

Cretaceous Bivalves and Alcide d'Orbigny

Annie V. Dhondt^{a*}, Suzanne Freneix^b

^a RBINS, Vautierstr. 29, B-1000 Brussels, Belgium

^b Lab. Paléontologie, MNSN, 8 rue Buffon, 75005 Paris, France

Received 13 November 2002; accepted 14 November 2002

Written on invitation of the Editorial Board

Abstract – The main publications on Cretaceous Bivalves of Alcide d'Orbigny are the *Paléontologie française – Terrains crétacés. III. Lamellibranches* (1843–1847) and the *Prodrome de stratigraphie universelle*, vol. II (1850). The importance and influence of these publications for today's taxonomic palaeontology are discussed. It is shown that the *Paléontologie française* continues to be one of the major 19th-century papers but that the *Prodrome* is only rarely referred to. **To cite this article:** A.V. Dhondt, S. Freneix, C. R. Palevol 1 (2002) 555–564. © 2002 Académie des sciences / Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

d'Orbigny / Bivalves / Cretaceous

Résumé – Les Bivalves crétacés et Alcide d'Orbigny. Les principales publications d'Alcide d'Orbigny traitant des Bivalves crétaciques sont la *Paléontologie française – Terrains Crétacés – III. Lamellibranches* (1843–1847) et le *Prodrome de stratigraphie universelle*, vol. II (1850). L'importance et l'influence que ces publications continuent à avoir dans la paléontologie taxinomique sont discutées. Il est démontré que la *Paléontologie française* garde sa place parmi les principaux travaux du XIX^e siècle, mais que le *Prodrome* n'est que rarement cité aujourd'hui. **Pour citer cet article :** A.V. Dhondt, S. Freneix, C. R. Palevol 1 (2002) 555–564. © 2002 Académie des sciences / Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

d'Orbigny / Bivalves / Crétacé

Version abrégée

1. Introduction

Alcide d'Orbigny a publié au moins quatre travaux sur les Bivalves du Crétacé : (1) sur les Bivalves du Crétacé d'Amérique latine (Colombie et Chili, Appendice 1) [19], (2) la *Paléontologie française, Terrains crétacés, III. Lamellibranches* [20], (3) dans Murchison et al. [20], la faune de la craie blanche sénonienne de la plate-forme russe (Appendice 2), (4) dans le *Prodrome de stratigraphie universelle* [22].

Parmi ces travaux, la *Paléontologie française* est sans aucun doute le plus important, mais le *Prodrome* contient une quantité de données énorme.

2. Importance de la *Paléontologie française – Terrains crétacés III*

La *Paléontologie française. Description des Mollusques et Rayonnés fossiles. Terrains crétacés. III. Lamellibranches*

[20] a été publiée par fascicule de 1843 à 1847 (mentionnée ci-après comme « *P.F. Cr. III* »).

Dans la *P.F. Cr. III*, Alcide d'Orbigny a décrit 530 taxa, dont 317 sont nouveaux, 21 ont reçu un nouveau nom pour des raisons de synonymie, et 192 avaient été décrits précédemment dans la littérature paléontologique.

D'Orbigny a été un grand innovateur en stratigraphie et le premier paléontologiste à utiliser le concept d'étage encore en usage aujourd'hui. Dans la *P.F. Cr. III*, il a utilisé les étages Néocomien, Aptien, Albien, Turonien et Sénonien. Dans le *Prodrome* (1850), le Néocomien est divisé en « Néocomien A » et « Néocomien B » (ou « Néocomien supérieur ou Urgonien ») et le Turonien inférieur est devenu le « Cénomaniens » (introduit en 1847 dans la *P.F. Cr. IV Brachiopodes*).

Ayant travaillé sur la révision des Bivalves du Crétacé de la *Paléontologie française* (hormis les rudistes), nous avons pensé qu'il serait intéressant de vérifier ce qui demeurerait aujourd'hui du travail de d'Orbigny.

*Correspondence and reprints.

E-mail address: annie.dhondt@naturalsciences.be (A.V. Dhondt).

Le matériel décrit par d'Orbigny venait de sa collection personnelle ou de celles de ses collaborateurs (Appendice 3) et avait été récolté dans de nombreuses régions de France [9]. Une large partie de ce matériel se trouve au laboratoire de paléontologie du Muséum national d'histoire naturelle (MNHN), à Paris. Ce matériel est varié en ce qui concerne la qualité, la préservation et la quantité (avec coquille, complet ou incomplet, moule interne ou externe). La qualité varie d'après le niveau stratigraphique et les strates qui s'y rapportent.

2.1. Néocomien

Les taxa néocomiens proviennent surtout de l'Est du Bassin parisien et des régions de Suisse y attenant.

Les taxa du Valanginien et de l'Hauterivien sont conservés comme moules internes pour les hétérodontes et avec coquilles pour les ptériomorphes. Les Bivalves d'âge Barrémien (les rudistes exceptés) sont plutôt rares dans la collection d'Orbigny et, en général, ils viennent de faciès urgoniens du Sud-Est de la France.

D'après d'Orbigny [19 (p. 762)], 154 taxa ont été retrouvés dans les niveaux néocomiens. Parmi ceux-ci, 120 sont « nouveaux » et ont d'Orbigny comme auteur. D'Orbigny considérait que, lorsqu'il changeait le genre d'un taxon spécifique, il en devenait l'auteur, sans tenir compte de la personne qui avait décrit l'espèce en premier lieu. En réalité, 103 espèces sont nouvelles et, parmi elles, 11 sont des *nomina nova*. Donc 92 espèces sont vraiment nouvelles.

Pour les taxa ptériomorphes, environ 75% continuent à être utilisés aujourd'hui ; pour d'autres groupes (paléotaxodontes, paléohétérodontes, hétérodontes, anomalodesmates), la majeure partie a été placée en synonymie.

2.2. Aptien

Les Bivalves aptiens de la *P.F. Cr. III* sont rarement bien conservés. Ils sont originaires du Nord et du Nord-Est du Bassin parisien et du Sud-Est de la France – la région stratotypique de l'étage. La *P.F. Cr. III* ne contient qu'une trentaine de taxa aptiens, car de nombreux spécimens n'ont pas pu être décrits, comme d'Orbigny l'avait déjà signalé, à cause d'une conservation insuffisante [20 (p. 763)].

2.3. Albien

Les Bivalves albiens dans la *P.F. Cr. III* proviennent du Bassin parisien et du Sud et du Sud-Est de la France. Soixante et onze taxa sont décrits dans la *P.F. Cr. III* [19 (p. 765)], dont 57 sont attribués à d'Orbigny, mais 10 de façon erronée (voir explication sous « Néocomien »). Des 47 taxa restants, une trentaine est encore utilisée aujourd'hui.

2.4. Cénomaniens

Les faunes du Cénomaniens ne sont pas différenciées dans la *P.F. Cr. III*, mais incluses dans le « Turonien », comme

« Turonien inférieur ». C'est dans le *Prodrome* que d'Orbigny parle pour la première fois de Bivalves d'âge Cénomaniens ; 75 « nouvelles » espèces de Bivalves cénomaniens s'y trouvent répertoriées :

- 37 sont vraiment nouvelles et sont décrites pour la première fois ;
- une espèce est le résultat de la subdivision d'une espèce turonienne de la *P.F. Cr. III* pour des raisons stratigraphiques ;
- 20 taxa sont des *nomina nova* pour cause de synonymie ;
- 18 espèces sont considérées comme nouvelles par d'Orbigny, parce qu'il les a classées dans un genre différent et donc considère qu'elles sont nouvelles.

En suivant le *Prodrome*, il y a moyen de séparer les Bivalves d'âge Cénomaniens qui étaient inclus dans le Turonien dans la *P.F. Cr. III* et qui sont au nombre de 158 et sont originaires de trois régions :

- (1) la région du Mans (Sarthe), où les dépôts cénomaniens sont très fossilifères et les Bivalves de bonne conservation ; parmi les 202 Bivalves du « Turonien » de la *P.F. Cr. III*, 122 proviennent des environs du Mans ; ceci démontre que la faune du Mans est diversifiée, surtout dans la partie supérieure des sables et grès du Mans, comme précédemment mentionné dans [11] ;
- (2) la Charente-Maritime, où une faune de conservation moyenne est connue ; les hétérodontes (rudistes exclus) n'ont plus leur coquille ; la faune est peu diversifiée (17 taxa), mais ceci pourrait représenter un problème d'échantillonnage à l'époque de d'Orbigny ;
- (3) le Sud de la France, où les faunes sont de conservation médiocre et en général ne sont représentées que par des moules internes ; 31 taxa ont été décrits, mais uniquement ceux qui ont gardé leur coquille se retrouvent dans la littérature postérieure à d'Orbigny.

2.5. Turonien s.s.

À partir du Turonien, les strates du Bassin parisien sont souvent composées de « craie blanche ». Celle-ci influence très fortement la conservation des Bivalves. Les moules ont tendance à être en partie « gommés » et donc indéterminables.

Les faunes de la région stratotypique du Turonien sont diversifiées, mais mal conservées. Parmi les taxa turoniens de la *P.F. Cr. III*, 34 sont certainement du Turonien s.s.

Le *Prodrome* énumère 77 taxa de Bivalves turoniens, dont 59 ont été trouvés en France, 10 sont « nouveaux », et 15 ont été décrits par d'autres auteurs.

Les taxa turoniens s.s. de la *P.F. Cr. III* proviennent du Bassin parisien, du Sud et du Sud-Est de la France. Particulièrement intéressantes sont les faunes silicifiées du Turonien d'Uchaux (Vaucluse). De ce matériel, de conservation excellente, d'Orbigny a décrit 25 taxa, provenant principalement des collections de Renaux et Requien.

2.6. Sénonien

Les faunes du Coniacien, Santonien, Campanien et Maastichtien ont toutes été décrites comme du « Sénonien » par

d'Orbigny dans la *P.F. Cr. III* et dans le *Prodrome*. Ces faunes sénoniennes ont été récoltées dans le Sud-Ouest de la France (craies, craies sableuses et calcarénites) et dans le Bassin parisien (craies blanches, marnes, et rarement calcarénites).

La *P.F. Cr. III* contient 99 taxa de Bivalves sénoniens.

1. Cinquante-quatre taxa de Charente et Charente-Maritime, dont 45 nouveaux – leur âge varie de Coniacien à Campanien supérieur. Trente-quatre taxa ont été récoltés près de Royan et sont d'âge Campanien. Souvent ils sont à l'état de moule, surtout les hétérodontes. Il n'y a plus guère que les taxa ptéromorphes de cette région qui soient encore utilisés aujourd'hui. Ceci s'applique également aux faunes moins importantes de Saintes et de Cognac.

2. Dix-sept taxa du « Sénonien » de la Dordogne sont décrits dans la *P.F. Cr. III*. La faune est mal conservée. Les taxa sont souvent dédiés à Clément Marrot (“*marrotianus*” comme partie triviale du nom). Leur mauvaise conservation et le fait que la collection Marrot n'a pas été retrouvée expliquent que ces taxa ne sont plus utilisés.

3. Du Bassin parisien, 34 taxa ont été récoltés (11 avec d'Orbigny comme auteur) et ils sont d'âge Coniacien (?) – Santonien à Campanien supérieur (? Maastrichtien). Vingt-deux taxa, généralement campaniens, proviennent de Meudon et du département de la Marne.

Un seul taxon d'inocéramidé de la « craie à Baculites » (Maastrichtien) est mentionné dans la *P.F. Cr. III*.

3. Qualité des identifications et descriptions de la *P.F. Cr. III*

Il n'y a que peu d'erreurs flagrantes dans la *P.F. Cr. III* et celles que nous avons pu repérer sont dues à une préservation insuffisante ou à une imagination excessive.

À titre d'exemple, trois taxa sont discutés : *Pecten dujardini* Roemer, *Corbis rotundata* d'Orbigny et *Pholadomya gigas* (J. de C. Sowerby).

4. Bivalves du Crétacé dans le *Prodrome*

Le volume II du *Prodrome de paléontologie stratigraphique universelle* [22] énumère les fossiles de six étages du

« Crétacé » : Néocomien (subdivisé en « A. Néocomien inférieur ou Néocomien » et « B. Néocomien supérieur ou Urgonien »), Aptien, Albien, Cénomaniens, Turonien, Sénonien, Danien. La faune danienne du *Prodrome* est celle du Bassin parisien [17] ; nous n'avons pas discuté cette faune, considérée aujourd'hui comme étant du Paléogène.

Le but de d'Orbigny était de mentionner dans le *Prodrome* tous les taxa connus. Il profita de l'occasion pour rectifier des noms en synonymie (en général en y ajoutant le préfixe « sub »). Les nouveaux taxa du *Prodrome* sont souvent décrits de façon très succincte, mais en général adéquate pour l'identification du taxon. Néanmoins, ils n'ont été que peu utilisés par la suite. Ainsi, pour le Sénonien, des 499 taxa énumérés, 146 sont indiqués comme nouveaux, 63 erronément (voir explication dans 2.1 Néocomien), 49 ont reçu un nouveau nom pour cause de synonymie, 34 sont effectivement des taxa nouveaux non décrits précédemment. Pour autant que nous ayons pu le vérifier, un seul de ces 34 taxons est encore utilisé aujourd'hui. Ceci démontre clairement que le *Prodrome* était souvent ignoré par les auteurs.

5. Conclusions

150 ans après la publication de ses travaux, l'influence de d'Orbigny continue à être grande. De nombreux taxa introduits par d'Orbigny sont encore utilisés fréquemment aujourd'hui :

- surtout des taxa de ptéromorphes, particulièrement dans le Crétacé inférieur ;
- de faunes bien conservées dans leur entièreté (comme celles des grès et sables d'âge Cénomaniens supérieur des environs du Mans et des grès silicifiés d'âge Turonien d'Uchaux).

Au contraire, les taxa d'hétérodontes (les rudistes exceptés) et les Anomalodesmata sont rarement utilisés.

La *Paléontologie française – Terrains crétacés III* est un ouvrage paléontologique encore très couramment consulté.

Le *Prodrome de paléontologie stratigraphique universelle* contient de nombreuses données. Probablement, par l'absence d'illustrations, il n'a été que peu utilisé. Aujourd'hui, il est presque totalement ignoré et les nouveaux taxa décrits succinctement dans le *Prodrome* sont généralement oubliés.

1. Introduction

Alcide d'Orbigny (1802–1857) worked on virtually every fossil invertebrate (s.l.) group known during his lifetime. How he ever found the time to do so much, we shall never understand.

On Cretaceous Bivalves, he published mainly four times: Bivalves from South American outcrops [19], *Paléontologie française, Terrains crétacés, III. Lamelibranches* [20], on Russian outcrops [20] and in the *Prodrome* (Vol. II) [22].

The South American publications [19] contain mainly Bivalves from Colombia (collection Boussingault) and from Chile (*Coquilles fossiles du Chili, recueillies par M. Ignatio Domeyko et communiqués par M. Dufrenoy*). List in Appendix 1.

The publication on Russia [21] contains only a few Cretaceous Bivalves, listed in Appendix 2.

Of those four publications, the *Paléontologie française* [20] is by far the most important, but the *Prodrome* [22] represents an enormous amount of data, often not taken into account in later palaeontological literature.

2. Importance of the *Paléontologie française – Terrains crétacés III*

Paléontologie française. Description des Mollusques et Rayonnés fossiles. Terrains crétacés. III. Lamelli-branches [20] was issued between 1843 and 1847 (below mentioned as *P.F. Cr. III*). If we place this moment in time, d’Orbigny’s Bivalve monograph was printed after the papers of Lamarck [12–14], Brongniart [5], *Mineral Conchology* [24], *Petrefacta Germaniae* [10], to name but a few of the most important earlier publications. *P.F. Cr. III* was more or less contemporaneous with Agassiz [1, 2], Leymerie [15], Mathéron [16] and d’Archiac [3].

Having worked on the revision of the Cretaceous Bivalves of the *Paléontologie française* (excluding the rudists) we thought it might be interesting to interpret how much of d’Orbigny’s work still stands today.

In the *P.F. Cr. III*, d’Orbigny described 530 taxa (some unnumbered – this results in a higher number of taxa than that indicated in [20]) of which 317 are new, 21 are ‘renamed’ for reasons of synonymy, and 192 were already described previously in literature.

D’Orbigny was the first palaeontologist to place all these taxa in a ‘modern’ stage concept, more or less originating the stratigraphic system we are still using today. Thus, in the *P.F. Cr. III*, he used the Neocomian, Aptian, Albian, Turonian and Senonian stages.

In the *Prodrome* [21], the Neocomian is subdivided in ‘Néocomien A’ and ‘Néocomien B’ or ‘Néocomien supérieur ou Urgonien’ and the Lower Turonian has become the ‘Cénomaniens’ (introduced in 1847 in the Brachiopod volume of the *Paléontologie française*).

The material described by d’Orbigny was either from his personal collection or from collections of other collectors (the list of the collaborators to the *P.F. Cr. III* is given in Appendix 3). This material comes from all the regions in France [9] where Cretaceous outcrops were known. A large part of the material, but by no means all of it, is kept in the ‘Laboratoire de paléontologie’ at the ‘Muséum national d’histoire naturelle’ in Paris. It mainly consists of the collection of Alcide d’Orbigny himself and of Carteron, Constant, Cotteau, Dupin, Hugard, Mouton, Clément Mullet, Passy, Robineau-Desvoidy, de Vibraye, to name but a few.

The material of the collection in the ‘Laboratoire de paléontologie, MNHN’ is extremely varied in quality, in preservation and in quantity (with shell, complete/incomplete, casts, steinkern...) and their geographical and geological locality data are often relatively imprecise (as was generally the case in the days of d’Orbigny!).

If we consider the described faunas according to their different stratigraphic levels, the quality of the work is not equal. This is of course related to the unequal preservation quality of faunas from different periods and regions.

2.1. Neocomian

Taxa from the ‘Néocomien’ include taxa from the Berriasian, Hauterivian, Valanginian, and Barremian stages as understood today.

They come mainly from the eastern Paris Basin (northeastern France; Aube, Doubs, Haute-Marne, Meuse, Yonne ‘départements’) and adjoining Swiss deposits from the Neuchâtel area. In our present understanding, these specimens are generally of Valanginian and Hauterivian age. Their preservation varies: heterodont taxa are generally preserved as steinkern, but the pteriomorphs often have their shell preserved. The steinkern preservation in these levels is not excellent, but quite often hinges are preserved, thus allowing an approximate identification of the heterodonts.

Barremian Bivalves (except rudists) are relatively rare in the d’Orbigny collection. They come often from ‘Urgonien’ levels of southeastern France (Orgon and other localities of the ‘Bouches-du-Rhône’, ‘Vaucluse’...). This reflects the distribution of the strata of the Urgonian facies. Some taxa such as *Neithea deshaysiana* come from facies associated with rudists. This fauna (especially from Martigues, Bouches-du-Rhône) was partially described by Mathéron [16].

Barrême (Alpes-de-Haute-Provence), stratotype of the Barremian, is only represented by *Pecten alpinus* d’Orbigny (actually a *Variamussium* species) in the non-rudist part of the *P.F. Cr. III*.

According to d’Orbigny [20 (p. 762)] 154 taxa were found in the Neocomian (s.l.) levels. Of these taxa, 120 are stated to be ‘new’ and to have d’Orbigny as author. D’Orbigny considered that when he moved a taxon from the genus in which the original author had placed it, to another genus, he automatically became the author of the taxon name. In reality, only 103 species are new according to our present understanding of authorship and amongst those 11 are *nomina nova*. Thus 92 species are really new.

For the pteriomorph taxa, about 75 % of these d’Orbigny names are still used today; for other groups (palaeotaxodonta, palaeoheterodonts, heterodonts, Anomalodesmata) rather less remain – especially so in the ‘genera’ *Lucina*, *Arca*, *Lithodomus*, *Panopaea*, *Anatina*. Of the last two genera, six out of seven taxa have fallen into synonymy. These are highly plastic taxa, that lived burrowing in the sediment, and their extremely variable shell morphology was the origin of

a wide assortment of names given by d’Orbigny, which today we regard as synonyms.

2.2. Aptian

Aptian Bivalves from the *P.F. Cr. III* are only occasionally well preserved. They come mainly from the North and Northeast of the Paris Basin (Aube, Doubs, Haute-Marne, Meuse, Oise, Yonne ‘départements’), but also from southeastern France, in areas near the stratotype of the Aptian stage (Alpes-de-Haute-Provence, Bouches-du-Rhône, Vaucluse (Gargas near Apt) ‘départements’). Unfortunately, in some of the Aptian localities such as Gurgy (Yonne), faunas were preserved in pyrite and, in the inconstant atmospheric conditions of old buildings (such as those in the ‘Laboratoire de paléontologie’, MNHN), the specimens depyritised. The faunas mentioned in the *P.F. Cr. III* contain only about 30 Aptian taxa. As d’Orbigny explains [20 (p. 763)], this low diversity is due to the poor preservation of taxa – they are no longer recognisable, cannot be described and are thus not included in the monograph. The Aptian fauna itself was certainly much more diverse.

2.3. Albian

Albian Bivalves from the *P.F. Cr. III* are from the Paris Basin and from the South and Southeast of France (from the following ‘départements’: Ain, Aisne, Ardennes, Aube, Doubs, Drôme, Haute-Marne, Meuse, Pas-de-Calais, Pyrénées-Orientales, Var, Yonne and from Savoy – not yet part of France in d’Orbigny’s days). In the clays (‘Gault’) the preservation is often good. Seventy-one taxa are described in the *P.F. Cr. III* [20 (p. 765)], 57 names are attributed to d’Orbigny, but 10 erroneously (see explanation above for the Neocomian). Of the 47 remaining d’Orbigny names, those based on internal casts (belonging to the genera *Opis*, *Arca*, *Panopaea*, *Periploma*, *Tellina*, six taxa in all) have not been used in later literature. Part of the other 41 names has later been found to be synonyms, but most (about 75%) are still in use today.

2.4. Cenomanian

Cenomanian faunas are not differentiated in the *P.F. Cr. III*, but are placed in the ‘Turonien’. The Cenomanian stage as understood later by d’Orbigny, and still today, is often referred to as ‘Turonien inférieur’ in the *P.F. Cr. III*. For Bivalves, the Cenomanian stage was first used by d’Orbigny in the *Prodrome*. Since d’Orbigny adhered to the principle that a species generally did not live longer than a stage, the introduction of the Cenomanian made the erection of some new species inevitable.

No less than 75 ‘new’ names of Cenomanian Bivalves are found in the *Prodrome*:

- 37 are really new and belong to species described for the first time;
- one is the result of the subdivision on stratigraphic grounds of a species mentioned from the Turonian in the *P.F. Cr. III*;
- 20 are new names for reason of synonymy;
- 18 are considered as new by d’Orbigny, because he placed them in a different genus from that used by their original describer.

By following the *Prodrome*, Cenomanian taxa included in the ‘Turonien’ in the *P.F. Cr. III* can be separated. Thus the Cenomanian faunas in the *P.F. Cr. III* contain 158 taxa and are mainly from three regions.

1. The area around Le Mans (Sarthe), where the different marls, sands and sandstones of Cenomanian age are highly fossiliferous and the numerous Bivalves are almost all of good preservation. Among the 202 Bivalve taxa from the Cenomanian–Turonian interval mentioned in the *P.F. Cr. III*, 122 are from Le Mans and surroundings. Even if today we do not recognise all these taxa, of which a large part has d’Orbigny as author, as belonging to different species, they still show that the fauna from the upper part of the ‘sables et grès du Mans’ is extremely diverse [11].

2. From the Charente-Maritime (île Madame, île d’Aix, etc.), a fauna of average preservation was mentioned. Its heterodonts (rudists excepted) do not have the shell preserved. The fauna collected by d’Orbigny is not diversified (17 taxa in all), but this may be due to limited collecting.

3. The faunas known from southern France are poorly preserved and generally only known as steinkern. From Alpes-de-Haute-Provence (Castellane, Eoulx), Alpes-Maritimes (Caussols), Aude (Soulatgé), Bouches-du-Rhône (Cassis, La Malle), Dordogne (Montignac?), Vaucluse (Bedoin, Orange), a total of 31 Cenomanian taxa were described; the names of those preserved as steinkern are not found in later literature.

2.5. Turonian s.s.

From the Turonian onwards, most Cretaceous strata in the Paris Basin are deposited as ‘white chalks’. This strongly influences the preservation of the Bivalves, especially when in steinkern preservation. In soft chalks often all or most characteristics of steinkern specimens tend to be ‘rubbed out’. The faunas from the Turonian stratotypic region (i.e. from the Touraine) are diverse, but very often poorly preserved. Heterodonts in steinkern preservation are difficult and often even impossible to identify. When taxa are known with their shells from

the Cenomanian of Le Mans and equivalent Turonian taxa are known in steinkern preservation, then those from the Turonian stratotypic area can be more or less identified by comparison to those from Le Mans.

Among the possible Turonian taxa from the list in the *P.F. Cr. III*, 10 taxa seem to be of uncertain age, but 34 taxa seem to be certainly Turonian. The *Prodrome* enumerates 77 Turonian Bivalve taxa of which 59 are found in France, 10 are ‘new’ taxa, and 15 were described by other authors than d’Orbigny (f.i. [8] and [16]).

Turonian taxa from the *P.F. Cr. III* come from: Aude (Rennes-les-Bains), Indre-et-Loire (Sainte-Maure-de-Touraine, Tours), Seine-Maritime (Montagne-Sainte-Catherine near Rouen), Var (La Cadière), Vaucluse (Uchaux).

The faunas from Uchaux are silicified and hence very well preserved – d’Orbigny distinguished 25 taxa from Uchaux in the *P.F. Cr. III* – mainly from the collections of Renaux and Requier. Later authors [23] re-studied the Uchaux fauna and placed some taxa in synonymy and added taxa that d’Orbigny had not described. It remains one of the better-known shallow water Turonian faunas (Table 1).

2.6. Senonian

Coniacian, Santonian, Campanian and Maastrichtian faunas were all described as ‘Senonian’ by d’Orbigny in the *P.F. Cr. III* and in the *Prodrome*. His Senonian Bivalve faunas come mainly from southwestern France – Charente (Barbezieux, Cognac), Charente-Maritime (Cozes, Meschers, Royan, Saintes), Dordogne (Colombier, La Chapelle-Montabourlet, Montignac, Mussidan, Périgueux) –, from the Paris Basin – Hauts-de-Seine (Meudon), Indre-et-Loire (Tours), Loir-et-Cher (Villedieu), Manche (Orglandes), Marne (Chavot, Épernay, Mancy), Nord (Cambrai), Seine-Maritime (Dieppe), Yonne (Sens).

The Paris Basin faunas come from white chalks, chalk marls and more rarely from calcarenites, the Charente and Charente-Maritime faunas come from chalks, sandy chalks, and calcarenites.

Table 1. D’Orbigny’s stages, number of taxa described in [20] and taxa still in use today.

Tableau 1. Étages de d’Orbigny, nombre de taxons décrits en [20] et taxons encore utilisés de nos jours.

Stage in [19]	Number of taxa in [19]	Taxa in use today
‘Néocomien’	154	81
‘Aptien’	30	13
‘Albien’	71	32
‘Turonien’	202	95
‘Sénonien’	99	38

The *P.F. Cr. III* contains 99 Senonian Bivalve taxa.

1. Fifty-four taxa are from the area to the north of Bordeaux (Charente and Charente-Maritime); of these 45 were described for the first time by d’Orbigny. In age, they range most likely from Coniacian to Late Campanian. More specifically, 34 taxa were collected in Royan and are of Campanian age. Half of the taxa from Royan are preserved as steinkern. The names of these steinkern taxa, which mainly belong to the palaeoheterodonts, heterodonts and Anomalodesmata, are no longer used today basically, because these species are too poorly known, and are often *nomina dubia*. Many pteriomorphs taxa from Royan, with their original shell preserved (or even without, in case of the inoceramids), continue to be used. This also applies to smaller faunas from Saintes and Cognac. From the 54 original taxa from the Charente region, about 20 are still in use.

2. From the Dordogne 17 ‘Senonian’ taxa were described in the *P.F. Cr. III*. The fauna is not very diverse and generally poorly preserved. Often the taxa were dedicated to Clément Marrot (‘marrotianus’ as trivial part of the name), but their poor preservation and the fact that we have not been able to find the whereabouts of the Marrot collection explain that, in most cases, they are no longer used.

3. From the Paris Basin, 34 taxa were collected (of which 11 have d’Orbigny as author) and are of Coniacian (?)–Santonian to Late Campanian (? Maastrichtian) age. Twenty-two were recorded from Meudon and the Marne ‘département’ and are thus generally of Campanian age. One taxon (an inoceramid) was mentioned from the ‘craie à Baculites’ (probably Maastrichtian) at Orglandes (Manche).

3. Quality of d’Orbigny’s identifications and descriptions in the *P.F. Cr. III*

There are few blatant errors in the *P.F. Cr. III* and when they occur they are due to insufficient preservation or to excessive imagination.

Below are given three examples – *Pecten dujardini* Roemer [20 (pl. 439, figs. 5–11)] shows a bivalved specimen from the vicinity of Tours. The specimen figured by d’Orbigny (mentioned as “de ma collection” but not found in the d’Orbigny collection) was from Tours; the left valve seems possible. The drawing shows the right valve as almost a mirror image of the left valve. This is pure invention – in reality the right valve of *P. dujardini* [= *Lyropecten ternatus* (Goldfuss)] is covered with narrow spiny ribs such as is shown for *Pecten cenomanensis* [20 (pl. 434, figs. 11–14); d’Orbigny collection No. 6541], which is

also a junior synonym of *Lyropecten ternatus* (Goldfuss)] [7 (p. 42 and further)].

– *Corbis rotundata* d’Orbigny is shown with the hinge drawn [20 (pl. 280, fig. 3)]. This figure was used by Chavan [6 (p. N514, fig. E18, 5)] wherein *Corbis rotundata* was considered as the type species of the genus *Mutiella* Stoliczka. The original specimen of the d’Orbigny collection (6374A) does not have a fully uncovered hinge. A specimen from the de Vibraye collection (B16507) in the MNHN collections has a perfectly preserved hinge and that hinge is different from that figured in the *P.F. Cr. III* and thus in the *Treatise* [6]. The hinge it shows is in fact identical to that of *Sphaera corrugata* (J. Sowerby).

– *Pholadomya gigas* (J. de C. Sowerby) [19 (pl. 366, figs. 1–3)] represents a specimen from the Cenomanian of La Malle (Alpes-Maritimes). The specimen figured by d’Orbigny (No. 6284, d’Orbigny collection) is undoubtedly an arcid and not a *Pachymya*. In the *Treatise* [18 (p. N834, fig. F14, 2a, b)], the illustration used for *Pachymya* is from [19] and thus is not a *Pachymya*. This could have been understood from the d’Orbigny description: “forme oblongue et coquille épaisse”. No pholadomyid has a “coquille épaisse”. The illustrations in the Mineral Conchology [23 (figs. 504 and 505)] show an equally thick-shelled specimen, but not having seen the Sowerby original, we cannot give an opinion on the taxon *Pachymya gigas*.

4. Cretaceous Bivalves in the Prodrôme

The Volume II of the *Prodrôme de Paléontologie stratigraphique universelle* [16] contains fossils from Jurassic, Cretaceous and Eocene strata. For the Cretaceous, the stages mentioned are “17^e étage : Néocomien” (subdivided in “A. Néocomien inférieur ou Néocomien” and “B. Néocomien supérieur ou Urgonien”), “18^e étage : Aptien”, “19^e étage : Albien”, “20^e étage : Cénomaniens”, “21^e étage : Turonien”, “22^e étage : Sénonien”, “23^e étage : Danien”.

The ‘Danien’ fauna mentioned in the *Prodrôme* is mainly from the Paris Basin and the mentioned localities would today be placed in the Danian, Palaeogene [4,17] and shall therefore not be discussed further.

In the *Prodrôme*, d’Orbigny intended to mention all the taxa known in his day. He also used the occasion to rename taxa (originally described by him or by other

authors) that had pre-employed names – generally using the pre-employed name and adding ‘sub’ as a prefix. Thus, for example: *Arca glabra* Goldfuss 1837 non Parkinson, 1811 (*vide* Sherborn) is changed into *Arca subglabra* d’Orbigny, 1850. The *Prodrôme* also contains new taxa described for the first time. The description of these taxa is almost always very brief, but often adequate for recognition of the taxon described, if one knows the taxon to which it is compared.

However, the names of the completely new taxa from the *Prodrôme* are rarely used in later literature. Thus, for the Senonian f.i., out of 499 Bivalves listed in the *Prodrôme*, 146 Bivalve taxa were indicated as new d’Orbigny species; of these ‘new’ names, 63 were wrongly attributed to d’Orbigny by himself (see above in the Neocomian for an explanation), 49 were older taxa that had to receive a new name for reasons of synonymy, 34 are new taxa not previously described, accompanied by a short diagnostic description in the *Prodrôme*. As far as we know, of these 34 only one is used today (*Crassatella bosquetiana* d’Orbigny, 1850 from the Maastrichtian calcarenites).

This simply illustrates that, unlike the *P.F. Cr. III*, the *Prodrôme* was very often simply disregarded by later authors.

5. Conclusions

The influence of d’Orbigny on Cretaceous Bivalve taxonomy continues to be important more than 150 years after the publication of his papers.

Today d’Orbigny taxa are still used:

- mainly for pteriomorph taxa, especially of the Lower Cretaceous;
- from complete well preserved faunas (e.g., for the Upper Cenomanian calcarenites of Le Mans and for the Turonian ‘grès d’Uchaux’).

For heterodont taxa (except rudists) and Anomalodesmata, d’Orbigny taxa are rarely used.

The *Paléontologie française – Terrains crétacés III* is still widely used and referred to.

The *Prodrôme de Paléontologie stratigraphique universelle* contains a large amount of information. Possibly because it contains no illustrations, it was never widely used and is generally today almost always ignored. The numerous new taxa were and are only very rarely used.

Acknowledgements. The present paper is a short overview from work we have been doing on and off since 1975 towards the revision of the Cretaceous Bivalves from the *Paléontologie française*. We are indebted to many colleagues for help and encouragement, but we would particularly like to thank J.-C. Fischer for his help and patient encouragement. Our sincere thanks to M.-T. Vennec-Peyré and D. Neraudeau for their constructive reviewing.

Appendix 1

Bivalve taxa mentioned from South America in d’Orbigny, 1842

Cardium peregrinorsum, *Cardium colombianum*
Venus chia, *Venus cretacea*
Astarte exotica
Lucina plicatocostata
Tellina bogotina
Corbula colombiana
Anatina colombiana.
Nucula incerta
Trigonia hondaana, *Tr. abrupta*, *Tr. subcrenulata*, *Tr. lajoyei* Deshayes
Tr. alaeformis Sowerby?
Cucullaea dilatata, *Cu. brevis*, *Cu. tocaymensis*
Modiola socorrina
Lithodomus socialis
Inoceramus plicatus
Exogyra boussingaultii, *E. squamata*, *E. couloni*
Ostrea abrupta, *O. inoceramoides*

Appendix 2

Bivalve taxa mentioned in d’Orbigny in Murchison, de Verneuil & de Keyserling [20]

Avicula tenuicostata Roemer [today: *Oxytoma (Hypoxytoma) tenuicostata* (Roemer)]
Pecten undulatus Nilsson [this is a very finely ornamented *Chlamys cretosa nitida* (Mantell)]
Pecten simbirskensis d’Orbigny [today: *Neithea sexcostata* (Woodward)]
Ostrea vesicularis Lamarck [today: *Pyconodonte vesicularis* (Lamarck)]

Appendix 3

D’Orbigny’s collaborators as mentioned in the *Paléontologie française – Terrains crétacés III – Lamellibranches and taxa dedicated to them therein*

AGASSIZ: *agassizii*, *Anatina*, *Pholadomya*.
AIGUILLON (also: Laiguillon)
D’ARCHIAC: *archiacianus*, *Pecten*; *archiaciana*, *Arca*, *Pholadomya*, *Trigonia*; *archiacii*, *Lithodomus*, *Venus*.
ASTIER: *astieriana*, *Anatina*, *Lima*, *Panopaea*.
BAUDOUIN DE SOLÈNE (also: Beaudouin)
BAUGA, BAZIN, DE BOISSY, BOUCHARD, BOURGEOIS
BOUSSINGAULT: *boussingaultii*, *Exogyra*.
BUVIGNIER
CARTERON: *carteroni*, *Anatina*, *Arca*, *Avicula*, *Mactra*, *Mytilus*, *Panopaea*, *Tellina*; *carteronianus*, *Pecten*; *carteroniana*, *Lima*, *Plicatula*.
CAUSON, CHASSY
CONSTANT: *constantii*, *Cardita*, *Cardium*, *Trigonia*.
COQUAND: *coquandianus*, *Inoceramus*, *Pecten*, *Spondylus*; *coquandiana*, *Lucina*, *Opis*, *Trigonia*.
CORNUEL: *cornuelianus*, *Mytilus*; *cornueliana*, *Arca*, *Avicula*, *Crassatella*, *Lucina*, *Pholas*, *Venus*; *cornuelianum*, *Cardium*.
COTTEAU: *cottaldinus*, *Pecten*; *cottaldina*, *Arca*, *Avicula*, *Cardita*, *Lima*, *Panopaea*, *Venus*; *cottaldinum*, *Cardium*.
DELANOUE, DOUBLIER, DUBOIS, DUJARDIN
DUPIN: *dupinianus*, *Solen*; *dupiniana*, *Arca*, *Astarte*, *Cardita*, *Lima*, *Lucina*, *Mactra*, *Panopaea*, *Venus*; *dupinianum*, *Cardium*.
DUTEMPLE: *dutempleanus*, *Spondylus*; *dutempleana*, *Lima*; *dutemplei*, *Janira*, *Pecten*.

EMERIC

ESPAILLAC: *espaillaci*, *Pecten*

FABRE

GALLIENNE: *galliennei*, *Arca*, *Crassatella*, *Mytilus*, *Pecten*; *gallienniana*, *Lima*, *Pinna*.

GAUDRY: *galdrina*, *Venus*.

GRAVES

GUÉRANGER: *guerangeri*, *Arca*, *Astarte*, *Cardita*, *Cardium*, *Crassatella*, *Mytilus*, *Pectunculina*, *Solen*.

HOMMAIRE DE HELL

HUGARD: *hugardiana*, *Arca*, *Opis*.

ITIER

JEANNOT

LEYMERIE

MAILLE: *maileana*, *Arca*, *Pholadomya*; *maileanum*, *Cardium*.

CLÉMENT MARROT: *marrotianus*, *Pecten*, *Pectunculus*; *marrotiana*, *Crassatella*, *Lima*, *Pholadomya*.

MARTIN (also: Honoré Martin): *martinii*, *Unio*.

MATHÉRON: *matheroniana*, *Arca*.

MICHELIN

MILLET: *milletiana*, *Ostrea*.

MOREAU: *moreana*, *Arca*, *Leguminaria*, *Lima*, *Pinna*, *Tellina*.

MOUTON: *moutoniana*, *Arca*, *Avicula*; *moutonianum*, *Cardium*.

CLÉMENT MULLET

ORBIGNY, D' (father of Alcide d'Orbigny)

PAILLETTE

PASSY: *passyana*, *Arca*.

? PICTET

QUERRY

RASPAIL: *raspaillii*, *Arca*.

RAULIN: *raulinianus*, *Pecten*; *rauliniana*, *Arcopagia*, *Avicula*, *Lima*, *Avicula*, *Ostrea*, *Pholadomya*; *raulinianum*, *Cardium*.

RENAUX (sometimes: Renaud): *renauxianus*, *Pectunculus*, *Spondylus*; *renauxiana*, *Nucula*, *Pinna*.

REQUIEN: *requienianus*, *Pectunculus*, *Teredo*; *requieniana*, *Arca*.

RICORDEAU: *ricordeana*, *Perna*, *Venus*.

ROBINEAU-DESVOIDY: *robinaldinus*, *Pecten*, *Solen*; *robinaldina*, *Anatina*, *Arca*, *Crassatella*, *Lima*, *Panopaea*, *Periploma*, *Pinna*, *Trigonia*, *Venus*.

RONDOT

ROUY: *rouyana*, *Lucina*.

ROYER: *royeriana*, *Lima*.

DU SOUICH

TOMBECK: *tombeckiana*, *Lima*, *Ostrea*.

TOUPIOLLE

TRUELLE: *truellei*, *Janira*, *Opis*.

DE VERNEUIL

DE VIBRAYE (sometimes: Vibrayes): *vibrayeana*, *Leda*, *Venus*; *vibrayana*, *Lucina*.

DE VIEILBLANC (sometimes Vieblanc)

VINOT.

DE WEGMANN: *wegmanniana*, *Ostrea*.

References

[1] L. Agassiz, Études critiques sur les Mollusques fossiles, Mémoire sur les Trigones, Neuchâtel, Switzerland, 1840 58 p.

[2] L. Agassiz, Études critiques sur les Mollusques fossiles, Monographie des Myes, Neuchâtel, Switzerland, 1842–1845 287 p.

[3] A. d'Archiac, Rapport sur les fossiles du Tourtia, Mém. Soc. géol. France (2) 2 (1847) 291–351.

[4] G. Bignot, The position of the Montian Stage and related facies within the stratigraphic-palaeogeographic framework of NW Europe during the Danian, Contr. Tert. Quat. Geol. 29 (3–4) (1993) 47–59.

[5] A. Brongniart, Description géologique des couches des environs de Paris, in: G. Cuvier (Ed.), Les Ossements fossiles, II, 2, 1822, pp. 229–648.

- [6] A. Chavan, Superfamily Lucinacea, in: R.C. Moore (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N Mollusca 6 Bivalvia*, Lawrence, Kansas, USA, 1969 N491–N518.
- [7] A.V. Dhondt, Systematic revision of the Chlamydiae (Pectinidae, Bivalvia, Mollusca) of the European Cretaceous. Part 2. *Lyropecten*, Bull. Inst. R. Sci. nat. Belg., Série Sciences de la Terre 48 (7) (1972) 1–80.
- [8] F. Dujardin, Mémoire sur les couches du sol en Touraine et description des coquilles de la craie et des faluns, *Mém. Soc. géol. France* (1) 2 (1837) 211–311.
- [9] J.-C. Fischer, A. Lauriat-Rage, Les voyages biostratigraphiques d'Alcide d'Orbigny en France et dans les régions limitrophes, *C. R. Palevol* 1 (2002) 549–554.
- [10] A. Goldfuss, *Petrefacta Germaniae*, Düsseldorf, Germany, 1826–1844 2 vols, 2 atlases.
- [11] P. Juignet, Cénomanien, in: C. Cavelier, J. Roger (Eds.), *Les étages français et leurs stratotypes*, *Mém. BRGM* 109 (1980) 130–138.
- [12] J.-B. de Lamarck, *Système des Animaux sans vertèbres*, Paris, 1801 432 p.
- [13] J.-B. de Lamarck, Sur les Fossiles des environs de Paris, *Ann. Mus. Hist. nat. Paris* 8 (1806) 155–166.
- [14] J.-B. de Lamarck, *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*, Paris, 1819 VI, 1, 343 p.
- [15] A. Leymerie, Mémoire sur le terrain crétacé du département de l'Aube, contenant des considérations générales sur le terrain néocomien, *Mém. Soc. géol. France* (1) 4 (1841) 291–364; (1) 5 (1842) 1–34.
- [16] P. Mathéron, Catalogue méthodique et descriptif des corps organisés fossiles du département des Bouches-du-Rhône et lieux circonvoisins, précédé d'un mémoire sur les terrains supérieurs ou Grès bigarré du Sud-Est de la France, Marseille, 1842–1843, 269 p.
- [17] D. Merle, J.-M. Pacaud, D'Orbigny, un précurseur dans l'étude de la faune du bassin de Paris, *C. R. Palevol* 1 (2002) 587–598.
- [18] R.C. Moore (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part N: Mollusca, 6: Bivalvia*, Lawrence, Kansas, USA, 1969.
- [19] A. d'Orbigny, *Voyage dans l'Amérique méridionale (le Brésil, la république orientale de l'Uruguay, la République argentine, la Patagonie, la république du Chili, la république de Bolivie, la république du Pérou) exécuté pendant les années 1826, 1827, 1828, 1829, 1830, 1831, 1832 et 1833. Tome troisième, 4^e partie : Paléontologie*, 1842, P. Bertrand, Paris ; Veuve Levrault, Strasbourg, 188 p.
- [20] A. d'Orbigny, *Paléontologie française. Description des Mollusques et rayonnés fossiles. Terrains Crétacés. III. Lamellibranches*, Paris, Victor Masson, 1843–1847 897 p.
- [21] A. d'Orbigny, Terrain secondaire, système crétacé (étage sénonien ou de la craie blanche). Mollusques, in: R.I. Murchison, E. de Verneuil, A. de Keyserling (Eds.), *Géologie de la Russie d'Europe et des montagnes de l'Oural, Volume II, (3) Paléontologie*, Murray (London) and Bertrand, Paris, 1845, pp. 489–498.
- [22] A. d'Orbigny, *Prodrome de paléontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques et rayonnés, II*, Paris, Victor Masson, 1850 427 p.
- [23] F. Roman, P. Mazeran, *Monographie paléontologique de la faune du Turonien du Bassin d'Uchaux et de ses dépendances*, *Arch. Mus. Hist. nat. Lyon* 12 (2002) 1–137.
- [24] J. de C. Sowerby, J. Sowerby, *The Mineral Conchology of Great Britain; or coloured figures and descriptions of those remains of testaceous animals or shells which have been preserved at various times and depths in the earth*, 7 vols, London, 1812–1846.