

Etude des caractères phylogénétiques chez les ammonites du Pliensbachien - Toarcien. Application chez les Amaltheidae et les Hildoceratidae et implications dans les analyses de paléobiodiversité

Thèse soutenue par : Jérémie BARDIN

le 6 décembre 2013

Résumé :

L'analyse cladistique est devenue une méthode incontournable pour reconstituer les relations phylogénétiques entre taxons. Les représentations sous forme de cladogrammes qu'elle fournit sont un requis pour de nombreuses études sur l'évolution. Ce travail propose de l'utiliser sur les faunes d'ammonites de la période Pliensbachien-Toarcien (Jurassique inférieur). Deux études paléontologiques sont présentées : la première sur les faunes du Pliensbachien supérieur Haut-Marnais (France), la seconde sur le Toarcien inférieur des Rides Sud-Riffaines (Maroc). En analyse cladistique, la formulation des caractères est l'une des étapes fondamentales correspondant à la proposition des hypothèses d'homologies primaires qui seront la base du test des relations de parenté. Une revue de la littérature de la cladistique chez les ammonites a permis de soulever de nouvelles perspectives de travail dans son usage. Une importante discussion sur le codage de trois des plus importantes familles est présentée : Dactyloceratidae, Amaltheidae et Hildoceratidae. Ces deux dernières ont fait l'objet d'analyses cladistiques. La diversité morphologique des coquilles a été en partie réinterprétée de manière à fournir des jeux de caractères respectant, autant que possible, l'indépendance des caractères, la prise en compte de leur nature continue et l'ontogenèse. Enfin, les deux familles analysées sont utilisées pour calculer un indice de diversité phylogénétique et ainsi discuter l'apport de l'information phylogénétique dans les mesures de paléobiodiversité.

Mots-clés :

Jurassique, Pliensbachien, Toarcien, ammonite, cladistique, codage des caractères, paléobiodiversité

Histoire évolutive, morphologie fonctionnelle et développement des coelacanthes mésozoïques et actuels

Thèse soutenue par : Hugo DUTEL

le 8 novembre 2013

Résumé :

Les coelacanthes (Actinistia) forment un clade de vertébrés sarcoptérygiens non terrestres, aujourd'hui représentés par un seul genre, *Latimeria*. Dans une première partie, je présente tout d'abord les redescriptions des coelacanthes mésozoïques *Megalocoelacanthus* et *Trachymetopon*. Ces fossiles apportent de nouvelles informations sur les relations phylogénétiques et la paléobiogéographie des coelacanthes mésozoïques. L'étude de ces fossiles souligne en outre la variation morphologique du crâne chez les coelacanthes « géants » du mésozoïque. Je présente ensuite les premières données sur le développement précoce de *Latimeria* obtenues à partir de l'utilisation de la lumière synchrotron, et discute de l'importance des données développementales pour notre compréhension de l'évolution du système crânien des coelacanthes. En outre, l'étude des implications fonctionnelles des variations morphologiques du crâne observées au cours de l'histoire évolutive des coelacanthes est nécessaire pour comprendre les compromis évolutifs auxquels est soumis le système crânien, et pour formuler des inférences sur le mode de prise alimentaire et sur l'écologie des coelacanthes fossiles étudiés. Cependant, cet objectif nécessite en premier lieu une compréhension fine de la mécanique du crâne chez le coelacanthe actuel, *Latimeria*. Cette problématique fait l'objet du reste de la thèse. Le coelacanthe *Latimeria* est l'unique vertébré actuel possédant un crâne divisé en deux portions, l'une antérieure, l'autre postérieure, articulées par une articulation intracrânienne. Cette articulation est associée à un muscle pair, le muscle basicrânien. L'articulation intracrânienne était supposée permettre l'élévation de la partie antérieure du crâne lors de l'ouverture de la gueule, contribuant ainsi à augmenter le volume buccal pour réaliser une puissante dépression négative du milieu aqueux environnant, entraînant une aspiration des proies. Une redescription de l'anatomie musculo-squelettique du crâne de *Latimeria* est présentée à partir de la dissection d'un spécimen adulte. Ces nouvelles données suggèrent que l'articulation intracrânienne et l'appareil hyoïdien sont beaucoup moins mobiles que ce qui était précédemment supposé. L'élévation de la partie antérieure du crâne apparaît impossible. Les observations anatomiques suggèrent en revanche qu'une ventroflexion limitée de la partie antérieure du crâne à partir de sa position de repos est possible sous l'action du muscle basicrânien. Je démontre ensuite à partir d'un modèle statique à l'équilibre que le muscle basicrânien permet d'augmenter la force de morsure chez *Latimeria*. Les résultats préliminaires d'analyse par éléments finis, permettant de caractériser le comportement mécanique du crâne de *Latimeria* lors de la morsure, ainsi que les perspectives du travail de cette thèse sont finalement présentés. La compréhension du fonctionnement du crâne chez *Latimeria* permettra dans de futurs travaux d'étudier les implications sur la prise alimentaire des différentes morphologies crâniennes observées dans le registre fossile des coelacanthes, et ainsi formuler des inférences sur l'écologie de ces fossiles.

Abstract :

Coelacanths (Actinistia) form a clade of lobe-finned vertebrates that are nowadays represented by a single genus, *Latimeria*. In this thesis, I first present a redescription of poorly known fossil coelacanths *Trachymetopon* and *Megalocoelacanthus* from the Jurassic and Cretaceous periods. These fossils give new insights into the phylogenetic relationships and paleobiogeography of the Mesozoic coelacanths. Moreover, they shed light on the variability in the skull anatomy in large-sized, fossil coelacanths. Then, I present unique data on the early development of the extant coelacanth *Latimeria* based on X-ray synchrotron microtomography, and discuss of the importance of developmental data to our understanding of the evolution of the cranial system in coelacanths. Investigation of the functional significance of the morphological variation in skull anatomy is also needed to understand the evolutionary trade-offs in the cranial system of coelacanths, and to make inferences on the feeding behavior and ecology of fossil coelacanths. However this objective first necessitates an in-depth understanding of the skull mechanics in the extant coelacanth *Latimeria*, which is investigated in the rest of this thesis. Among extant vertebrates, *Latimeria* is unique in having a skull divided into an anterior and a posterior part, articulated by means of an intracranial joint. This joint is associated with a paired muscle, the basicranial muscle. This complex articulation was previously thought to allow an elevation of the snout by 15° to 20°, which would enhance mouth opening distance and allowing the animal to perform a powerful suction. The basicranial muscle was thought to depress the anterior portion of the skull from its elevated state during mouth closure. I re- describe the musculo-skeletal anatomy of the skull based on the dissection of an adult coelacanth specimen. These new data suggest that the intracranial joint and the hyoid apparatus are less mobile than previously thought. The elevation of the anterior portion of the skull is unlikely. However, a small but distinct ventroflexion of the anterior portion of the skull from its resting position under the action of the basicranial muscle is likely based on the anatomy of the joint. Using a static equilibrium model, I show that the basicranial muscle increases the overall bite force generated by *Latimeria*, suggesting that the role of a functional intracranial joint in coelacanths may be associated with bite force generation rather than suction feeding. Preliminary results of finite element analysis on biting in *Latimeria*, as well as future research directions are finally presented. The understanding of the skull mechanics in *Latimeria* will serve to investigate in future work the functional implications on feeding of the variations in skull anatomy described in fossil coelacanths.

How can the interplay between form and function enlighten the evolution of organisms in their ecological context?

Thèse soutenue par : Anne-Claire FABRE

le 10 septembre 2013

Abstrac :

Form and function are linked at a fundamental level. Bones, for example, are clearly functionally important. They allow movement and, whilst supporting loads, also need to respond and resist to muscular forces. Indeed, bones are shaped by force and motion and thus, presumably intimately related to the movements executed, and thus also the lifestyle of a species. This is the background of this project where the origin and nature of phenotypic variation is studied in relation to phylogenetic constraints and mechanistic form-function relationships in the context of adaptations to specific ecological demands. To study this form-function relation I investigated the influence of different factors on the shape of the postcranial bones of mammals using 3D geometric morphometric methods and comparative approaches that take into account phylogeny. Moreover, I tried to infer the function and ecology of an extinct taxon. The results of this PhD show that many factors influence the morphology of the postcranial skeleton ranging from the body mass, over locomotor strategies, to more specialized behaviours such as grasping ability and shared ancestry. The results also highlight the difficulty in inferring function and ecology of extinct taxa, especially for species that have no extant relatives. Finally, our results shown that there is a relation between form and function, but that our understanding thereof remains hampered by a lack of quantitative data on the locomotor behaviour in the taxa under study.

Représentation sémantique des phénotypes : métamodèle et ontologies pour les caractères taxonomiques et phylogénétiques.

Thèse soutenue par : Anaïs Grand

Le 23 Octobre 2013

Résumé :

La taxonomie du 21^{ème} siècle se doit d'être « intégrative » en favorisant l'échange explicite et non ambigu des connaissances sur les phénotypes. Les caractères sont au cœur du travail des taxonomistes : découvrir, décrire, nommer, comparer, caractériser de nouveaux taxons, les classer selon leurs relations phylogénétiques, étudier l'histoire et la diversité de leurs caractères et de leurs distributions. Mon travail cherche à fournir un cadre formel et sémantique utile à l'intégration des caractères. L'information véhiculée par les caractères est explicitée grâce à l'outil logique défini par la « conception sémantique » des théories scientifiques, le modèle. Sur le plan opérationnel, cette approche rejoint le développement d'outils informatiques sémantiques, appelées ontologies, aujourd'hui au cœur du travail collaboratif. Mon travail met l'accent sur le lien entre caractères taxonomiques et bio-ontologies informatiques (telles Plant Ontology). Au-delà d'une simple annotation des caractères par les termes des bio-ontologies, je propose une représentation sémantique des caractères par l'élaboration d'un métamodèle se superposant aux ontologies pour favoriser leur intégration. Les requêtes et raisonnements complexes sur les caractères ainsi représentés facilitent le travail du taxonomiste. L'expérimentation sur des caractères réels est illustrée par l'étude de fougères fossiles. Des perspectives de superposition du métamodèle aux modèles implémentés dans les logiciels *Xper*² (pour la partie descriptive) et *LisBeth* (pour la partie phylogénétique) sont présentées.

Création et analyse d'une base de connaissances pour l'étude des archéocyathes

Thèse soutenue par : Adeline KERNER

le 3 octobre 2013

Résumé :

Les archéocyathes constituent un groupe-clé pour les différents domaines de l'étude de l'Histoire de la Vie et de la Terre. Ce sont des éponges cambriennes utilisées principalement en biostratigraphie et en paléoécologie. Une base de connaissances est réalisée lors de cette thèse. Elle contient les 308 genres d'archéocyathes décrits à l'aide 122 descripteurs (87 morphologiques, 8 stratigraphiques et géographiques et 27 sur la classification). Une clé interactive est générée à partir de la base de connaissances et a permis de tester et de valider la base par l'étude de nouvelles faunes récifales. Différentes informations sur les archéocyathes, la base de connaissances et la clé d'identification interactive sont disponibles en ligne à l'adresse suivante : <http://www.infosyslab.fr/archaeocyatha>. La base de connaissances synthétise les connaissances actuelles sur les archéocyathes et donnent aux données une forme permettant de nombreuses analyses. L'exploration des connaissances de la base a porté principalement sur les descripteurs et leurs états. Les principales applications concrètes liées à l'analyse de la base sont l'étude de l'influence de l'orientation des plans de coupes, la datation de la faune mexicaine et la réalisation de la première phylogénie des archéocyathes.

L'enracinement des cétacés modernes (Neoceti) au sein des archéocètes : les derniers archéocètes (Basilosauridae), les premiers néocètes

Thèse soutenue par : Manuel MARTINEZ

le 24 mai 2013

Résumé :

L'étude de trois fossiles appartenant aux trois sous-ordres de cétacés ("Archéocètes", Odontocètes et Mysticètes) a permis d'élucider certains aspects de la transition entre les "Archéocètes" (groupe paraphylétique de cétacés fossiles ne se rapportant pas aux sous-ordres actuels) et les Néocètes qui sont les cétacés modernes (Odontocètes et Mysticètes). *Cynthiacetus peruvianus*, est un "Archéocète" de la famille des Basilosauridae (la plus dérivée) de l'Eocène supérieur du Pérou. Il possède une morphologie et une anatomie proche de celle des autres membres de la famille comme *Dorudon atrox*. C'était probablement un prédateur pélagique généraliste. Le deuxième spécimen est un Odontocète basal de l'Oligocène supérieur de Caroline du Sud (USA). L'étude morpho-fonctionnelle de son appareil auditif suggère qu'il était capable de discerner des hautes fréquences et qu'il possédait probablement déjà des capacités d'écholocation. Le troisième spécimen est un Mysticète de l'Eocène supérieur du Pérou qui présente de grandes ressemblances morphologiques avec les basilosauridés de par sa position très basale au sein du sous-ordre. Ce nouveau taxon constitue le Mysticète le plus ancien connu. Il avait vraisemblablement un mode de vie benthique. Une analyse phylogénétique soutient la monophylie des Basilosauridés, l'enracinement des Néocètes au sein de cette famille et la condition basale de ce nouveau Mysticète au sein du groupe. *C. peruvianus* est un basilosauridé dérivé et ne peut pas être considéré comme représentant un morphotype ancestral des cétacés modernes.

Etude des faunes d'ostracodes (Crustacea) du Trias de la Dobrogea du Nord (Roumanie): systématique et paléoécologie

Thèse soutenue par : Oana-Gabriella SEBE

le 20 septembre 2013

Résumé :

Après les événements de la fin du Permien, le Trias est une période importante de récupération post-crise pour tous les groupes marins et enregistre le turn-over entre les faunes paléozoïques et méso-cénozoïques. Si les ostracodes du Trias supérieur et ceux de la limite Permien – Trias ont été assez bien décrits jusqu'alors, on ne connaît pratiquement rien sur les faunes du Trias inférieur et moyen. Dans l'orogène de la Dobrogea du Nord (Est de la Roumanie), les dépôts du Trias affleurent largement, en particulier dans l'Unité Tulcea. Cette étude s'est focalisée sur deux limites importantes : Spathien-Anisien et Anisien-Ladinien. Des coupes ont été étudiées en parallèle en environnement de plate-forme carbonatée et en environnement de bassin dans l'intervalle Trias inférieur – Trias moyen. La thèse a pour but d'étudier la systématique des ostracodes pour établir un cadre biostratigraphique et caractériser les conditions paléoenvironnementales. Les faunes d'ostracodes de quatre coupes ont été étudiées en détail: 1800 spécimens ont été reconnus et appartiennent à 122 espèces et 27 genres qui ont été décrits et figurés. Cinq nouvelles espèces ont été décrites: *Discoidella niculaei* SEBE, *Palaeocypridina tulceaensis* SEBE, *Palaeocypridina agighiolensis* SEBE, *Bairdia doinae* n.sp. et *Bairdia popescui* n.sp. D'un point de vue biostratigraphique, les différents assemblages d'ostracodes montrent des changements dans leur composition spécifique dans l'intervalle étudié. En calibrant les assemblages d'ostracodes par d'autres groupes d'organismes (amonoïdés et conodontes), je propose une première biozonation par les ostracodes pour l'intervalle Spathien supérieur –Ladinien inférieur. La base de l'Anisien pourrait être marquée par la FAD (first apparition datum) de *Triassocythere thierry*, *Polycope baudii* et *Polycope* cf. *cincinata*. La paléobathymétrie a été appréhendée grâce au modèle de LETHIERS & RAYMOND (1991). Les environnements de la coupe d'Uzum Bair seraient les plus profonds avec essentiellement des ostracodes de types paléopsychrosphériques (ornementés de denticules, d'épines, avec des tests très fins). A Cataloi, les assemblages sont mixtes avec des *Bairdia* et des formes paléopsychrosphériques, ce qui situerait l'environnement dans la partie la plus externe de la plate-forme voire bordure de talus. Les coupes Deșli Caira et Dealul Pietros-Agighiol, où prédominent les *Bairdia*, se situeraient dans un environnement de type plate-forme externe. C'est la première fois que des ostracodes paléopsychrosphériques sont décrits dans le Ladinien.

Nouvelles inférences cladistiques sur la biogéographie du Sud-Est asiatique et de la région à l'Ouest du Pacifique. Réflexion sur une approche intégrative de la dimension temporelle en Biogéographie Historique

Thèse soutenue par : Visotheary UNG

le 18 octobre 2013

Résumé :

La biogéographie historique est la discipline qui s'occupe d'établir les relations de parenté entre aires biogéographiques, comprises comme des ensembles d'aires de distribution de taxons. L'histoire géologique complexe du Sud Est asiatique et de la région de l'Ouest du Pacifique en fait une région de choix pour les biogéographes. Nous proposons une nouvelle approche, cladistique, pour l'étude de cette région située autour de la célèbre "Ligne de Wallace", en nous plaçant dans le paradigme de la vicariance où la spéciation apparaît suite à la mise en place d'une barrière géographique (par opposition au modèle dispersaliste à partir d'un centre d'origine). En effet, nous utilisons ici l'analogie existant entre Systématique et Biogéographie pour appliquer des méthodes cladistiques de la Systématique à la Biogéographie. Il s'agit ici de répondre à la question : « pourquoi existe-t-il une telle distribution des taxons dans cette région du globe ? » Les résultats attendus sont une meilleure connaissance de l'histoire évolutive de la région ainsi que des traits d'histoire de vie des taxons qui la peuplent. Etant entendu que la distribution conjointe de plusieurs taxons non apparentés ne peut être obtenue par « chance », elle doit forcément rendre compte d'un événement commun (i.e. un événement de vicariance) qui aurait affecté de manière égale ces taxons. L'approche cladistique, que nous proposons n'a été rendue possible que grâce à la finalisation d'un logiciel implémentant la méthode dite d'analyse à 3 éléments (3ia): LisBeth est aujourd'hui disponible en téléchargement librement depuis notre site web et offre de nouvelles perspectives d'analyses à ses utilisateurs, qu'ils soient systématiciens ou biogéographes. Nous montrons que la représentation des caractères offerte par LisBeth autorise de nouvelles inférences quant aux relations de parenté existant entre les aires d'endémismes étudiées. Nous avons ainsi mis en évidence l'émergence d'un « pattern » général de l'analyse conjointe de 35 taxons non apparentés (plantes et animaux).

Dans un deuxième temps nous nous sommes intéressés à une problématique théorique majeure de la biogéographie contemporaine: « Quid de la dimension temporelle en biogéographie historique ? ». Comment prendre en compte, sans ambiguïté, des échelles temporelles différentes lors d'analyses diachroniques ? Nous proposons ici un modèle, basé sur la 3ia qui permet de considérer la dimension temporelle et de réaliser, de ce fait, de véritables analyses de biogéographie intégrative.