traces de nanisme chez les *Cetiosaurus* du Massif Londres-Brabant, probablement parce que cette terre émergée était connectée au Bouclier Fennoscandien, beaucoup plus vaste.

Mots-Clefs : Sauropoda ; *Cetiosaurus* ; os chevron ; Bathonien ; Ardennes ; France.

English version

1. Introduction

Shallow marine carbonates of Bathonian age are well represented on the south-western margin of the Palaeozoic massif of the Ardennes, in

north-eastern France. Although they have yielded abundant invertebrate fossils (FISCHER, 1969), very few vertebrate remains have been reported. FISCHER (1969) mentions only a few fish teeth and a possible turtle egg. More recently, fish and crocodylian teeth were repor-

¹ * Auteur correspondant - Corresponding author
CNRS (UMR 8538), Laboratoire de Géologie de l'École Normale Supérieure, 24 rue Lhomond, 75231 Paris Cedex 05 (France)
eric.Buffetaut@sfr.fr

² 44 rue de la queue des prés, 08120 Bogny-sur-Meuse (France); Musée des Minéraux, Roches et Fossiles des Ardennes, 08120 Bogny-sur-Meuse (France)
a-m-p-b.association@wanadoo.fr

³ 41 rue de la Cense 08120 Bogny-sur-Meuse (France)

⁴ 24 rue de la Terre aux cailloux, 08200 Sedan (France)

Manuscript online since October 10, 2011

[Manuscrit en ligne depuis le 10 Octobre 2011]

ted by LIGERON (2006, 2007) from Middle to Upper Bathonian strata. In the present paper, we describe a chevron bone (haemapophysis) belonging to a large sauropod dinosaur, which represents an unexpected addition to the scanty vertebrate assemblage from the Bathonian of the Ardennes.

2. Geographical and geological setting

The specimen was discovered by one of us (C. D.) in a quarry near the village of Sapogne-et-Feuchères (Ardennes), about 10 km south-east of the city of Charleville-Mézières. According to HILLY and HAGUENAUER (1979), the Lower Bathonian oolitic limestone exposed in the Sapogne quarry, locally known as the "*Oolithe miliaire*", shows a detritic facies, with abundant quartz grains, shell fragments and broken oolites. This is the kind of matrix in which the distal end of the specimen is still partly embedded. The *Oolithe miliaire*, thus called because its ooids resemble millet grains, is a widespread facies in the French Middle Jurassic. In north-eastern France it is diachronous, being Bajocian in Lorraine (BRIGAUD *et alii*, 2009), while in the Ardennes it is referred to the Lower Bathonian (FISCHER, 1969) and can be correlated with the Zigzag and Fallax zones (BLONDEAU, 1982). According to FISCHER (1969), the Bathonian

oolitic sediments of the Ardennes were deposited in a shallow marine environment (not deeper than 10 to 20 m), close to a shoreline (5 to 15 km offshore at most). Palaeogeographical reconstructions (BRIGAUD *et alii*, 2009) show that those deposits were part of a shallow carbonate ramp and that the nearest land mass was the London-Brabant Massif.

3. Systematic description

Dinosauria OWEN, 1842

Saurischia SEELEY, 1887

Sauropoda MARSH, 1878

Cetiosauridae LYDEKKER, 1888

cf. *Cetiosaurus* OWEN, 1841

The specimen (Musée des Minéraux, Roches et Fossiles des Ardennes, Bogny-sur-Meuse, n° A775) is a chevron bone (haemapophysis), which was broken into several pieces at the time of discovery. Its distal end is still partly embedded in a hard oolitic limestone containing accumulations of shell fragments. Because of the hardness of the matrix, it has not been considered advisable to try to fully prepare the brittle distal end of the bone, but all significant features are visible. The surface of the bone is damaged in many areas.

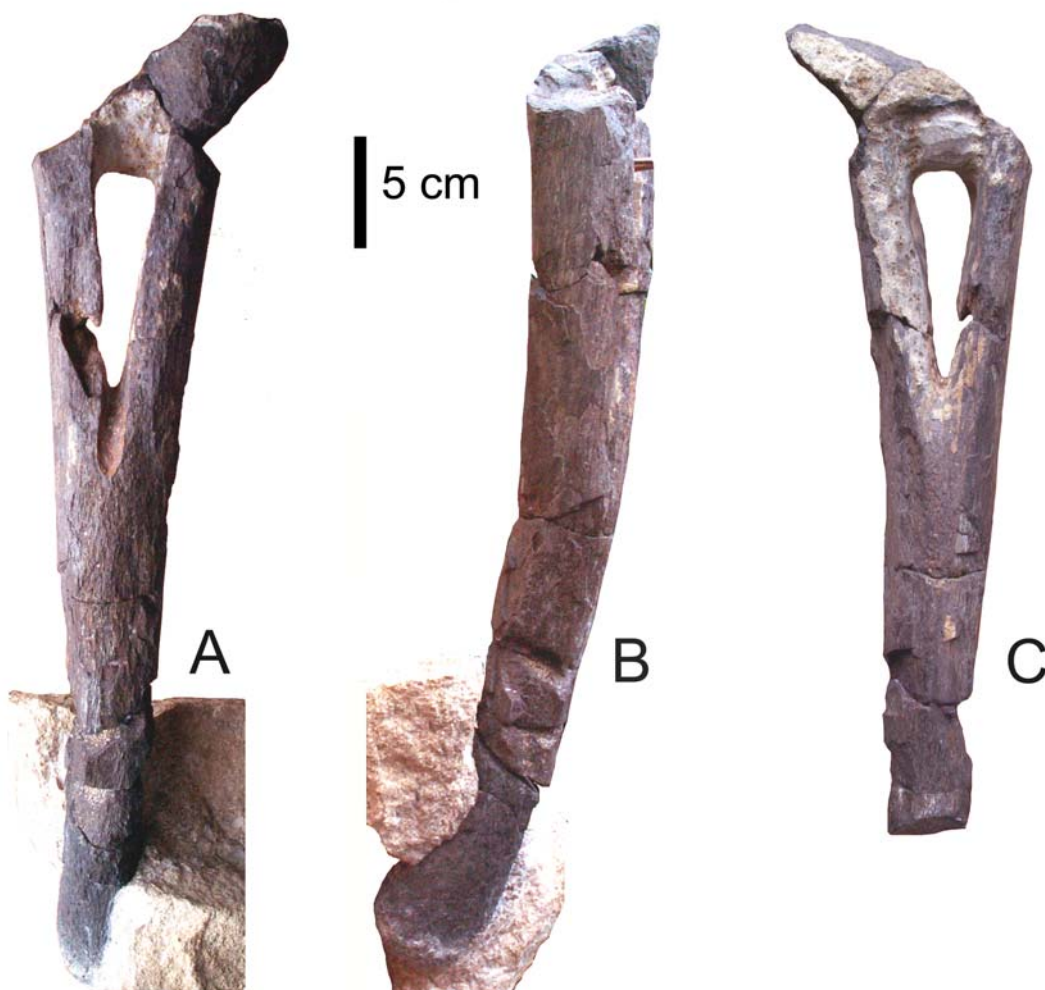


Figure 1: Chevron bone of the sauropod dinosaur *Cetiosaurus* sp. from the Bathonian of Sapogne-et-Feuchères (Ardennes, NE France), Musée des Minéraux, Roches et Fossiles des Ardennes, Bogny-sur-Meuse, n° A775. A: cranial view. B: right lateral view. C: caudal view of proximal portion.

Figure 1 : Os chevron du dinosaure sauropode *Cetiosaurus* sp. du Bathonien de Sapogne-et-Feuchères (Ardennes, NE France), Musée des Minéraux, Roches et Fossiles des Ardennes, Bogny-sur-Meuse, n° A775. A : vue craniale. B : vue latérale droite. C : vue caudale de la portion proximale.

The bone is Y-shaped in cranial and caudal views, with a long distal shaft which curves posteriorly so that the cranial margin of the bone is convex, while the caudal margin is concave (Fig. 1). The proximal region is partly destroyed, so that the articular facets with the corresponding caudal vertebra are not preserved. However, it can be seen that the two branches surrounding the haemal canal meet proximally, forming a bony bridge, so that the canal is completely enclosed in bone, rather than open at its proximal end. The canal itself has a V-shaped outline, is elongate longitudinally, and still partly filled with matrix. Distally, the canal is continued by a groove on both the cranial and caudal faces of the bone. Farther distally, the grooves are replaced by weak ridges which extend down the midlines of the shaft.

The shaft is slightly wider transversely (54 mm) than craniocaudally (50 mm) at the level of the distal end of the haemal canal. More distally, it becomes thinner transversely, being

32 mm x 41 mm at the level of a break located 105 mm from the distal tip. The tip itself is blunt and oval in outline (Fig. 2 A). Because of this limited transversal flattening, the distal end of the shaft remains rod-like instead of becoming blade-shaped.

Measurements	
Total length	450 mm
Width at proximal end	110 mm
Length of haemal canal	90 mm

Several breaks reveal the internal structure of the bone. At the proximal end, the bony tissue is spongy in the central part and becomes more compact at the periphery. Distally, the spongy tissue forms most of the shaft, while the more compact outer area is very thin (Fig. 2 B). The distal tip has a pitted appearance (Fig. 2 A) which probably results from abrasion of the thin outer layer exposing the spongy core.

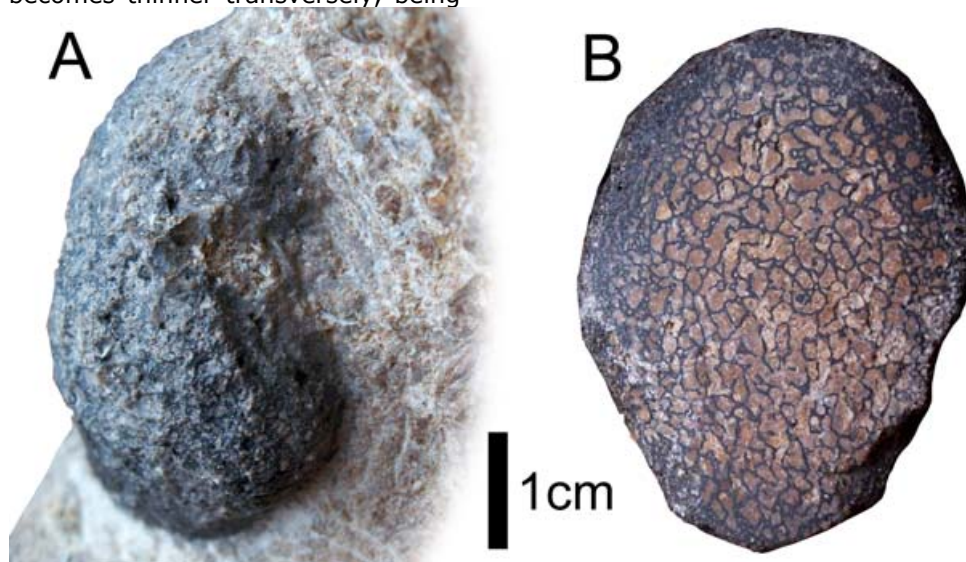


Figure 2: Chevron bone of the sauropod dinosaur *Cetiosaurus* sp. from the Bathonian of Sapogne-et-Feuchères (Ardennes, NE France), Musée des Minéraux, Roches et Fossiles des Ardennes, Bogny-sur-Meuse, n° A775. A: distal view of the blunt and rounded distal tip of the shaft. B: cross-section at the level of a break in the distal part of the shaft, showing spongy texture of the bone.

Figure 2 : Os chevron du dinosaure sauropode *Cetiosaurus* sp. du Bathonien de Sapogne-et-Feuchères (Ardennes, NE France), Musée des Minéraux, Roches et Fossiles des Ardennes, Bogny-sur-Meuse, n° A775. A : vue distale de l'extrémité distale arrondie et émoussée. B : section transversale au niveau d'une cassure dans la partie distale de la tige, montrant la texture spongieuse de l'os.

4. Comparisons and identification

The fact that the specimen was found in a marine limestone might have suggested a large marine reptile. However, the haemaphyses of Jurassic ichthyosaurs and plesiosaurs are short paired elements without a proximal connection (ROMER, 1956), which do not exhibit the long distal shaft seen in the bone from Sapogne. Y-shaped chevrons with a long distal shaft are frequent in archosaurs. The large size and general robustness of the bone indicate that it belongs to a sauropod dinosaur. The considerable elongation and straightness of the distal shaft indicate that it is an anterior chevron (posterior

chevrons tend to have a shorter and more curved shaft).

The character of sauropod chevrons most frequently used for systematic purposes is the distal bifurcation found in the middle part of the tail in diplodocoids and various other taxa (UPCHURCH *et alii*, 2004). This character is not present in the specimen from Sapogne, which in any case is probably too anterior to show it. Nevertheless, the fossil from the Ardennes shows some distinctive characters which allow a fairly precise identification.

As noted by UPCHURCH & MARTIN (2003), the bony bridge closing the haemal canal proximally is a plesiomorphic state found in various groups

of relatively basal sauropods. Its presence in "prosauropods" such as *Plateosaurus* (see HUENE, 1926) and *Lufengosaurus* (see YOUNG, 1941) supports its plesiomorphic status. Its occurrence in the specimen from Sapogne excludes the latter from the Camarasauromorpha.

What separates the specimen from Sapogne from most other sauropods is the lack of significant lateral flattening of its shaft and distal end. As noted above, the region just distal to the haemal canal is wider transversely than cranio-caudally and the distal end of the shaft is rod-like. The usual condition in sauropods is that distally to the haemal canal the chevron bone gradually becomes very flat transversely, forming a blade that is cranio-caudally expanded but very narrow from side to side. This condition is already present in basal forms such as *Vulcanodon* (COOPER, 1984) - as well as in "prosauropods" (YOUNG, 1941) - and is very widespread among the group, as noted by UP-

CHURCH & MARTIN (2002). Middle Jurassic sauropods showing blade-shaped chevrons include, for instance, *Patagosaurus* (BONAPARTE, 1986), *Shunosaurus* (ZHANG, 1988) and *Omeisaurus* (HE *et alii*, 1988). It appears that the only known sauropod genus in which chevrons are not transversely compressed and terminate in a rounded and blunt tip rather than in a blade is *Cetiosaurus*, from the Middle Jurassic of England (PHILLIPS, 1871; OWEN, 1875; UPCHURCH & MARTIN, 2002, 2003). As noted by UPCHURCH & MARTIN (2002, p. 1066), in anterior chevrons of *Cetiosaurus* "the remainder of the shaft is sub-circular in cross-section, even close to the distal end itself. The latter feature distinguishes the Rutland and Oxford specimens from other sauropods where the anterior chevrons terminate in an anteroposteriorly expanded and transversely compressed distal blade". Comparison of the Sapogne specimen with the

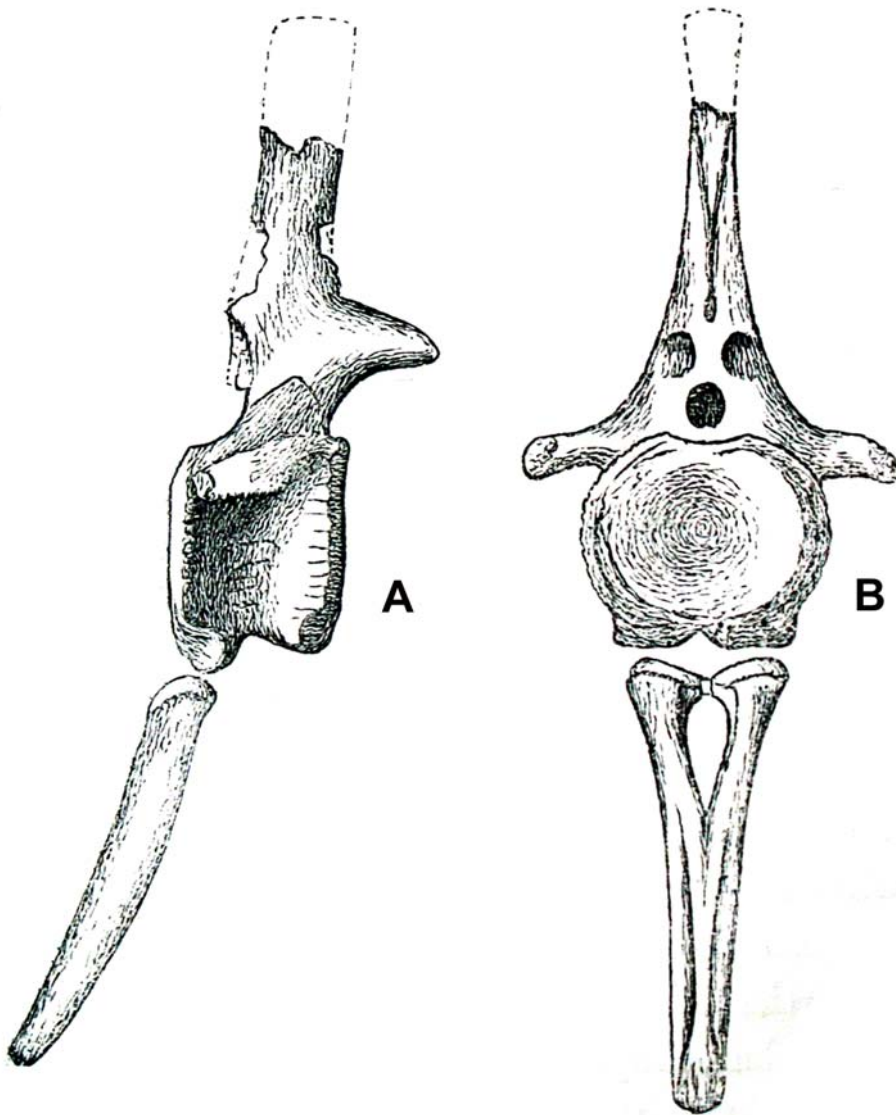


Figure 3: Chevron bone of *Cetiosaurus oxoniensis*, OUMNH J13664, from Bletchington, Oxfordshire, articulated with a caudal vertebra, in right lateral (A) and posterior (B) views (after PHILLIPS, 1871, modified). Length of the chevron: 355 mm.

Figure 3 : Os chevron de *Cetiosaurus oxoniensis*, OUMNH J13664, de Bletchington, Oxfordshire, articulé avec une vertèbre caudale, en vues latérale droite (A) et postérieure (B) (d'après PHILLIPS, 1871, modifié). Longueur du chevron : 355 mm.

descriptions of the Late Bajocian Rutland skeleton and the Bathonian Bletchingdon specimens, and direct examination of the latter in the Oxford University Museum of Natural History (OUMNH), reveal many similarities in proportions, the presence of longitudinal ridges and especially in the rod-like rather than blade-like shape of the distal end (Fig. 3). The French specimen does show a feeble lateral compression of the distal tip, which is oval in cross-section, rather than more or less circular as in the only completely preserved anterior chevron from Bletchingdon (OUMNH J13664). However, chevron LCM G468.1968 from Rutland, as figured by UPCHURCH & MARTIN (2002), shows a slight transversal flattening of the distal tip which is at least as marked as in the specimen from Sapogne, so there is obviously some variability in this respect. Chevrons clearly exhibit different shapes according to their position along the tail, to which may be added a certain amount of individual variation.

The significance of this peculiar morphology seen in the anterior chevrons of *Cetiosaurus* was emphasized by UPCHURCH & MARTIN (2003, p. 216), who listed it among the five autapomorphies they recognised for *Cetiosaurus oxoniensis* OWEN, as follows: "**distal shafts of anterior chevrons are anteroposteriorly compressed and do not taper to a transversely flattened distal end**". The above-mentioned similarities between the Sapogne specimen and the various *Cetiosaurus* chevrons from England, not found in other sauropods, lead us to conclude that A775 can be referred to the genus *Cetiosaurus*. Following the revision by UPCHURCH & MARTIN (2003), it appears that the only valid *Cetiosaurus* species is *C. oxoniensis*. However, we think that it is unadvisable to try to identify the isolated chevron from Sapogne beyond the genus level, and it is therefore referred to as *Cetiosaurus* sp.

With a length of 450 mm, the specimen is longer than the longest complete chevron in the Oxford collection (OUMNH J13664, length = 355 mm according to UPCHURCH & MARTIN, 2003). On the basis of PHILLIPS' (1871) reconstruction of a *Cetiosaurus oxoniensis* caudal vertebra with articulated chevron (Fig. 3), the tail of the Sapogne dinosaur may have had a depth of about 1 m at the level of that particular chevron. The total length of the animal, estimated on the basis of the skeletal reconstruction by HUENE (1932), may have been close to 20 m.

5. Palaeobiogeographical remarks

As mentioned above, the Oolithe miliaire of the Ardennes was deposited in a shallow marine environment not far from a land area. The chevron bone described in the present paper appears to be the first dinosaur specimen to be reported from the Bathonian of the Ardennes, which has yielded few vertebrate remains. The only other report of a sauropod dinosaur from the Middle Jurassic of north-eastern France

seems to be the brief mention by MAUBEUGE (1950) of a large rib from the Upper Bajocian (*Parkinsonia parkinsoni* zone) of Maxéville, in the Nancy region (Meurthe-et-Moselle). According to MAUBEUGE, the specimen was identified by HUENE as belonging to a "**giant sauropod dinosaur**", but it was neither described nor illustrated.

The bone from Sapogne can probably be interpreted as an element of a carcass that drifted out to sea and gradually decayed, with isolated skeletal elements dropping to the bottom. Such cases are not uncommon in the French dinosaur record (BUFFETAUT, 1994). As noted above, in Bathonian times the nearest emergent area was the London-Brabant Massif (BRIGAUD *et alii*, 2009), the shoreline being only a few kilometres away to the north, and it is on this land mass that the sauropod from Sapogne very probably lived. This also applies to the sauropod from Maxéville mentioned by MAUBEUGE (1950). Other land areas (Armorican Massif, Bohemian Massif) were located much farther away (see map in BRIGAUD *et alii*, 2009, Fig. 4). Interestingly, the localities which have yielded *Cetiosaurus* remains in England are on the western margin of the London-Brabant Massif. In particular, the abundant *Cetiosaurus* material from Bletchingdon Station in Oxfordshire is from the Forest Marble Formation, which was deposited along the shoreline (ALLEN & KAYE, 1973) of the London-Brabant Massif. The Oxfordshire and the Ardennes *Cetiosaurus* thus both appear to have lived on the same land mass (Fig. 4). From a stratigraphic point of view, the specimen from the Lower Bathonian of Sapogne occupies an intermediate position between the Rutland *Cetiosaurus*, from the Freshwater Series of the Rutland Formation (Upper Bajocian: UPCHURCH & MARTIN, 2002), and the *Cetiosaurus* remains from Bletchingdon, Oxfordshire, which come from the Forest Marble Formation (PHILLIPS, 1871; UPCHURCH & MARTIN, 2003), considered as Upper Bathonian (TORRENS & HUDSON, 1980).

The chevron bone from Sapogne appears to be the first well-supported record of *Cetiosaurus* from France. SAUVAGE (1874) described as *Cetiosaurus rigauxi* an isolated vertebra from the Kimmeridgian of the Boulonnais (northern France), but later recognised that it belonged to a pliosaur (SAUVAGE, 1903). An incomplete sauropod skeleton from the Bathonian of Calvados (Normandy, NW France) was initially tentatively referred to a "**cetiosaur**" (COLLIN *et alii*, 2007), but a recent study considers it as a basal camarasauromorph (LÄNG, 2008). BENSON (2010) commented that both *Megalosaurus* and *Cetiosaurus*, while well represented in the Bathonian of England, seem to be absent in France. He further noted (BENSON, 2010, p. 914) that "**if *Cetiosaurus* and *Megalosaurus* were genuinely absent in the Bathonian of France, this implies the presence of a physical or environmental barrier preventing mixing between the Batho-**

nian dinosaur faunas of Britain and France. During the Bathonian, much of Britain and Europe were covered with shallow epicontinental seas, with areas of high ground forming substantial insular landmasses [...]. It is possible that dispersal between these landmasses was limited, leading to high levels of endemism that may explain the apparently restricted distributions of *Cetiosaurus* and *Megalosaurus*". Dinosaur remains from the marine Middle Jurassic of Normandy were in all likelihood derived from the emergent Armorican Massif (BUFFETAUT, 1995), which is not the likeliest source for the dinosaur remains from the Bathonian of Ox-

fordshire, since this area was much closer to the London-Brabant Massif. If *Cetiosaurus* and *Megalosaurus* are indeed absent in the Bathonian of Normandy (which is far from being demonstrated, especially in the case of the latter), BENSON's hypothesis may be a plausible explanation for the faunal differences between Normandy and England. Conversely, the occurrence of *Cetiosaurus* remains both in Oxfordshire and in the Ardennes is not surprising, since both areas were in very close proximity to the London-Brabant land mass, where these sauropods in all likelihood lived.

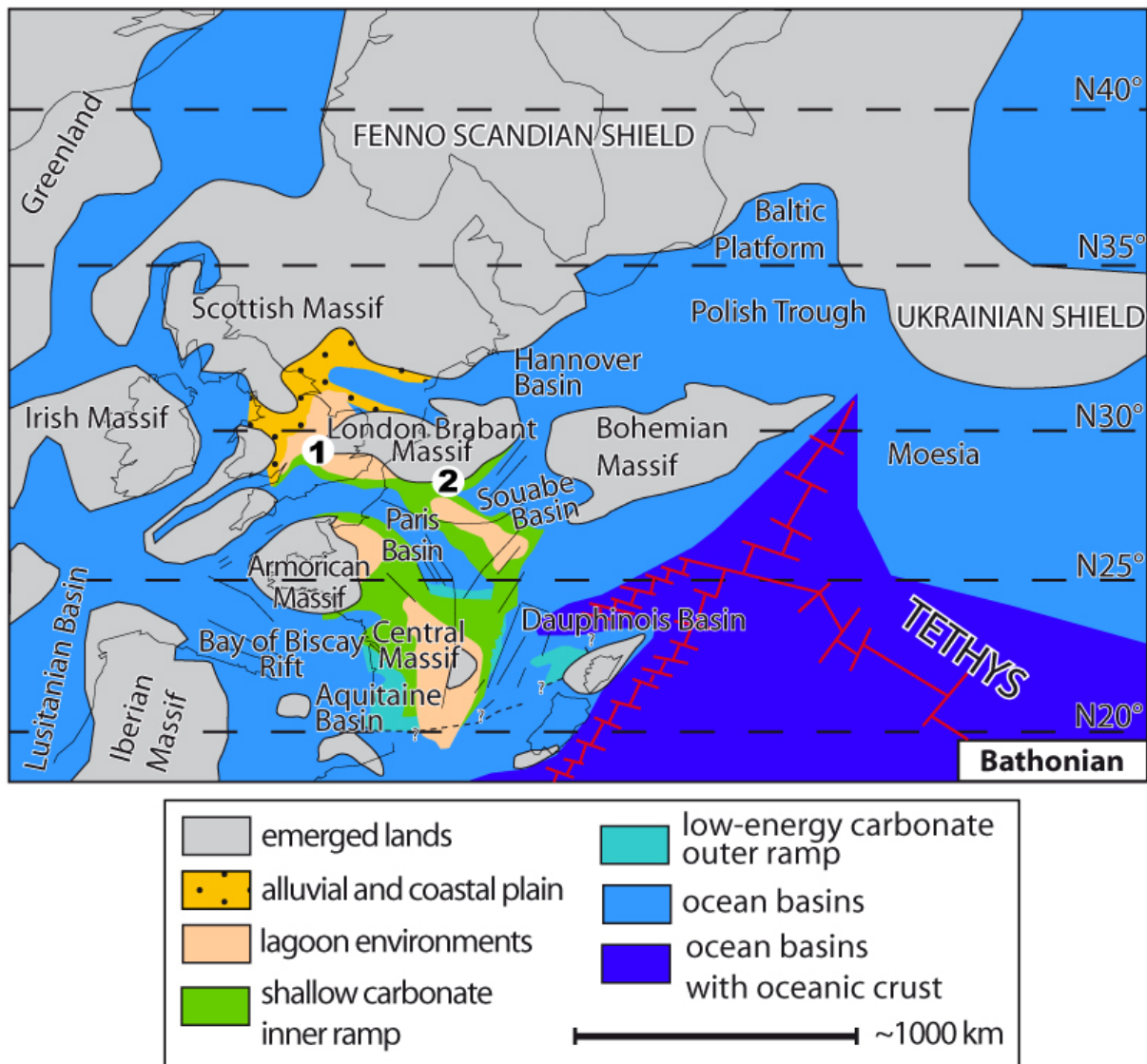


Figure 4: Palaeogeographical map of Europe during the Bathonian (modified after BRIGAUD *et alii*, 2009), showing the location of the *Cetiosaurus* localities in Oxfordshire (1) and the Ardennes (2) on the margins of the London-Brabant Massif. Lagoonal and coastal plain environments connect the London-Brabant Massif with the Fenno-Scandian Shield, providing a dispersal route for terrestrial organisms.

Cetiosaurus could probably reach a length of at least 20 m. The occurrence of such a large dinosaur on the London-Brabant Massif, which was not a very extensive land mass, may seem surprising. "Dwarf" sauropods reported from insular environments include *Europasaurus*, from the Kimmeridgian of Germany, which

inhabited a land mass less than 200,000 square kilometres in area (SANDER *et alii*, 2006), and *Magyarosaurus*, from the Maastrichtian of Romania, which lived on the "Hațeg island", for which an area of about 80,000 square kilometres (about the size of Hispaniola) has been suggested (BENTON *et alii*, 2010). Recent

reconstructions (BRIGAUD *et alii*, 2009) suggest that during the Bathonian the London-Brabant Massif may have had an area of about 100,000 square kilometres, about the size of Cuba. Dwarfism would be expected in dinosaurs living on an island of that size. Nevertheless, *Cetiosaurus* was by no means a dwarf sauropod. The explanation for this apparently paradoxical situation may lie in the palaeogeographical framework of the European archipelago during the Bathonian. As shown by the map by BRIGAUD *et alii* (2009, Fig. 4), the London-Brabant Massif was then connected with the Fenno-Scandian Shield by lagoonal and coastal plain environments in the region of present-day England, which made dispersal of terrestrial organisms possible between the two land areas (Fig. 4). The emergent Fenno-Scandian Shield extended from the North Atlantic to the region of present-day Ukraine and covered a large area of northern Europe. It was many times the size of the London-Brabant Massif, occupying an area of several million square kilometres and thus providing ample space for populations of large sauropods. Within such a palaeogeographical framework, the large size of the *Cetiosaurus* remains from England and the Ardennes is not unexpected.

6. Conclusions

The chevron from Sapogne appears to be the first reasonably well attested evidence from France of *Cetiosaurus*, the first sauropod dinosaur to have received a scientific name (OWEN, 1841) and to have been described in some detail (PHILLIPS, 1871). It may also be the first well supported record of that genus outside England. As noted by UPCHURCH & MARTIN (2003), *Cetiosaurus* was hitherto known with any certainty only from England, with the single species *C. oxoniensis*, since the species "*Cetiosaurus*" *mogrebiensis*, described by LAPPARENT (1955) from the Bathonian of Morocco, cannot clearly be referred to that genus.

The occurrence of *Cetiosaurus* in the Bathonian of the Ardennes is not really unexpected, since the English material comes from a very similar palaeogeographical setting, viz. occurs on the margin of the London-Brabant Massif. At that time, this region was an emergent area which apparently was inhabited by *Cetiosaurus* populations. Whether that sauropod genus was endemic to that insular land mass, as suggested by BENSON's remarks (2010), remains to be demonstrated. However that may be, the fragmentation of Europe into a number of "islands" during the Middle Jurassic certainly may have led to some endemism among dinosaur populations.

Acknowledgements

Thanks to Paul JEFFERY (Oxford University Museum of Natural History) for access to the *Cetiosaurus* material from Bletchington, to Florence QUESNEL (BRGM, Orléans) for literature

on the Bathonian of the Paris Basin, to Benjamin BRIGAUD for providing a palaeogeographical map, to Bruno GRANIER for his help with Fig. 4, and to Zoltan CSIKI, Jean LE LOEFF and Sura-vech SUTEETHORN for their useful reviews.

Version française

1. Introduction

Des carbonates marins peu profonds d'âge bathonien sont bien représentés sur la marge sud-ouest du massif paléozoïque des Ardennes, dans le Nord-Est de la France. Alors qu'ils ont livré d'abondants invertébrés fossiles (FISCHER, 1969), très peu de restes de vertébrés ont été signalés. FISCHER (1969) ne mentionne que quelques dents de poissons et un possible œuf de tortue. Plus récemment, des dents de poissons et de crocodiliens ont été signalés par LIGERON (2006, 2007) dans des niveaux du Bathonien moyen à supérieur. Dans le présent article, nous décrivons un os chevron (ou hémapophyse) appartenant à un grand dinosaure sauropode, qui constitue une addition inattendue au maigre assemblage de vertébrés connu dans le Bathonien des Ardennes.

2. Cadre géographique et géologique

Le spécimen a été découvert par l'un d'entre nous (C.D.) dans une carrière proche du village de Sapogne-et-Feuchères (Ardennes), à environ 10 km au SE de la ville de Charleville-Mézières. Suivant HILLY et HAGENAUER (1979), le calcaire oolithique du Bathonien inférieur localement connu sous le nom d' "*Oolithe miliaire*" visible dans la carrière de Sapogne montre un faciès détritique avec d'abondants grains de quartz, des fragments de coquilles et des oolithes brisées. C'est le type de gangue dans lequel l'extrémité distale du spécimen est encore partiellement incluse.

Le faciès de l'Oolithe miliaire, ainsi nommée parce que ses grains évoquent des grains de mil, est diachronique dans le Nord-Est de la France, d'âge Bajocien en Lorraine (BRIGAUD *et alii*, 2009) alors que dans les Ardennes il est attribué au Bathonien inférieur (FISCHER, 1969) et peut être corrélé avec les zones à Zigzag et Fallax (BLONDEAU, 1982). D'après FISCHER (1969), les sédiments oolithiques bathoniens des Ardennes se sont déposés dans un milieu marin peu profond (pas plus de 10 à 20 m), à proximité d'un rivage (5 à 15 km au maximum). Les reconstitutions paléogéographiques montrent que ces dépôts font partie d'une rampe carbonatée peu profonde et que la terre émergée la plus proche était le Massif Londres-Brabant (BRIGAUD *et alii*, 2009).

3. Description systématique

Dinosauria OWEN, 1842

Saurischia SEELEY, 1887

Sauropoda MARSH, 1878

Cetiosauridae LYDEKKER, 1888

cf. *Cetiosaurus* OWEN, 1841

Le spécimen (Musée des Minéraux, Roches et Fossiles des Ardennes, Bogny-sur-Meuse, n° A775) est un os chevron (hémapophyse), cassé en plusieurs morceaux lors de la découverte. Son extrémité distale est encore partiellement incluse dans un calcaire oolithique dur contenant des accumulations de fragments de coquilles. A cause de la dureté de la gangue, il n'a pas été jugé souhaitable d'essayer de préparer complètement la fragile extrémité distale de l'os, mais tous les caractères significatifs sont visibles. La surface de l'os est endommagée en de nombreux endroits.

L'os est en forme de Y en vues craniale et caudale, avec une longue tige distale qui se recourbe postérieurement, de sorte que la marge craniale de l'os est convexe, alors que la marge caudale est concave (Fig. 1). La région proximale est partiellement détruite, et de ce fait les surfaces articulaires avec la vertèbre caudale correspondante ne sont pas conservées.

Cependant, on peut voir que les deux branches entourant le canal hémal se rejoignent proximale, formant un pont osseux, de sorte que le canal est complètement entouré d'os, au lieu d'être ouvert à son extrémité proximale. L'ouverture elle-même a un contour en forme de V, est allongée longitudinalement, et demeure en partie empli de gangue. Distalement, elle est prolongé par un sillon aussi bien sur la face craniale que sur la face caudale de l'os. Plus distalement encore, les sillons sont remplacés par des arêtes longitudinales peu marquées. La tige distale est un peu plus large transversalement (54 mm) que craniocaudalement (50 mm) au niveau de l'extrémité distale du canal hémal. Plus distalement, elle devient plus étroite transversalement, 32 mm x 41 mm au niveau d'une cassure située à 105 mm de l'extrémité distale. Cette extrémité elle-même est arrondie et de contour ovale (Fig. 2 A). Du fait de cet aplatissement transversal limité, l'extrémité distale de l'os ne prend pas une forme de lame mais reste en forme de baguette.

Mesures	
Longueur totale	450 mm
Largeur à l'extrémité proximale	110 mm
Longueur du canal hémal	90 mm

Plusieurs cassures montrent la structure interne de l'os. A l'extrémité proximale, le tissu osseux est spongieux dans sa partie centrale et devient plus compact à la périphérie. Distal-

lement, le tissu spongieux forme la plus grande partie de l'os, la partie externe plus compacte devenant très mince (Fig. 2 B). L'extrémité distale a un aspect piqueté (Fig. 2 A) qui résulte probablement de l'abrasion de la mince couche externe, qui expose la partie centrale spongieuse.

4. Comparaisons et identification

Le fait que le spécimen ait été trouvé dans un calcaire marin aurait pu suggérer qu'il appartenait à un grand reptile aquatique. Toutefois, les hémapophyses des ichthyosaures et des plésiosaures jurassiques sont de courts éléments pairs sans connexion proximale (ROMER, 1956), qui ne montrent pas la longue tige distale observable sur l'os de Sapogne. Des chevrons en forme d'Y sont fréquents chez les archosaures. La grande taille et la robustesse générale de l'os indiquent qu'il appartient à un dinosaure sauropode. L'allongement considérable et la faible courbure de la tige distale montrent qu'il s'agit d'un chevron antérieur (les chevrons postérieurs ont tendance à avoir une tige plus courte et plus recourbée).

Le caractère des chevrons de sauropodes le plus utilisé à des fins systématiques est la bifurcation distale que l'on rencontre à la partie moyenne de la queue chez les Diplodocoidea et divers autres taxons (UPCHURCH *et alii*, 2004). Ce caractère n'est pas présent sur le spécimen de Sapogne, probablement trop antérieur pour le présenter. Cependant, le fossile ardennais montre certains autres caractères distinctifs qui apparemment permettent une identification assez précise.

Comme l'ont noté UPCHURCH & MARTIN (2003), le pont osseux fermant proximale le canal hémal est un caractère plésiomorphe que l'on trouve chez divers groupes de sauropodes relativement primitifs. Sa présence chez des "prosauropodes" tels que *Plateosaurus* (voir HUENE, 1926) et *Lufengosaurus* (voir YOUNG, 1941) confirme son caractère plésiomorphe. Sa présence chez le spécimen de Sapogne l'exclut des Camarasauromorpha.

Ce qui sépare le spécimen de Sapogne de la plupart des autres sauropodes, c'est l'absence d'aplatissement latéral significatif de sa tige et de son extrémité distales. Comme on l'a vu plus haut, la région immédiatement distale au canal hémal est plus large transversalement que craniocaudalement et l'extrémité distale est en forme de baguette. Dans la morphologie habituelle chez les sauropodes, distalement au canal hémal le chevron devient graduellement très aplati transversalement, formant une lame qui est élargie craniocaudalement mais très étroite transversalement. Cette forme en lame est déjà présente chez des formes basales telles que *Vulcanodon* (COOPER, 1984) et elle est très répandue dans le groupe, ainsi que l'ont noté UPCHURCH & MARTIN (2002). Parmi les sauropodes du Jurassique moyen montrant des che-

vrons en forme de lame on peut citer par exemple *Patagosaurus* (BONAPARTE, 1986), *Shunosaurus* (ZHANG, 1988) et *Omeisaurus* (HE *et alii*, 1988). Il apparaît que le seul genre connu de sauropode chez lequel les chevrons ne sont pas très comprimés transversalement et se terminent par une extrémité arrondie plutôt que par une lame est *Cetiosaurus*, du Jurassique moyen d'Angleterre (PHILLIPS, 1871; OWEN, 1875; UPCHURCH & MARTIN, 2002, 2003). Comme l'ont noté UPCHURCH & MARTIN (2002, p. 1066), "le reste de la tige est subcirculaire en section transversale, même à proximité de l'extrémité distale elle-même. Ce dernier caractère distinguent les spécimens de Rutland et d'Oxford d'autres sauropodes où les chevrons antérieurs se terminent en une lame élargie antéropostérieurement et comprimée transversalement" (traduction E. B.). La comparaison de l'os de Sapogne avec les descriptions du squelette de Rutland (Bajocien supérieur) et des spécimens bathoniens de Bletchingdon, et l'examen direct de ces derniers à l'Oxford University Museum, révèlent de nombreuses ressemblances dans les proportions, la présence d'arêtes longitudinales et spécialement dans la forme en baguette plutôt qu'en lame de l'extrémité distale. Le spécimen français montre certes une faible compression latérale de l'extrémité distale, qui est ovale en section transversale plutôt que plus ou moins circulaire comme chez le seul chevron antérieur complètement conservé de Bletchingdon (OUMNH J13664). Cependant, le chevron LCM G468.1968 de Rutland, figuré par UPCHURCH & MARTIN (2002), montre un léger aplatissement transversal de l'extrémité distale, qui est au moins aussi marqué que chez le spécimen de Sapogne, et il existe donc une certaine variabilité à cet égard. Les chevrons montrent clairement des formes différentes selon leur position le long de la queue, à quoi s'ajoute sans doute une certaine variation individuelle.

La signification de cette morphologie particulière des chevrons antérieurs de *Cetiosaurus* a été soulignée par UPCHURCH & MARTIN (2003, p. 216), qui l'ont incluse parmi les cinq apomorphies qu'ils reconnaissent pour *Cetiosaurus oxoniensis* OWEN, comme suit : "les tiges distales des chevrons antérieurs sont comprimées antéropostérieurement et ne s'amincissent pas pour former une extrémité distale aplatie transversalement" (traduction E.B.). Les ressemblances mentionnées plus haut entre le spécimen de Sapogne et les chevrons de *Cetiosaurus* d'Angleterre, que l'on ne trouve pas chez d'autres sauropodes, nous conduisent ainsi à conclure qu'il peut être rapporté au genre *Cetiosaurus*. A la suite de la révision d'UPCHURCH & MARTIN (2003), il apparaît que la seule espèce valide de *Cetiosaurus* est *C. oxoniensis*. Cependant, nous pensons qu'il n'est pas souhaitable d'essayer d'identifier le chevron isolé de Sapogne au-delà du niveau du genre, et il est donc

désigné comme *Cetiosaurus* sp.

Avec une longueur de 450 mm, le spécimen de Sapogne est plus long que le plus allongé des chevrons complets dans la collection d'Oxford (OUMNH J13664, longueur = 355 mm selon UPCHURCH & MARTIN, 2003). Sur la base de la reconstitution par PHILLIPS (1871) d'une vertèbre caudale avec chevron articulé de *Cetiosaurus oxoniensis* (Fig. 3) la queue du dinosaure de Sapogne était probablement épaisse dorso-ventralement d'environ 1 m au niveau du chevron en question. La longueur totale de l'animal, estimée à partir de la reconstitution du squelette par HUENE (1932), peut avoir atteint environ 20 m.

5. Remarques paléobiogéographiques

Comme on l'a vu plus haut, l'Oolithe miliaire des Ardennes s'est déposée en milieu marin peu profond non loin d'une terre émergée. Le chevron décrit dans le présent article paraît être le premier reste de dinosaure à être signalé dans le Bathonien des Ardennes, qui a livré peu de restes de vertébrés. La seule autre mention d'un dinosaure sauropode dans le Jurassique moyen du Nord-Est de la France semble être le bref signalement par MAUBEUGE (1950) d'une côte de grande taille dans le Bajocien supérieur (zone à *Parkinsonia parkinsoni*) de Maxéville, dans la région de Nancy (Meurthe-et-Moselle). Selon MAUBEUGE, le spécimen fut identifié par HUENE comme appartenant à un "dinosaurien sauropode géant", mais il n'a été ni décrit, ni figuré.

L'os de Sapogne peut probablement être interprété comme ayant appartenu à un cadavre entraîné en mer où il flotta en se décomposant graduellement, des éléments squelettiques isolés tombant au fond. De tels cas ne sont pas exceptionnels dans le registre des dinosaures français (BUFFETAUT, 1994). Comme il a été noté plus haut, au Bathonien la terre émergée la plus proche était le Massif Londres-Brabant (BRIGAUD *et alii*, 2009), le rivage se trouvant à seulement quelques kilomètres au nord, et c'est très vraisemblablement sur cette terre qu'a vécu le sauropode de Sapogne. Cela s'applique aussi sans doute au sauropode de Maxéville mentionné par MAUBEUGE (1950). Les autres terres émergées (Massif Armoricaire, Massif de Bohême) étaient situées beaucoup plus loin (voir la carte de BRIGAUD *et alii*, 2009, Fig. 4). Chose intéressante, les gisements qui ont livré des restes de *Cetiosaurus* en Angleterre se trouvent sur la marge occidentale du Massif Londres-Brabant. En particulier, l'abondant matériel de *Cetiosaurus* de Bletchingdon Station, dans l'Oxfordshire, provient de la Formation Forest Marble, qui s'est déposée le long d'une côte (ALLEN & KAYE, 1973) qui était certainement celle du Massif Londres-Brabant. Les *Cetiosaurus* de l'Oxfordshire et des Ardennes paraissent donc avoir vécu sur la même terre émergée (Fig. 4).

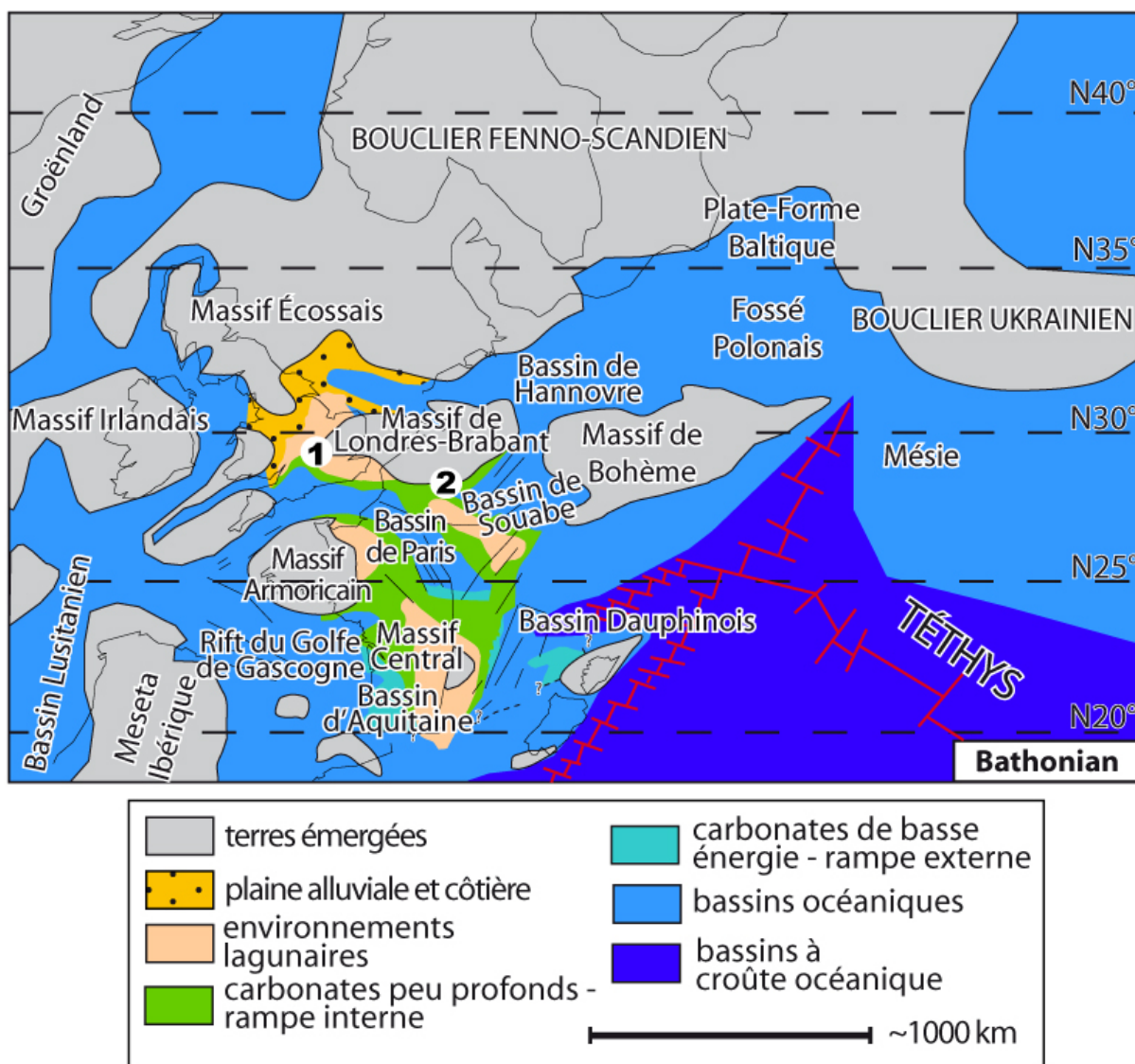


Figure 4 : Carte paléogéographique de l'Europe au Bathonien (modifiée d'après BRIGAUD *et alii*, 2009), montrant la position des gisements à *Cetiosaurus* de l'Oxfordshire (1) et des Ardennes (2) sur les marges du Massif Londres-Brabant. Des environnements lagunaires et de plaines côtières relient le Massif Londres-Brabant au Bouclier Fénno-Scandien, fournissant une voie de dispersion pour des organismes terrestres.

Le chevron de Sapogne paraît être la première occurrence bien attestée de *Cetiosaurus* en France. SAUVAGE (1874) décrit sous le nom de *Cetiosaurus rigauxi* une vertèbre isolée du Kimméridgien du Boulonnais (Nord de la France) mais reconnu ensuite qu'elle appartenait à un pliosaure (SAUVAGE, 1903). Un squelette incomplet de sauropode du Bathonien du Calvados (Normandie, Nord-Ouest de la France) fut d'abord attribué à *Cetiosaurus* dans un ouvrage de vulgarisation (COLLIN *et alii*, 2007), mais une récente étude le considère comme un camarasauromorphe basal (LÄNG, 2008). BENSON (2010) a fait remarquer qu'aussi bien le théropode *Megalosaurus* que le sauropode *Cetiosaurus* semblent être absents en France alors qu'ils sont bien représentés dans la Bathonien d'Angleterre. Il poursuit ainsi (BENSON, 2010, p. 914) : "si *Cetiosaurus* et *Megalosaurus* étaient réellement absents dans le Bathonien de France, cela implique la présence d'une barrière

physique ou environnementale empêchant les mélanges entre les faunes dinosauriennes de Grande-Bretagne et de France. Pendant le Bathonien, de grandes parties de la France et de la Grande-Bretagne étaient couvertes par des mers épicontinentales peu profondes, avec des zones plus élevées formant des terres émergées insulaires [...]. Il est possible que la dispersion entre ces terres émergées ait été limitée, conduisant à de hauts niveaux d'endémisme qui peuvent expliquer les distributions apparemment limitées de *Cetiosaurus* et *Megalosaurus*" (traduction E. B.). Les restes de dinosaures du Jurassique moyen marin de Normandie proviennent très vraisemblablement du Massif Armoricaïn, qui était alors émergé (BUFFETAUT, 1995), mais qui n'est pas l'origine la plus probable pour les fossiles de dinosaures du Bathonien de l'Oxfordshire, car cette région était alors beaucoup plus proche du Massif Londres-Brabant. Si *Cetiosaurus* et *Megalosaurus*

sont réellement absents du Bathonien de Normandie (ce qui est loin d'être démontré, surtout dans le cas du second), l'hypothèse de BENSON pourrait être une explication plausible des différences de faunes entre la Normandie et l'Angleterre. Inversement, la présence de restes de *Cetiosaurus* aussi bien dans l'Oxfordshire que dans les Ardennes n'est pas surprenante, car les deux régions étaient à proximité immédiate du Massif Londres-Brabant, où très vraisemblablement vivaient ces sauroptides.

Cetiosaurus pouvait probablement atteindre une longueur d'au moins 20 m. La présence d'un dinosaure aussi grand sur le Massif Londres-Brabant, qui n'était pas une terre émergée très vaste, peut sembler surprenante. Les sauroptides "nains" signalés dans des environnements insulaires comprennent *Europasaurus*, du Kimméridgien d'Allemagne, qui habitait une terre de moins de 200 000 km² de superficie (SANDER *et alii*, 2006), et *Magyarosaurus*, du Maastrichtien de Roumanie, qui vivait sur l'"île de Hațeg", pour laquelle une superficie d'environ 80 000 km² (soit environ celle d'Hispaniola) a été suggérée. Des reconstitutions récentes (BRIGAUD *et alii*, 2009) suggèrent qu'au Bathonien le Massif Londres-Brabant pouvait avoir une superficie d'environ 100 000 km², soit environ celle de Cuba. On s'attendrait donc à un nanisme insulaire chez des dinosaures vivant sur un île de cette taille. Néanmoins, *Cetiosaurus* n'était en rien un dinosaure nain. L'explication de cette situation apparemment paradoxale tient peut-être au cadre paléogéographique de l'archipel européen pendant le Bathonien. Comme le montre la carte de BRIGAUD *et alii* (2009, Fig. 4), le Massif Londres-Brabant était alors relié au Bouclier Fenno-Scandien par des environnements de lagunes et de plaines côtières dans la région de l'actuelle Angleterre, qui rendaient possible la dispersion d'organismes terrestres entre les deux régions émergées (Fig. 4). Le Bouclier Fenno-Scandien émergé s'étendait de l'Atlantique Nord à la région de l'actuelle Ukraine et couvrait une grande partie de l'Europe du nord. Il était beaucoup plus vaste que le Massif Londres-Brabant, occupant une superficie de plusieurs millions de km², et fournissant ainsi un espace amplement suffisant pour des populations de grands sauroptides. Dans un tel cadre paléogéographique, la grande taille des restes de *Cetiosaurus* d'Angleterre et des Ardennes n'est pas inattendue.

6. Conclusions

Le chevron de Sapogne paraît être la première preuve bien étayée de la présence en France de *Cetiosaurus*, le premier dinosaure sauroptide à avoir reçu un nom scientifique (OWEN, 1841) et avoir été décrit avec une certaine précision (PHILLIPS, 1871). Ceci pourrait être aussi la première mention solide de ce genre hors de l'Angleterre. Comme l'ont noté UPCHURCH & MARTIN (2003), *Cetiosaurus* n'était jusqu'ici connu avec certitude qu'en Angleterre,

avec l'unique espèce *C. oxoniensis*, car l'espèce "*Cetiosaurus*" *mogrebiensis*, décrite par LAPPARENT (1955) du Bathonien du Maroc, ne peut pas être clairement attribuée à ce genre.

La présence de *Cetiosaurus* dans le Bathonien des Ardennes n'est pas réellement inattendue, puisque le matériel anglais provient d'un environnement paléobiogéographique très similaire, à savoir la marge du Massif Londres-Brabant. A cette époque, cette région était une terre émergée apparemment habitée par des populations de *Cetiosaurus*. Il reste à démontrer que ce genre de sauroptide était bien endémique à cette zone insulaire, comme le suggère BENSON (2010). Quoi qu'il en soit, la fragmentation de l'Europe en un certain nombre d'"îles" pendant le Jurassique moyen a vraisemblablement pu produire un certain endémisme parmi les populations de dinosaures de cette époque.

Remerciements

Merci à Paul JEFFERY (Oxford University Museum of Natural History) pour l'accès au matériel de *Cetiosaurus* de Bletchingdon, à Florence QUESNEL (BRGM, Orléans) pour des articles sur le Bathonien du Bassin de Paris, à Benjamin BRIGAUD pour avoir fourni une carte paléogéographique, à Bruno GRANIER pour son aide pour la réalisation de la Fig. 4, et à Zoltan CSIKI, Jean LE LOUEFF et Suravech SUTEETHORN pour leurs commentaires utiles.

Bibliographic references - Références bibliographiques

- ALLEN J.R.L. & KEYE P. (1973).- Sedimentary facies of the Forest Marble (Bathonian), Ship-ton-on-Cherwell quarry, Oxfordshire.- *Geological Magazine*, Cambridge, vol. 110, p. 153-163.
- BENSON R. (2010).- A description of *Megalosaurus bucklandii* (Dinosauria: Theropoda) from the Bathonian of the UK and the relationships of Middle Jurassic theropods.- *Zoological Journal of the Linnean Society*, London, vol. 158, p. 882-935.
- BENTON M.J., CSIKI Z., GRIGORESCU D., REDELSTORFF R., SANDER P.M., STEIN K. & WEISHAMPEL D.B. (2010).- Dinosaurs and the island rule: The dwarfed dinosaurs from Hațeg Island.- *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Amsterdam, vol. 293, p. 438-454.
- BLONDEAU A. (1982).- Notice explicative de la feuille Raucourt-et-Flaba à 1/50 000.- B.R.G. M., Orléans, 40 p.
- BONAPARTE J.F. (1986).- Les dinosaures (carnosaures, allosauridés, sauroptides, cétiosauridés) du Jurassique moyen de Cerro Condor (Chubut, Argentine) (2e partie et fin).- *Annales de Paléontologie*, Paris, vol. 72, p. 325-386.
- BRIGAUD B., DURLET C., DECONINCK J.F., VINCENT B., PUCÉAT E., THIERRY J. & TROUILLER A. (2009).- Facies and climate/environmental changes recorded on a carbonate ramp: A

- sedimentological and geochemical approach on Middle Jurassic carbonates (Paris Basin, France).- *Sedimentary Geology*, Amsterdam, vol. 222, p. 181-206.
- BUFFETAUT E. (1994).- The significance of dinosaur remains in marine sediments: an investigation based on the French record.- *Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen*, Berlin, (Reihe E), vol. 13, p. 125-133.
- BUFFETAUT E. (1995).- Un dinosaure sauropode dans le Callovien du Calvados (Normandie, France).- *Bulletin de la Société géologique de Normandie et des Amis du Muséum du Havre*, Le Havre, vol. 82, p. 5-11.
- COLLIN F., HÉBERT F. & REBOURS T. (2007). - Dinosaures et autres reptiles de Normandie.- Éditions Charles Corlet, Colombelles, 98 p.
- COOPER M.R. (1984).- A reassessment of *Vulcanodon karibaensis* RAATH (Dinosauria: Saurischia) and the origin of the Sauropoda.- *Palaeontologia Africana*, Johannesburg, vol. 25, p. 203-231.
- FISCHER J.C. (1969).- Géologie, paléontologie et paléocéologie du Bathonien au sud-ouest du massif ardennais.- *Mémoires du Muséum National d'Histoire naturelle de Paris*, (Série C), vol. 20, p. 1-319.
- HE X., LI K. & CAI K. (1988).- The Middle Jurassic dinosaur fauna from Dashanpu, Zigong, Sichuan. Vol. IV. Sauropod dinosaurs (2). *Omeisaurus tianfuensis*.- Sichuan Publishing House of Science and Technology, Chengdu, 143 p.
- HILLY J. & HAGENAUER B. (1979).- Lorraine - Champagne.- *Guides géologiques régionaux*, Masson, Paris, 216 p.
- HUENE F. von (1926).- Vollständige Osteologie eines Plateosauriden aus dem schwäbischen Keuper.- *Geologische und Paläontologische Abhandlungen*, Jena, vol. 15, p. 137-179.
- HUENE F. von (1932).- Die fossile Reptil-Ordnung Saurischia, ihre Entwicklung und Geschichte.- *Monographien zur Geologie und Paläontologie*, Leipzig, vol. 4, p. 1-361.
- LÄNG E. (2008).- Les cétiosaures (Dinosauria, Sauropoda) et les sauropodes du Jurassique moyen : révision systématique, nouvelles découvertes et implications phylogénétiques.- Thèse de doctorat, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 2 volumes, 638 p.
- LAPPARENT A.F. de (1955).- Étude paléontologique des vertébrés du Jurassique d'El Mers (Moyen Atlas).- *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc*, Rabat, vol. 124, p. 1-36.
- LIGERON J.M. (2006).- Découverte de plusieurs espèces nouvelles de poissons fossiles et autres reptiles marins, dans le Jurassique moyen ardennais.- *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle des Ardennes*, Charleville-Mézières, vol. 96, p. 48-55.
- LIGERON J.M. (2007).- Étude paléontologique et stratigraphique de trois faciès du Jurassique moyen à l'Est de Signy-l'Abbaye.- *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle des Ardennes*, Charleville-Mézières, vol. 97, p. 50-66
- LYDEKKER R. (1888).- Catalogue of the fossil Reptilia and Amphibia in the British Museum (Natural History).- British Museum (Natural History), Part I, London, 309 p.
- MARSH O.C. (1878).- Principal characters of American Jurassic dinosaurs. Part I.- *American Journal of Science*, New Haven, vol. 16, p. 411-416.
- MAUBEUGE P.L. (1950).- Présentation de quelques restes de reptiles jurassiques trouvés dans la région de Nancy.- *Bulletin de la Société des Sciences de Nancy*, vol. 8, p. 53-56.
- OWEN R. (1841).- A description of a portion of the skeleton of the *Cetiosaurus*, a gigantic extinct Saurian Reptile occurring in the Oolitic formations of different portions of England.- *Proceedings of the Geological Society of London*, vol. 3, p. 457-462.
- OWEN R. (1842).- Report on British Fossil reptiles, Pt. II.- *Report of the British Association for the Advancement of Science*, London, vol. 11, p. 60-204.
- OWEN R. (1875).- Monographs of the fossil Reptilia of the Mesozoic formations (Pt. II) (genera *Bothriospondylus*, *Cetiosaurus*, *Omosaurus*).- *Palaeontographical Society Monographs*, London, vol. 29, p. 15-93.
- PHILLIPS J. (1871).- Geology of Oxford and the valley of the Thames.- Clarendon Press, Oxford, 529 p.
- ROMER A.S. (1956).- Osteology of the reptiles.- University of Chicago Press, Chicago, 772 p.
- SANDER P.M., MATEUS O., LAVEN T. & KNÖTSCHKE N. (2006).- Bone histology indicates insular dwarfism in a new Late Jurassic sauropod dinosaur.- *Nature*, London, vol. 441, p. 739-741.
- SAUVAGE H.E. (1874).- Mémoire sur les dinosaures et les crocodiliens des terrains jurassiques de Boulogne-sur-Mer.- *Mémoires de la Société géologique de France*, vol. 10, p. 1-58.
- SAUVAGE H.E. (1903).- Note sur quelques reptiles du Jurassique supérieur du Boulonnais.- *Bulletin de la Société académique de l'arrondissement de Boulogne-sur-Mer*, vol. 6, p. 380-398.
- SEELEY H.G. (1888).- The classification of the Dinosauria.- *Report of the British Association for the Advancement of Science*, London, vol. 1887, p. 698-699.
- TORRENS H.S. & HUDSON J.D. (1980).- Bathonian correlation chart. In: COPE J.C.W. (ed.), A correlation of Jurassic rocks in the British Isles. Part Two: Middle and Upper Jurassic.- *Geological Society special Report*, London, vol. 15, p. 21-45.
- UPCHURCH P., BARRETT P.M. & DODSON P. (2004).- Sauropoda. In: WEISHAMPPEL D.B., DODSON P. & OSMÓLSKA H. (eds.), *The Dinosauria* (Second Edition).- University of California Press, Berkeley, p. 259-322.
- UPCHURCH P. & MARTIN J. (2002).- The Rutland

- Cetiosaurus*: the anatomy and relationships of a Middle Jurassic British sauropod dinosaur.- *Palaeontology*, London, vol. 45, p. 1049-1074.
- UPCHURCH P. & MARTIN J. (2003).- The anatomy and taxonomy of *Cetiosaurus* (Saurischia, Sauropoda) from the Middle Jurassic of England.- *Journal of Vertebrate Paleontology*, Deerfield, vol. 23, p. 208-231.
- YOUNG C.C. (1941).- A complete osteology of *Lufengosaurus huenei* YOUNG (gen. et sp. nov.) from Lufeng, Yunnan, China.- *Palaeontologia Sinica*, Pehpei, (new Serie C), vol. 7, p. 1-53.
- ZHANG Y. (1988).- The Middle Jurassic dinosaur fauna from Dashanpu, Zigong, Sichuan. Vol. 1. Sauropod dinosaur (1). *Shunosaurus*.- Sichuan Publishing House of Science and Technology, Chengdu, 89 p.