N° d'ordre : 24-2012
Année 2012

THESE DE L'UNIVERSITE DE LYON

Délivrée par

L'UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON 1

ECOLE DOCTORALE E2M2

DIPLOME DE DOCTORAT

(arrêté du 7 août 2006)

soutenue publiquement le 12 Avril 2012

par

Mr SUCHÉRAS-MARX Baptiste

**Émergence de la production carbonatée pélagique au Jurassique
moyen (180-160 Ma) : la conquête des océans par les
coccolithophoridés du genre *Watznaueria***

Directeur de thèse : Pr Emanuela MATTIOLI (Université Claude Bernard Lyon1, France)
Co-Directeur de thèse : Dr Fabienne GIRAUD (Université Joseph Fourier Grenoble1, France)

JURY :

Pr Annachiara BARTOLINI	(Muséum National d'Histoire Naturelle, France)	Rapporteur
Pr Paul R. BOWN	(University College of London, Angleterre)	Rapporteur
Dr Jorijntje HENDERIKS	(Uppsala University, Suède)	Examineur
Dr Yannick DONNADIEU	(LSCE, France)	Examineur
Dr Luc BEAUFORT	(CEREGE, France)	Examineur
Dr Bernard PITTET	(Université Claude Bernard Lyon1, France)	Encadrant

Émergence de la production carbonatée pélagique au Jurassique moyen (180-160 Ma) :
la conquête des océans par les coccolithophoridés du genre *Watznaueria*

RESUME

Les coccolithophoridés sont des algues marines photosynthétiques et planctoniques qui produisent des plaques micrométriques de carbonate de calcium (CaCO_3) appelés coccolithes. Ces algues sont apparues il y a 210 Ma et produisent actuellement la majeure partie du CaCO_3 dans les océans modernes, jouant ainsi un rôle majeur dans le cycle du carbone. Cependant, l'émergence de la production de CaCO_3 océanique par les coccolithophoridés au cours du Jurassique, ainsi que son impact sur le cycle du carbone, restent très mal compris. Cette étude s'est donc focalisée sur une période du Jurassique Moyen (Bajocien inférieur, -170 Ma) enregistrant la diversification de *Watznaueria*, un genre de coccolithophoridé qui a ensuite dominé la production de CaCO_3 océanique pendant plus de 80 Ma. L'analyse des assemblages de coccolithes du Jurassique Moyen du Portugal et du sud de la France, réalisée à l'aide d'une méthode de reconnaissance automatique appliquée pour la première fois aux coccolithes du Jurassique, a permis de quantifier l'importance de cette période de diversification sur la production de CaCO_3 pélagique. En outre, la durée de cet intervalle clé a été réévaluée grâce à l'analyse cyclostratigraphique des séries sédimentaires du Sud de la France. Les variations de production de CaCO_3 pélagique ainsi reconstituées ont été comparées aux perturbations du cycle du carbone enregistrées par les rapports des isotopes du carbone, et indiquent un lien probable avec une augmentation marquée de la fertilité des océans. Par ailleurs, l'analyse paléontologique montre que cette diversification correspond à l'apparition successive de différentes espèces vraisemblablement opportunistes du genre *Watznaueria*. Enfin, les flux obtenus de CaCO_3 pélagiques, largement inférieurs à ceux observés dans les océans actuels, semblent insuffisants pour avoir eu une influence significative sur le cycle global du carbone du Jurassique Moyen.

Pelagic carbonate production emergence during the Middle Jurassic (180-160 Ma) :
the conquest of the oceans by the coccolithophorid genus *Watznaueria*

ABSTRACT

Coccolithophorids are photosynthetic and planktonic marine algae that produce micrometric calcium carbonate (CaCO_3) platelets called coccoliths. These algae appeared about 210 Ma ago and produce today most of the CaCO_3 in the modern oceans, hence playing a major role in the carbon cycle. Nevertheless, the onset of oceanic CaCO_3 production by these organisms during the Jurassic and its impact on carbon cycling remain poorly understood. This study therefore focused on the Middle Jurassic interval (Early Bajocian, -170 Ma) which records the diversification of *Watznaueria*, an evolutionary important coccolith genus that subsequently dominated oceanic CaCO_3 production for more than 80 Myr. The analysis of coccolith assemblages from the Middle Jurassic of southern France and Portugal, based on an automatic coccolith recognition device used for the first time on Jurassic coccoliths, allowed quantifying the impact of this diversification on CaCO_3 production. In addition, the duration of this key interval has been reevaluated by the cyclostratigraphic analysis of sedimentary strata from southern France. The reconstructed changes in CaCO_3 production were compared to carbon cycle perturbations recorded by carbon isotope ratios and indicate a probable link with a marked increase of ocean fertility. Besides, paleontological analyses show that this diversification episode correspond to the successive appearance of different, probably opportunistic *Watznaueria* species. The obtained fluxes of pelagic CaCO_3 production, by far lower than those recorded in modern oceans, seems too low to have significantly impacted the Middle Jurassic carbon cycle.

DISCIPLINE : Sciences de la Terre, Paléocéanographie

MOTS-CLES-KEY WORDS

Jurassique Moyen, nannofossiles calcaires, paléocéanographie, production carbonatée, cycle du carbone

Middle Jurassic, calcareous nannofossils, paleoceanography, carbonate production, carbon cycle

Laboratoire de Géologie de Lyon : Terre, Planète, Environnement

UMR CNRS 5276 (CNRS, ENS, Université Lyon1)

Université Claude Bernard, Lyon1

Campus de la Doua, bât. GEODE ; 2, rue Raphaël Dubois ;

69622 Villeurbanne Cedex ; France

Table des matières

Chapitre 1: Introduction	p.1
Chapitre 2: Duration of the Early Bajocian and the associated $\delta^{13}\text{C}$ positive excursion based on cyclostratigraphy	p.17
Chapitre 3: Absolute abundance and flux quantification of Middle Jurassic coccoliths, an automated approach	p.45
Chapitre 4: The <i>Watznaueria</i> diversification during the Early Bajocian (Middle Jurassic): biostratigraphic implications and the genus evolution	p.69
Chapitre 5: The success of the coccolithophorid genus <i>Watznaueria</i> in the Jurassic oceans and its impact on the pelagic primary production	p.87
Chapitre 6: La production carbonatée au Bajocien inférieur	p.125
Chapitre 6.1.: Les plates-formes carbonatées de la Téthys occidentale au Bajocien inférieur	p.127
Chapitre 6.2.: Impact of the Middle Jurassic diversification of <i>Watznaueria</i> (coccolith-bearing algae) on the carbon cycle and $\delta^{13}\text{C}$ of bulk carbonates	p.133
Chapitre 7: Conclusions et Perspectives	p.157
7.1. Conclusions	p.158

7.2. Perspectives

p.161

Annexe 1: Guide d'utilisation du microscope automatique et de SYRACO

p.169

Annexe 2: Light microscope (LM) and scanning electron microscope (SEM) observation of coccoliths in the same sample

p.183

Chapitre 1 : Introduction

1.1. Les porteurs de pépin de pierre

Les coccolithophoridés sont des algues micrométriques unicellulaires du domaine Eukaryota, de l'embranchement Haptophyta et de la classe Prymniophyceae (Billard et Inouye, 2004). Ces algues photosynthétiques produisent à l'intérieur de leur cellule à l'aide de l'appareil de Golgi des plaques appelées coccolithes composées de carbonate de calcium (CaCO_3) qui sont ensuite transportées sur la bordure externe de la cellule pour former un test appelé coccosphère (Pienaar, 1994). Les coccolithophoridés sont des organismes pélagiques exclusivement marins, très largement diversifiés en nombre d'espèces et surtout extrêmement abondant dans les océans. A la base de la chaîne alimentaire dans les océans, ces algues sont les seuls organismes actuels à intervenir dans le cycle du carbone à la fois par la photosynthèse et par la cristallisation de carbonate de calcium (Westbroek et al., 1993). Malgré leur petite taille, leur contribution dans le cycle du carbone est extrêmement importante puisqu'ils produisent environ la moitié du carbonate pélagique total notamment par le biais de blooms. Un bloom correspond à la multiplication massive d'une espèce pendant une courte période et lorsque les conditions environnementales sont favorables. Ces événements, souvent saisonniers, entraînent une production phénoménale de carbonate de calcium. De fait, les coccolithophoridés ont une position centrale dans les environnements marins actuels de par leur position basale dans la chaîne alimentaire et leur rôle majeur dans le cycle du carbone.

1.2. Retour dans le passé

Les coccolithophoridés, très généralement préservés sous forme de coccolithes isolés dans le sédiment, font partie des nannofossiles calcaires. A l'intérieur de ce groupe, sont inclus tous les restes minéralisés issus d'organismes pélagiques micrométriques à test calcaire, et ceci indifféremment de leur affinité taxinomique qui peut être incertaine voire inconnue. Les plus anciens nannofossiles calcaires connus sont représentés par des calcisphères au Carnien (Trias supérieur, environ -228 Ma) ; les plus anciens coccolithes connus datent du Norien (Trias supérieur, environ -210 Ma) (Bown, 1998), et appartiennent au groupe morphologique des murolithes. Les placolithes, la forme la plus répandue dans l'histoire des coccolithes, n'apparaissent qu'au début du Pliensbachien, au Jurassique inférieur (environ -190 Ma). Même si la réponse biologique des coccolithophoridés actuels aux variations de $p\text{CO}_2$ reste mal comprise (Fabry, 2008), l'émergence des producteurs carbonatés pélagiques pourrait avoir été causée par des changements climatiques et

tectoniques globaux, en lien avec une baisse significative de la $p\text{CO}_2$ induite par le démantèlement de la Pangée (Goddéris et al., 2008).

La longue histoire évolutive des nannofossiles calcaires a été entrecoupée par plusieurs épisodes de crise drastique (e.g., limite Crétacé/Paléocène) et d'épisodes de diversification (e.g., Toarcien inférieur, Jurassique inférieur, ou Bajocien inférieur, Jurassique moyen ; Bown, 2005). Malgré cette histoire complexe, les nannofossiles calcaires qui étaient au début de leur histoire à la fois peu diversifiés et surtout très peu abondants, ont colonisé l'ensemble des océans pour devenir les acteurs majeurs des cycles biogéochimiques que l'on connaît aujourd'hui. Dès le Crétacé supérieur, les nannofossiles calcaires constituent des producteurs majeurs de carbonate de calcium, comme l'attestent les épaisses successions de craie du Crétacé supérieur des côtes anglaises et françaises bordant la Manche.

1.3. La « Mid-Mesozoic Revolution » est en marche

La colonisation des océans par les nannofossiles calcaires a provoqué le transfert de la production carbonatée depuis les plates-formes peu profondes péri-continentales vers les domaines pélagiques. Ce phénomène est appelé la « Mid-Mesozoic Revolution » (Ridgwell, 2005). Ce transfert géographique de production a notamment abouti à la mise en place d'un puits majeur de carbonate vers les fonds océaniques et permis une meilleure régulation de l'état de saturation des océans. Cet événement est généralement daté entre le Trias, dernier événement de super-saturation en carbonates des océans, et le début du Crétacé supérieur, connu et nommé pour ces dépôts de craie riche en tests d'organismes pélagiques. Il y a donc une incertitude temporelle assez forte (environ 100 Ma) sur la mise en place de cet événement. Dans son modèle, Ridgwell (2005) a tenté de comprendre l'impact du changement de producteur carbonaté et non le moment de ce changement. Il a donc choisi arbitrairement la limite Trias-Jurassique comme période de ce changement. Il a considéré un océan anté-jurassique sans production carbonatée pélagique (appelé océan de type « Neritan ») et un océan post-triassique avec une production carbonatée pélagique équivalente à celle de l'actuel (appelé océan de type « Cretan »). Même si son choix temporel est assez proche de l'apparition des coccolithes, l'auteur a ignoré l'histoire évolutive de la production carbonatée par les nannofossiles calcaires. En effet, les travaux quantitatifs sur la production carbonatée au cours du Jurassique inférieur et plus particulièrement au Toarcien ont clairement mis en évidence une production carbonatée pélagique plus faible que celle observée dans l'actuel et une production carbonatée globale toujours dominée par les plates-formes carbonatées (Mattioli et Pittet, 2002; Mailliot, 2006; Mattioli et al., 2009).

1.4. Trouver le 14 Juillet des océans

L'émergence de la production carbonatée pélagique a eu un impact majeur dans l'histoire des océans. Cependant, il est nécessaire de proposer une calibration précise de cet événement dans le temps pour mieux comprendre ses causes mais aussi ses conséquences sur la chimie des océans et l'évolution de la biosphère. Cette question, contraindre l'émergence de la production carbonatée pélagique et vérifier son impact sur le cycle du carbone à l'échelle globale, est l'objectif final de cette thèse. Cependant, cet événement se situe quelque part entre le Toarcien (~180 Ma) et le début du Crétacé supérieur (Cénomaniens ; ~100 Ma) ce qui représente une période de temps beaucoup trop longue pour être étudiée dans un projet de thèse. Ce projet s'est donc focalisé sur une période clé dans l'évolution des coccolithophoridés et de la production carbonatée pélagique : celle correspondant à la diversification du genre *Watznaueria*.

1.5. Un règne de 80 Millions d'années

La diversification du genre *Watznaueria* au cours du Mésozoïque représente l'un des événements les plus marquants de l'histoire des coccolithophoridés. Ce genre de placolithe est apparu au cours du Toarcien inférieur avec les espèces *W. fossacincta* et *W. colacicchii* (Mattioli, 1996 ; Mattioli et Erba, 1999). Relativement discret au début de son histoire, ce genre va connaître une diversification majeure entre la fin de l'Aalénien supérieur et le Bajocien inférieur (~172 Ma) avec l'apparition des espèces *W. britannica*, *W. communis*, *W. aff. contracta*, *W. aff. manivitiae* et *W. manivitiae* (Cobianchi et al., 1992; Mattioli et Erba, 1999; Bown, 2005). Une autre espèce, très représentée dans le registre fossile, nommée *W. barnesiae* va apparaître à la base du Bathonien (~168 Ma). Après cette phase de diversification, les *Watznaueria* ont dominé les assemblages de coccolithes et ce jusqu'à la fin du Crétacé inférieur (Bown et Cooper, 1998; Pittet et Mattioli, 2002; Bornemann et al., 2003; Herrle, 2003; Lees et al., 2004; Giraud et al., 2006; Giraud et al., 2009; Linnert et al., 2010; Duchamp-Alphonse et al., 2007). Bien que moins nettement dominant, le genre reste très abondant dans les successions de la fin du Crétacé (Thibault et Gardin, 2007; Linnert et Mutterlose, 2009) et semble même avoir survécu à la crise K/T (Bernaola and Monechi, 2007). Le genre *Watznaueria* a quantitativement dominé les assemblages de nannofossiles calcaires pendant au moins 80 Ma, la plus longue dominance enregistrée au cours de l'histoire des nannofossiles calcaires (Erba, 2006). Cette étude est donc centrée sur ce genre majeur dans la production carbonatée pélagique et plus particulièrement sur la période de sa diversification.

1.6. Le Bajocien inférieur, une période de temps très mouvementée

La diversification des *Watznaueria* se situe dans le Jurassique moyen (Dogger) entre la fin de l'Aalénien et le Bajocien inférieur il y a environ 172 Ma. L'intervalle de temps considéré dans ce travail commence dans la dernière zone d'ammonite de l'Aalénien, la zone à *Concavum* (*Graphoceras concavum*). Le Bajocien, créé par d'Orbigny en 1850, tient son nom de la localité géographique de la description d'origine, Bayeux en Normandie, France. Le Bajocien est découpé en deux sous-étages, le Bajocien inférieur comprenant quatre zones d'ammonites et le Bajocien supérieur comprenant trois zones d'ammonites. Cette étude est focalisée sur le Bajocien inférieur. Si la limite aaléno-bajocienne est très mal datée par les méthodes absolues (Pálffy et al., 2000; Gradstein et al., 2004) comme la plupart des limites d'étage du Jurassique moyen, ses zones d'ammonites sont très bien définies et permettent des corrélations entre les différents bassins sédimentaires. Chacune de ces zones est définie sur des apparitions de genre limitant les effets de provincialisme. Chronologiquement, de la plus ancienne à la plus récente, on trouvera tout d'abord la zone à *Discites* (*Hyperlioceras discites*), la zone à *Laeviuscula* (*Witchellia laeviuscula*), la zone à *Propinquans* (anciennement zone à *Sauzei*, *Sonninia propinquans*) et la zone à *Humphriesianum* (*Stephanoceras humphriesianum*) (Riout et al., 1997).

L'intervalle de temps décrit précédemment est par ailleurs connu pour être le théâtre de changements tectoniques, géochimiques et paléontologiques majeurs. Parmi ces changements, l'ouverture de l'Atlantique central constitue probablement l'événement le plus marquant (Fig.1). Cette ouverture débute au cours du Jurassique inférieur et semble connaître une accélération drastique à la limite Aalénien-Bajocien (Labails et al., 2010). Dans le même intervalle de temps se produit en Europe l'ouverture de l'océan Liguro-Piemontais (Bill et al., 2001). Dans le Superocéan Pacifique, la limite Aalénien-Bajocien coïnciderait avec le remplacement des plaques Izanagi, Farallon et Phoenix par la plaque Pacifique (Fig.1 ; Bartolini and Larson, 2001). La formation de vastes zones de subduction bordant le Superocéan Pacifique est attestée par les traces de volcanisme d'arc documentées en Amérique du Sud, en Antarctique (Pankhurst et al., 2000), au Canada (DeBari et al., 2000) et au Tibet (Yin et al., 1998). Par ailleurs, un décalage des isotopes du strontium ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) vers des valeurs non-radiogéniques est observé au cours du Bajocien et représente l'un des changements les plus abrupts enregistrés au Jurassique (Jenkyns et al., 2002). Les sources majoritaires de l'isotope non-radiogénique du strontium provenant de l'altération hydrothermale de la croûte océanique et secondairement de l'altération chimique de basaltes

frais (e.g., Cohen and Coe, 2007), ce changement pourrait refléter l'accélération de l'ouverture de l'Atlantique ou la mise en place de la plaque Pacifique.

Figure 1 : Paléogéographie au Jurassique moyen (~170 Ma ; Blakey, site web). Les 3 plaques (Izanagi, Farallon et Phoenix) qui constituaient le Superocéan Pacifique sont remplacées par la plaque Pacifique.

L'intervalle de temps considéré est également caractérisé par des changements profonds dans le budget du cycle du carbone, comme en témoignent les variations des isotopes du carbone au cours de cette période (Fig. 2). Tout d'abord, la limite aaléno-bajocienne enregistre une excursion des isotopes stables du carbone ($\delta^{13}\text{C}$) vers des valeurs négatives, enregistrée par le carbonate sédimentaire total dans le bassin de l'Ombrie-Marche en Italie (Bartolini et al., 1996) et dans le bassin Bétique en Espagne (O'Dogherty et al., 2006), et par la calcite des bélemnites dans le bassin des Hébrides en Ecosse (Jenkyns et al., 2002). La même perturbation a été observée sur des fragments de charbon et de bois fossile dans le Yorkshire en Angleterre (Hesselbo et al., 2003). Cette perturbation dans le signal isotopique du carbone, retrouvée à la fois dans des dépôts marins et terrestres, semble avoir impacté à la fois sur les réservoirs océaniques et atmosphériques (Hesselbo et al., 2003) mais son origine n'est pas encore bien définie.

Cette excursion négative est suivie par une excursion positive des isotopes stables du carbone au Bajocien inférieur. Cette excursion positive est enregistrée par le carbonate sédimentaire total dans le bassin du Sud-Est de la France et le bassin de Paris (Corbin, 1994; Brigaud et al., 2009), le bassin de l'Ombrie-Marche en Italie (Bartolini et al., 1996; Bartolini et al., 1999) et dans le bassin Bétique en Espagne (O'Dogherty et al., 2006), et par la calcite

Figure 2 : Variations des isotopes du carbone (‰ ; VPDB) sur les coupes de l'Ile de Skye en Ecosse (Belemnites), du Yorkshire (Charbon et matière organique totale), de Chaudon-Norante en France (Carbonate total), de Casa Blanca et Agua Larga en Espagne (Carbonate total) et de Terminilietto en Italie (Carbonate total). Les corrélations en gris de l'excursion négative, en orange de l'augmentation des valeurs et en rouge du plateau de l'excursion positive.

des bélemnites dans le bassin des Hébrides en Ecosse (Jenkyns et al., 2002). Cette perturbation n'a pour l'heure pas été documentée dans les dépôts terrestres et semble avoir affecté uniquement le réservoir océanique. Cette perturbation majeure a été mise en relation avec une augmentation de la productivité primaire des océans (Bartolini et al., 1999). Malheureusement, les durées de ces perturbations isotopiques sont assez mal contraintes, conduisant à des grandes incertitudes sur leur possible origine.

Par ailleurs, des changements importants entre la fin de l'Aalénien et le Bajocien inférieur sont observés dans les communautés biologiques pélagiques. Au delà de la diversification des *Watznaueria* chez les coccolithes, plusieurs groupes semblent avoir des phases de diversification ou de renouvellement marquées. Tout d'abord, une augmentation des dépôts de radiolarites au cours du Bajocien inférieur est enregistrée dans plusieurs localités à travers le monde (Bartolini et al., 1996). Cet important changement dans la sédimentation pélagique a été relié principalement à une augmentation de la production de radiolaires dans les océans en relation avec l'augmentation de la productivité primaire au cours du Bajocien inférieur. Ce même phénomène d'augmentation de productivité primaire a été invoqué pour expliquer la phase de diversification enregistrée par les ammonites au cours de la même période (O'Dogherty et al., 2006). En effet, un renouvellement complet des espèces d'ammonites est observé entre la fin de l'Aalénien et le Bajocien inférieur, les taxons caractérisant le Jurassique inférieur étant remplacés par des taxons qui ont donné naissance à l'ensemble des familles du Jurassique moyen et supérieur.

1.7. Des enregistrements climatiques complexes

L'évolution des conditions climatiques globales au cours de l'Aalénien supérieur et du Bajocien inférieur reste très mal comprise. L'ensemble des données isotopiques de l'oxygène de la calcite des bélemnites et des huîtres semblent indiquer un réchauffement des océans (Dera et al., 2011) alors que les données des phosphates des dents de poissons, bien que leur nombre soit plus limité, indiqueraient un refroidissement au cours du Bajocien inférieur (Lécuyer et al., 2003; Leonide, 2007). En Chine, dans le bassin du Qaidam, l'abondance de pollen de fougères indiquerait un climat chaud et humide tempéré à subtropical et des conditions plus fraîches que durant le Toarcien (Wang et al., 2005). Des conditions humides ont aussi été proposées pour le Bajocien inférieur sur la base des dépôts de charbon et de bois fossile en Angleterre (Hesselbo et al., 2003). Les mêmes auteurs ont proposé une augmentation de la pCO_2 à la transition Aalénien-Bajocien en se basant sur la quantification de stomates foliaires. La présence de bois attribués au genre *Xenoxylon* dans l'intervalle

Bajocien-Bathonien moyen aux basses latitudes a été interprétée comme liée à un épisode de refroidissement majeur. Leur absence aux hautes latitudes pourrait attester de l'établissement de conditions trop froides pour le développement du genre (Philippe and Thevenard, 1996). En Sibérie, l'abondance de glendonites (pseudomorphose de l'ikaite considérée comme un bon indicateur de température proche du gel) dans les dépôts bajociens semblerait indiquer des conditions relativement froides pour cette période de temps (Price, 1999; Rogov et Zakharov, 2010). Enfin, les données sur la minéralogie des argiles du bassin de Mecsek (Hongrie) sembleraient indiquer des conditions chaudes et humides, accompagnées de sécheresses saisonnières (Raucsik et Varga, 2008). Ces données apparemment contradictoires sont pour la plupart mal calées dans le temps et couvrent un ensemble géographique trop grand pour en tirer des interprétations univoques sur les conditions climatiques du Bajocien inférieur.

*1.8. L'étude de la diversification des *Watznaueria* au cours du Bajocien inférieur*

C'est donc dans ce cadre paléontologique, géologique, géochimique et climatique que l'étude de la diversification des *Watznaueria* a été entreprise au cours du Bajocien inférieur. Ce manuscrit résume l'ensemble des travaux effectués au cours de ma thèse doctorale et est divisé en cinq chapitres, chaque chapitre étant sous la forme d'un article de recherche.

Le premier chapitre présente une étude cyclostratigraphique des dépôts de la fin de l'Aalénien jusqu'à la limite Bajocien inférieur-Bajocien supérieur sur la coupe de Chaudon-Norante, située près de Digne dans le bassin du Sud-Est de la France (Fig. 3A). Comme évoqué précédemment (Partie 1.6.), la durée du Bajocien inférieur et des excursions des isotopes du carbone qu'il enregistre sont très mal contraintes. Mon étude présente une analyse cyclostratigraphique basée sur les variations de concentrations de carbonate de calcium dans les sédiments, visant à reconnaître l'influence sur l'enregistrement sédimentaire des cycles astronomiques de la précession des équinoxes, de l'obliquité de l'axe de rotation de la Terre et de l'excentricité orbitale. A partir de l'identification de ces cycles astronomiques qui ont chacun des durées propres, des durées pour l'ensemble du Bajocien inférieur, des quatre zones d'ammonites qui le composent et de l'excursion positive du Bajocien inférieur sont proposées. Cet article a été soumis au *Journal of the Geological Society, London*.

Dans le second chapitre est présentée la méthode de comptage automatique des coccolithes créée et couramment utilisée sur du matériel cénozoïque au CEREGE (Dollfus et Beaufort, 1999; Beaufort et Dollfus, 2004) et son application à des échantillons mésozoïques. Ce système permet de produire d'énormes quantités de données de qualité en limitant le

temps d'acquisition. Le temps est en effet un facteur très contraignant dans l'étude très chronophage des nannofossiles calcaires. Durant ma thèse, le système automatique fut appliqué pour la première fois sur des dépôts mésozoïques grâce à l'étude des séries du Bajocien inférieur de Cabo Mondego situé dans le bassin Lusitanien au Portugal (Fig. 3B) et de Chaudon-Norante. L'article va être soumis à *Marine Micropaleontology*.

Le troisième chapitre traite de la biostratigraphie à nannofossiles calcaires des dépôts de Cabo Mondego et de Chaudon-Norante et propose un schéma évolutif des *Watznaueria*. En effet, si la biostratigraphie à ammonites est bien contrainte pour l'intervalle de temps considéré, la succession des événements à nannofossiles calcaires est moins bien connue et les travaux qui prennent en compte la limite Aalénien/Bajocien sont relativement rares (par exemple : Erba, 1990 ; Bown, 1998 ; Mattioli et Erba, 1999). De même, la diversification des *Watznaueria* au Bajocien inférieur montre l'apparition successive de formes de transition entre les espèces jusqu'à présent décrites et l'apparition de ces formes de transition mérite d'être mieux contrainte.

Figure 3 : A. Position géographique de la coupe de Cabo Mondego au Portugal. B. Position géographique de la coupe de Chaudon-Norante en France.

Dans le quatrième chapitre est présentée l'évolution de l'abondance absolue et relative en nannofossiles calcaires durant la diversification des *Watznaueria* dans les dépôts de Cabo Mondego et Chaudon-Norante. Il est discuté notamment des modalités de la diversification des *Watznaueria*, de l'impact de cette diversification sur les communautés de nannofossiles calcaires ante-bajociennes et de ses relations avec l'excursion positive des isotopes de carbone du Bajocien inférieur.

Le cinquième et dernier chapitre discute de la contribution de l'augmentation du flux en nannofossiles calcaires au changement dans le cycle du carbone océanique global (excursion isotopique positive du $\delta^{13}\text{C}$) à partir des quantifications obtenues à Cabo Mondego. Les questions de la diversification des *Watznaueria* et de leur contribution à la production carbonatée pélagique au cours de la « Mid-Mesozoic Revolution » y sont traitées à l'aide d'un modèle mathématique simple. Dans ce chapitre, j'ai aussi testé la possibilité que l'augmentation de la production carbonatée pélagique soit à l'origine de l'excursion positive du $\delta^{13}\text{C}$ enregistrée sur le carbonate total. En effet, le changement observé au sein des producteurs de carbonate et, notamment, l'apparition et la diversification des *Watznaueria*, pourrait être à l'origine de cette excursion car les coccolithes de ce genre pourraient avoir une signature isotopique différente par rapport aux autres coccolithes ante-bajociens. Le manuscrit soumis à *Global and Planetary Change* a été accepté sous réserve de corrections modérées.

Enfin, ce manuscrit contient deux annexes méthodologiques, la première présentant un guide d'utilisation du système de comptage automatique des coccolithes et la seconde présentant une méthode d'observation en microscopie optique et en microscopie électronique des coccolithes, méthode qui a été développée à l'Université Pierre et Marie Curie Paris IV (Clémence et al., 2010) qui a été testé durant mon étude.

Références

- Bartolini, A., Baumgartner, P.O., Guex, J., 1999. Middle and Late Jurassic radiolarian palaeoecology versus carbon-isotope stratigraphy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 145(1-3), 43-60.
- Bartolini, A., Baumgartner, P.O., Hunziker, J.C., 1996. Middle and Late Jurassic carbon stable-isotope stratigraphy and radiolarite sedimentation of the Umbria-Marche Basin (Central Italy). *Eclogae Geologicae Helvetiae* 89, 811-844.
- Bartolini, A., Larson, R.L., 2001. Pacific microplate and the Pangea supercontinent in the Early to Middle Jurassic. *Geology* 29(8), 735-738.
- Beaufort, L., Dollfus, D., 2004. Automatic recognition of coccoliths by dynamical neural networks. *Marine Micropaleontology* 51, 57-73.
- Bernaola, G., Monechi, S., 2007. Calcareous nannofossil extinction and survivorship across the Cretaceous-Paleogene boundary at Walvis Ridge (ODP Hole 1262C, South

- Atlantic Ocean). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 255(1-2), 132-156.
- Bill, M., O'Dogherty, L., Guex, J., Baumgartner, P.O., Masson, H., 2001. Radiolarite ages in Alpine-Mediterranean ophiolites: Constraints on the oceanic spreading and the Tethys-Atlantic connection. *Geological Society of America Bulletin* 113(1), 129-143.
- Billard, C., Inouye, I., 2004. What is new in coccolithophore biology? In: Thierstein, H.R., Young, J.R. (Editors) *Coccolithophores: From molecular processes to global impact*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 1-30.
- Bornemann, A., Aschwer, U., Mutterlose, J., 2003. The impact of calcareous nannofossils on the pelagic carbonate accumulation across the Jurassic-Cretaceous boundary. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 199, 187-228.
- Bown, P.R., 1998. *Calcareous nannofossil biostratigraphy*. British Micropaleontological Society Publication Series. Chapman and Hall. 315 pp.
- Bown, P.R., 2005. Calcareous nannoplankton evolution: a tale of two oceans. *Micropaleontology* 51(4), 299-308.
- Brigaud, B., Durlot, C., Deconinck, J.-F., Vincent, B., Pucat, 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* 222(3-4), 181-206.
- Clmence, M.-E., Bartolini, A., Gardin, S., Paris, G., Beaumont, V., Page, K.N., 2010. Early Hettangian benthic-planktonic coupling at Doniford (SW England) palaeoenvironmental implications for the aftermath of the end-Triassic crisis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 295, 102-115.
- Cobianchi, M., Erba, E., Pirini-Radrizzani, C., 1992. Evolutionary trends of calcareous nannofossil genera *Lotharingius* and *Watznaueria* during the Early and Middle Jurassic. *Memorie di Scienze Geologiche, Padova* 43, 19-25.
- Cohen, A.S., Coe, A.L., 2007. The impact of the Central Atlantic Magmatic Province on climate and on the Sr- and Os-isotope evolution of seawater. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 244, 374-390.
- Corbin, J.C., 1994. *Evolution gochimique du Jurassique du Sud-Est de la France: influence du niveau marin et de la tectonique*, Paris VI. 198 pp.
- DeBari, S.M., Anderson, R.G., Mortensen, J.K., 2000. Early to Middle Jurassic magmatism: New zircon U-Pb ages and comparative geochemistry from a crustal transect through

- the Bonanza Arc on Vancouver Island, Canada, Fifth International Symposium on the Jurassic System. GeoResearch Forum, Vancouver, Canada, pp. 65-76.
- Dera, G., Brigaud, B., Monna, F., Laffont, R., Puceat, E., Deconinck, J.-F., Pellenard, P., Joachimski, M.M., Durlet, C., 2011. Climatic ups and downs in a disturbed Jurassic world. *Geology* 39(3), 215-218.
- Dollfus, D., Beaufort, L., 1999. Fat neural network for recognition of position-normalised objects. *Neural Networks* 12, 553-560.
- Duchamp-Alphonse, S., Gardin, S., Fiet, N., Bartolini, A., Blamart, D., Pagel, M., 2007. Fertilization of the northwestern Tethys (Vocontian Basin, SE France) during the Valanginian carbon isotope perturbation: Evidence from calcareous nannofossils and trace element data. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 243, 132-151.
- Erba, E., 1990. Calcareous nannofossil biostratigraphy of some Bajocian sections from the Digne area (SE France). *Memorie Descrittive Della Carta Geologica d'Italia XL*, 327-256.
- Erba, E., 2006. The first 150 million years history of calcareous nannoplankton: Biosphere-geosphere interactions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 232, 237-250.
- Fabry, V.J., 2008. Marine Calcifiers in a High-CO₂ Ocean. *Science* 320, 1020-1022.
- Giraud, F., Courtinat, B., Atrops, F., 2009. Spatial distribution patterns of calcareous nannofossils across the Callovian-Oxfordian transition in the French Subalpine Basin. *Marine Micropaleontology* 72(3-4), 129-145.
- Giraud, F., Pittet, B., Mattioli, E., Audouin, V., 2006. Paleoenvironmental controls on the morphology and abundance of the coccolith *Watznaueria britannica* (Late Jurassic, southern Germany). *Marine Micropaleontology* 60, 205-225.
- Goddéris, Y., Donnadieu, Y., de Vargas, C., Pierrehumbert, R.T., Dromart, G., van de Schootbrugge, B., 2008. Causal or casual link between the rise of nannoplankton calcification and a tectonically-driven massive decrease in Late Triassic atmospheric CO₂?. *Earth and Planetary Science Letters* 267(1-2), 247-255.
- Gradstein, F., Ogg, J., Smith, A., 2004. A geologic time scale. Cambridge University Press, Cambridge.
- Herrle, J.O., 2003. Reconstructing nutricline dynamics of mid-Cretaceous oceans: evidence from calcareous nannofossils from the Niveau Paquier black shale (SE France). *Marine Micropaleontology* 47(3-4), 307-321.

- Hesselbo, S.P., Morgans-Bell, H.S., McElwain, J.C., Rees, P.M., Robinson, S.A., Ross, C.E., 2003. Carbon-cycle perturbation in the middle Jurassic and accompanying changes in the terrestrial paleoenvironment. *The Journal of Geology* 111, 259-276.
- Jenkyns, H.C., Jones, C.E., Gröcke, D.R., Hesselbo, S.P., Parkinson, P.N., 2002. Chemostratigraphy of the Jurassic System: applications, limitations and implications for palaeoceanography. *Journal of the Geological Society, London* 159, 351-378.
- Labails, C., Olivet, J.-L., Aslanian, D., Roest, W.R., 2010. An alternative early opening scenario for the Central Atlantic Ocean. *Earth and Planetary Science Letters* 297(3-4), 355-368.
- Lécuyer, C., Picard, S., Garcia, J.-P., Sheppard, S.M.F., Grandjean, P., Dromart, G., 2003. Thermal evolution of Tethyan surface waters during the Middle-Late Jurassic: Evidence from $\delta^{18}\text{O}$ values of marine fish teeth. *Paleoceanography* 18(3), 1076.
- Lees, J.A., Bown, P.R., Young, J.R., Riding, J.B., 2004. Evidence for annual records of phytoplankton productivity in the Kimmeridge Clay Formation coccolith stone bands (Upper Jurassic, Dorset, UK). *Marine Micropaleontology* 52, 29-49.
- Leonide, P., 2007. Réponse des plates-formes carbonatées aux changements paléocéanographiques, paléoclimatiques et tectoniques. Le bassin sud-provinçal au Jurassique inférieur à moyen, Université de Provence. 317 pp.
- Linnert, C., Mutterlose, J., 2009. Evidence of increasing surface water oligotrophy during the Campanian-Maastrichtian boundary interval: Calcareous nannofossils from DSDP Hole 390A (Blake Nose). *Marine Micropaleontology* 73(1-2), 26-36.
- Linnert, C., Mutterlose, J., Erbacher, J., 2010. Calcareous nannofossils of the Cenomanian/Turonian boundary interval from the Boreal Realm (Wunstorf, northwest Germany). *Marine Micropaleontology* 74(1-2), 38-58.
- Mailliot, S., 2006. Production carbonatée pélagique par les nannofossiles calcaires au cours de l'évènement anoxique du Toarcien inférieur. Doctorale Thesis, Université Claude Bernard Lyon1, 315 pp.
- Mattioli, E., 1996. New calcareous nannofossil species from the Early Jurassic of Tethys. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 102(3), 397-412.
- Mattioli, E., Erba, E., 1999. Synthesis of calcareous nannofossil events in tethyan Lower and Middle Jurassic successions. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 105(3), 343-376.

- Mattioli, E., Pittet, B., 2002. Contribution of calcareous nannoplankton to carbonate deposition: a new approach applied to the Lower Jurassic of central Italy. *Marine Micropaleontology* 45, 175-190.
- Mattioli, E., Pittet, B., Petitpierre, L., Mailliot, S., 2009. Dramatic decrease of pelagic carbonate production by nannoplankton across the Early Toarcian anoxic event (T-OAE). *Global and Planetary Change* 65(3-4), 134-145.
- O'Dogherty, L., Sandoval, J., Bartolini, A., Bruchez, S., Bill, M., Guex, J., 2006. Carbon-isotope stratigraphy and ammonite faunal turnover for the Middle Jurassic in the Southern Iberian palaeomargin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 239(3-4), 311-333.
- Pálffy, J., Mortensen, J.K., Smith, P.L., Friedman, R.M., McNicoll, V., Villeneuve, M., 2000. New U–Pb zircon ages integrated with ammonite biochronology from the Jurassic of the Canadian Cordillera. *Canadian Journal of Earth Science* 37, 549-567.
- Pankhurst, R.J., Riley, T.R., Fanning, C.M., Kelley, S.P., 2000. Episodic Silicic Volcanism in Patagonia and the Antarctic Peninsula: Chronology of Magmatism Associated with the Break-up of Gondwana. *Journal of Petrology* 41(5), 605-625.
- Philippe, M., Thevenard, F., 1996. Distribution and palaeoecology of the Mesozoic wood genus *Xenoxylon*: palaeoclimatological implications for the Jurassic of Western Europe. *Review of Palaeobotany and Palynology* 91, 353-370.
- Pienaar, R.N., 1994. Ultrastructure and calcification of coccolithophores. In: Winter, A., Siesser, W.G. (Editors) *Coccolithophores*. Cambridge University Press, pp. 13-38.
- Pittet, B., Mattioli, E., 2002. The carbonate signal and calcareous nannofossil distribution in an Upper Jurassic section (Balingen-Tieringen, Late Oxfordian, southern Germany). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 179(1-2), 71-96.
- Price, G.D., 1999. The evidence and implications of polar ice during the Mesozoic. *Earth-Science Reviews* 48(3), 183-210.
- Raucsik, B., Varga, A., 2008. Climato-environmental controls on clay mineralogy of the Hettangian-Bajocian successions of the Mecsek Mountains, Hungary: An evidence for extreme continental weathering during the early Toarcian oceanic anoxic event. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 265(1-2), 1-13.
- Ridgwell, A., 2005. A Mid Mesozoic Revolution in the regulation of ocean chemistry. *Marine Geology* 217(3-4), 339-357.
- Rioul, M., Contini, D., Elmi, S., Gabilly, J., Mouterde, R., 1997. Bajocien. In: Cariou, E., Hantzpergue, P. (Editors) . *Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et*

- méditerranéen : zonations parallèles et distribution des invertébrés et microfossiles. Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine, pp. 440.
- Rogov, M.A., Zakharov, V.A., 2010. Jurassic and Lower Cretaceous glendonites occurrences and their implication for Arctic paleoclimatic reconstructions and stratigraphy. Earth Science Frontiers 17(Special Issue), 345-347.
- Thibault, N., Gardin, S., 2007. The late Maastrichtian nannofossil record of climate change in the South Atlantic DSDP Hole 525A. Marine Micropaleontology 65, 163-184.
- Wang, Y., Mosbrugger, V., Zhang, H., 2005. Early to Middle Jurassic vegetation and climatic events in the Qaidam Basin, Northwest China. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 224, 200-216.
- Westbroek, P., Brown, C.W., Bleijswijk, J.v., Brownlee, C., Brummer, G.J., Conte, M., Egge, J., Fernández, E., Jordan, R., Knappertsbusch, M., Stefels, J., Veldhuis, M., van der Wal, P., Young, J., 1993. A model system approach to biological climate forcing. The example of *Emiliana huxleyi*. Global and Planetary Change 8(1-2), 27-46.
- Yin, J., Pei, S., Gou, J., Jiang, G., 1998. The Middle Jurassic bivalve fauna in the volcanic rock series (Yaiba Formation) of the Lhasa Massif and its paleogeographic significance. Regional Geology of China 17, 132-136.

Chapitre 2:

Duration of the Early Bajocian and the associated $\delta^{13}\text{C}$ positive excursion based on cyclostratigraphy

Baptiste Suchéras-Marx^{a,*}, Fabienne Giraud^b, Vincent Fernandez^c, Bernard Pittet^a, Christophe Lécuyer^a, Davide Olivero^a and Emanuela Mattioli^a

^a UMR CNRS 5276 LGL-TPE, Université Claude Bernard Lyon 1, Ecole Normale Supérieure Lyon, Campus de la DOUA, Bâtiment Géode, 69622 Villeurbanne cedex, France

^b ISTerre, UMR 5275, Université Joseph Fourier Grenoble, 1381 rue de la piscine, BP 53, 38041 Grenoble cedex 9, France

^c Bernard Price Institute for Palaeontological research, University of the Witwatersrand, Private Bag 3, Johannesburg 2050, South Africa

Submitted to Journal of the Geological Society

Keywords: Jurassic, Bajocian, cyclostratigraphy, calcium carbonate content, stable isotopes

Abstract

The Early Bajocian, about 172 Ma ago, was a period of tectonic changes, a global carbon-isotope positive excursion, and biological diversification of marine invertebrates (e.g., ammonites, radiolarians and coccolithophores). Unfortunately, both duration of the Early Bajocian and associated palaeoenvironmental changes are still poorly constrained. We propose here an estimate of the duration of this sub-stage based on a cyclostratigraphic analysis of the carbonate content from the Chaudon-Norante section, French Subalpin Basin, France. The Chaudon-Norante succession has been correlated with Les Dourbes section using greyscale variations in order to detect possible local hiatuses. The duration estimated here of the entire Early Bajocian is 4.082 Myr. Two intervals were identified in the positive $\delta^{13}\text{C}$ excursion; an increase of carbon isotope values lasting 1.36 Myr and climax isotope values for 2.72 Myr. A cooling at high latitudes and warming at low latitudes may have enhanced the Earth temperature gradient leading to an increase in humidity, which triggered in turn ocean eutrophication at the origin of the $\delta^{13}\text{C}$ positive excursion.

Introduction

During the Early Bajocian (~172 Ma; Middle Jurassic), a $\delta^{13}\text{C}$ positive excursion with global impact is recorded in the carbonate sediments and it is concomitant with the diversification of various oceanic groups such as coccolithophores (Cobianchi *et al.* 1992; Mattioli and Erba 1999; Bown *et al.* 2004), radiolarians (Bartolini *et al.* 1996) and ammonites (O'Dogherty *et al.* 2006). This carbon isotope excursion (CIE) has been identified in several places in Europe (Corbin 1994; Bartolini *et al.* 1996; Bartolini *et al.* 1999; Jenkyns *et al.* 2002; O'Dogherty *et al.* 2006; Brigaud *et al.* 2009), and is characterised by an amplitude of +1 ‰ recorded in bulk carbonates (well documented in O'Dogherty *et al.* 2006) and +2 ‰ in belemnites (e.g., Jenkyns *et al.* 2002). However, the positive CIE is not observed sanguinely on coal and organic matters deposits from Yorkshire (Hesselbo *et al.* 2003). It is therefore unclear if the excursion affected all the carbon reservoirs. This perturbation is explained as being the result of an increase in primary productivity due to ocean fertilization (Bartolini *et al.* 1999). Despite the major perturbations affecting both the biosphere and geosphere as recorded in sedimentary rocks of that age, no accurate time frame has been offered for the collective end-Aalenian/Early Bajocian period. As radiochronology for this time interval is still highly uncertain (Pálffy *et al.* 2000; Hall *et al.* 2004), the current duration of 2 Myr proposed for the Early Bajocian was based on the supposition that the ammonite subzones were of equal duration, each lasting 200 kyr in the Bajocian (Gradstein *et al.* 2004).

Since the recognition of cyclic deposition in the sedimentary record from the calcium carbonate content related to orbital cycles (Gilbert 1895), the cyclostratigraphic method has been widely used to constrain durations for several Mesozoic stages (e.g., Claps *et al.* 1995; Giraud *et al.* 1995; Boulila *et al.* 2008b; Suan *et al.* 2008b; Huang *et al.* 2010). Based on cyclostratigraphic analysis of calcium carbonate content obtained from hemipelagic deposits of the Chaudon-Norante section (France), we present here a new estimate of the duration of the Early Bajocian. Moreover, the new $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ data presented here allows a good identification of the carbon cycle perturbation and an estimation of its duration.

Geologic and palaeogeographic settings

Two sections were studied for this work: Chaudon-Norante and Les Dourbes. Both of these sections are located in the French Subalpine Basin which was delimited northward by the Jura platform, westward by the Central Massif and the Ardèche platform, and southward by the Provence platform (Fig. 1A). These two sections belong to the Digne tectonic Nappe

(Southern Alps), emplaced during the Mio-Pliocene (Lemoine 1973; Gidon and Pairis 1992). Chaudon-Norante was used here as a reference for the calculation of the Early Bajocian duration. A comparison was made with the hemipelagic Les Dourbes succession, the thickest section for the Early Bajocian interval from the French Subalpine Basin, in order to highlight possible hiatuses in the sedimentary succession in Chaudon-Norante. Les Dourbes section was also used to retrieve the long-term sedimentation rate.

Figure 1: A: Geographical location of Les Dourbes and Chaudon-Norante in France; B: Palaeogeography of Europe during the Middle Jurassic, modified from Blakey (2005) and Scotese (2001). The map shows the distribution of the emerged lands, epicontinental seas, deep oceans, and mid-ocean ridges. The black star represents the location of Les Dourbes and Chaudon-Norante in the French Subalpine basin.

Chaudon-Norante

The Chaudon-Norante section, located in the Ravin de Coueste near Digne (Fig. 1B), presents a continuous succession from the Toarcian (Early Jurassic) to the base of the Bathonian (Middle Jurassic). This section was proposed for the Aalenian/Bajocian GSSP (Erba and Pavia 1990). The Chaudon-Norante succession is well-exposed and the ammonite biostratigraphy for the Bajocian (Pavia 1973, 1983) as well as the nannofossil biostratigraphy have high temporal resolution (Erba 1990; Mattioli and Erba 1999).

The part of the section studied here spans from the end of the Aalenian to the end of the Early Bajocian (Fig. 2). The succession comprises decimetric hemipelagic marlstone/limestone alternations. The limestones are mainly wackestones to packstones with some bioclastic

remains of *Bositra* (Bivalvia), radiolarians, rare benthic foraminifera and rare siliceous sponge spicules (Pavia 1983).

The latest Aalenian is assigned to the latest part of the Concavum ammonite Zone. This 39.6 metre-thick interval is composed of fairly regular marlstone-limestone alternations except for the uppermost part, which is marl-dominated. The 129 metre-thick Early Bajocian succession corresponds to four ammonite zones. The Discites Zone at the base is dominated by marlstone. The Laeviuscula Zone displays regular marlstone-limestone alternations. The Sauzei Zone is limestone-dominated, whilst the Humphriesianum Zone displays regular marlstone-limestone alternations (Fig. 2).

Les Dourbes

The Les Dourbes section is located in the Ravin de Feston, near Digne (Fig. 1B). This section generally presents the same sedimentary succession as in the Chaudon-Norante section. It is characterized by metre-scale hemipelagic limestone-marlstone alternations over 235 m for the Early Bajocian (Fig. 3). At Les Dourbes, a high-resolution ammonite zonation was only proposed for the part ranging from the boundary between Sauzei and Humphriesianum Zones, to the Early Bajocian-Late Bajocian boundary (Pavia 1983). The biochronology of the lower part of the section (Discites and Laeviuscula Zones) is derived from Ferry and Mangold (1995) but without any precise identification of the zone limits.

Analytical Methods

Analysis of calcium carbonate content and of sediment greyscale

For the calcium carbonate content, the Chaudon-Norante section has been regularly sampled every 15 cm, which represents 251 samples for the uppermost Aalenian and 873 samples for the whole Early Bajocian. Each of the 1124 samples has been analyzed using a Dietrich-Frühling calcimeter to determine the wt%CaCO₃ contents by measuring evolved CO₂ after acidification of the sample.

We compared the low-frequency greyscale representations in order to correlate precisely the two sections, which are also correlated by means of ammonite biostratigraphy, and thus detect possible hiatuses in the thinner Chaudon-Norante section. Due to the abundant vegetation present on both sections, and the difficulty of overcoming the problem of shadows altering the greyscale intensity in pictures, we performed the greyscale representation on precise drawings of the sections with bed by bed measurements. The Chaudon-Norante section was previously

described (Pavia 1983) with great accuracy, including a precise thickness measurement of each bed and the associated lithology. Four lithological groups were recognized (i.e., marlstone, calcareous marlstone, argillaceous limestone and limestone) and each of them was associated with a grey level on an 8 bits greyscale (256 grey levels). Hence we obtained a general greyscale representation of the section with 0 for marlstone, 85 for calcareous marlstone, 170 for argillaceous limestone and 255 for limestone, exhibiting grey level alternations congruent to field observations of carbonate content. The Les Dourbes section was previously studied (Ferry and Mangold 1995) following the same methodology described by Pavia (1983). So a similar greyscale representation was obtained for this section using our protocol.

Based on these artificial greyscale representations of the sections, we extracted the grey value of each pixel along each section to obtain scatter plots (greyscale/thickness of the section). We obtained 2371 values for the Chaudon-Norante section and 4319 values for the Les Dourbes. As the aim of these greyscale representations was to correlate the sections we applied a smoothing filter to each plot to retrieve the low-frequency (long-term) signal of the sedimentary deposits. The smoothing has been performed using a moving average calculation padded with the last values on 150 points for Les Dourbes and 75 points for Chaudon-Norante using the Stratigraphic Analysis Software Strati-Signal 1.0.5 (Ndiaye 2007). The smoothing process leads to loss in value number (N) due to averaging. The padding method is a mathematical methodology which fills the value loss by interpolation.

Stable carbon isotope ratios of bulk carbonates

Carbon isotope compositions of bulk samples have been measured using an auto sampler Multiprep coupled to a GV Isoprime® mass spectrometer. For this bulk carbon isotope analysis, we selected 101 samples among the whole sample set, all having a weight CaCO_3 percentage $\geq 80\%$ in order to limit possible problems due to differential diagenesis in marlstones and limestones. For each sample, an aliquot of 300 to 375 μg of rock proportional to the CaCO_3 concentration was reacted with anhydrous oversaturated phosphoric acid at 90°C during 20 min. Isotopic compositions are quoted in the delta notation in permil relative to VPDB. All sample measurements were duplicated and adjusted to the international reference NIST NBS19. External reproducibility was in average $\sim 0.05\text{‰}$ (2σ) for $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ values.

Figure 2: The Chaudon-Norante section modified from Pavia (1983). A: The raw dataset. The Blackman-Tuckey (BT) analysis ‘raw dataset’ (C) is highly influenced by a long-term

frequency. This frequency extracted, which has a period of $77 \text{ m} \pm 39 \text{ m}$, is represented in grey (A) as well as the residuals obtained called detrended dataset (B), and represented in relative CaCO_3 . The BT analysis ‘Detrended dataset’ (D) shows the main frequencies observed on the residuals dataset without the influence of the long-term variations. The bandwidth (BW) for spectral analyses is 0.03.

Spectral analysis techniques

Different spectral analysis methods have been used although algorithms employed for each technique are not discussed in this study. We refer to Weedon (2003) for the basic mathematics and to Paillard *et al.* (1996) for algorithms as far as all spectral analyses were performed using AnalySeries (Paillard *et al.* 1996).

The Blackman-Tuckey (BT) method was first used on the grey values extracted for Chaudon-Norante and Les Dourbes (Figs. 3 and 4), and for Chaudon-Norante wt% CaCO_3 time series (Fig. 2A). The lowest frequency spectral peak of the wt% CaCO_3 time series from Chaudon-Norante, representing $77 \text{ m} \pm 39 \text{ m}$ long-term trend, has been band-pass filtered using AnalySeries (Fig.2A). The resulting new time series represented in relative CaCO_3 (wt%; Fig.2B), has been analyzed using the BT method with a Bartlett window and 0.03 m long and 0.08 m long bandwidths (Fig. 5B and C). Confidence levels were determined by the robust method of Mann and Lees (1996), determining the red-noise function by a least-square approach using the software R 2.12.0 (R Development Core Team, Vienna, Austria). On the same time series, a Multi-Taper Method (MTM) with 6 tapers was also performed with the inferior and superior error bars (Fig. 5A). Finally, a Morlet wavelet analysis (Torrence and Compo 1998) was also performed in order to highlight possible variations in short-term sedimentary wavelengths. This analysis is presented with frequencies $\omega_0 = 6$ and $\omega_0 = 24$.

Figure 3: Grey level representations on 8 bit greyscales of the Les Dourbes sections (Left, based on Pavia, 1983 and Ferry and Mangold 1995) and of the Chaudon-Norante section

(Right, based on Pavia 1983). Both results have been smoothed using a moving average with padding method from StratiSignal with a 150 point interval for Les Dourbes and a 75 point interval for Chaudon-Norante. Re-sampled CaCO_3 content is also represented smoothed with a 25 point interval. Good correlations with the grey level graphs are observed. Based on the greyscale correlations, 6 intervals are proposed with relative sedimentation rate between Les Dourbes and Chaudon-Norante reported in the table.

Results

Greyscale spectral analysis and correlation between Les Dourbes and Chaudon-Norante

At Les Dourbes, the grey levels fluctuate between 100 and 170 until the middle of the Sauzei Zone where the grey level increases up to 220 to the end of the Sauzei Zone. The Humphriesianum Zone displays low greyscale values before an increase at the end of this zone. At Chaudon-Norante, the grey levels are low, between 50 and 100, in the Discites Zone. Grey level increases up to 180 in Laeviuscula Zone and reach 180 at the end of the Sauzei Zone. Eventually, the Humphriesianum Zone displays low grey level values before an increase at the end of this zone.

The variations in the carbonate content deduced from grey level variations at Les Dourbes (235 m thick) and Chaudon-Norante (131 m thick) sections show very similar stratigraphic trends (Fig. 3). Thus, the thickness ratio between comparable intervals of the two successions is the relative sedimentation rate. The ratio of relative sedimentation rate for the Early Bajocian between these two sections is 1.79 which corresponds to the ratio of thickness (in metre) for the whole Early Bajocian between the two studied sections. We recognized 6 intervals on the basis of their grey level correlations and calculated the relative sedimentation rate for each of them. From the base to the top of the Early Bajocian, the relative sedimentation rates for each interval are respectively 1.44, 2.13, 2.28, 1.49, 1.48 and 2.07. The correlations based on ammonite zones cannot be used straightforwardly to establish the relative sedimentation rate in these two sections, because at Les Dourbes only the upper part of the section (i.e., Humphriesianum Zone and the upper part of the Sauzei Zone) was precisely dated by ammonites (Pavia 1983). No hiatuses were identified in Chaudon-Norante or Les Dourbes by using the grey levels correlation technique, but only variable accumulation rates.

Both spectral analyses on the grey level variations reveal two main groups of frequency supported by confidence intervals over 99 % (Fig. 4). The ranges of these groups of peak

periods are linked to variations in sedimentation rate. In both sections, these peaks represent the limestone-marlstone alternations. The ratio of mean frequencies over 99% observed between Les Dourbes and Chaudon-Norante is ~1.6 (Fig. 4). Thus, this ratio of carbonate alternations is close to the relative sedimentation rate estimated above based on the correlations. This observation allows us to consider the difference of thickness in limestone-marlstone alternation in both sections due to a variable sedimentation rate rather than the presence of hiatuses in the Chaudon-Norante deposits (Fig. 3).

Figure 4: Two spectral analyses based on greyscale extracted from Les Dourbes (left) and Chaudon-Norante (right). The confidence levels have been calculated using the method of Mann and Lees (1996). At Les Dourbes, periods ranging from 1.5 m to 0.94 m are supported with confidence interval over 99 %. At Chaudon-Norante, periods ranging from 0.9 m to 0.64 m are supported with confidence interval over 99 %. These periods from both sections represent the limestone-marlstone alternations.

Calcium carbonate content at Chaudon-Norante

At the base of the section, in the Concavum and Discites Zones, the range of the CaCO_3 content is wider than in the rest of the section (Fig. 2). Fluctuations between 20 wt% and 85 wt% are observed. In the Concavum Zone, CaCO_3 mostly ranges from 30 wt% to 85 wt%. Within the long-scale variations, there is a rise between 10 m and 20 m with a slight reduction of the range of the small-scale fluctuations of the CaCO_3 contents. Then, there is a decrease in the large-scale variations of CaCO_3 content from 20 m to 40 m. In the Laeviuscula Zone, the range of CaCO_3 content decreases and varies between 40 % and 85 %. In the Sauzei Zone, the range of CaCO_3 content decreases even more and varies locally between 50 wt% and 85 wt%. This decrease is linked to a long-scale overall rise in the CaCO_3 content. Finally, in the Humphriesianum Zone, the CaCO_3 range is 40 wt% wide. In this zone, there is a decrease of

the CaCO₃ content from 128m to 142m then followed by an increase from 142 m to 165 m. The long-scale variations are less prominent after the extraction of the long period cycle observed through the spectral analysis (see Material and Methods) but this filtering does not affect the small-scale CaCO₃ variations and ranging in different intervals.

Carbon isotope curve of Chaudon-Norante

The $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ plot can be divided into three parts (Fig. 6). The first part, ranging from the base of the section to the Aalenian/Bajocian boundary, has $\delta^{13}\text{C}$ values fluctuating between 1‰ and 1.5 ‰ with three values below 1 ‰ but without any clear long-term pattern. The second part, from the Aalenian/Bajocian boundary to the end of the Laeviuscula ammonite Zone, shows a progressive increase from 1.3 ‰ to 2.5 ‰. The third part, from the end of the Laeviuscula ammonite Zone to the end of the Early Bajocian, displays quite steady values fluctuating between 2.3 ‰ and 2.7 ‰ with three points below 2.2 ‰. In this part, there is a weak trend towards a reduction of 0.3 ‰.

CaCO₃ spectral analysis at Chaudon-Norante

Based on the results from the MTM and BT spectral analyses, different groups of spectral peaks are recognized (Fig. 5). On the 0.3 m bandwidth BT analysis, the cycles with a period of 16 m, 1.1 m, 0.83 m, 0.76 m, 0.52 m are supported with a confidence level over 95 %. 0.62 m, 0.51 m, 0.49 m cycles are supported with a confidence level over 99 %. 0.62 m and 0.49 m cycles are again supported on the 0.8 m bandwidth BT analysis over 95 %. All the main frequencies obtained with the BT method are also obtained with the MTM method (Fig. 5). The 0.62 m and 0.49 m cycles correspond to the marlstone-limestone alternations observed in the field and on the greyscale spectral analysis.

We propose to interpret the different groups of peaks based on the hierarchical organization of the Milankovitch cycles (i.e., eccentricity 405 kyr and ~100 kyr, obliquity 41 kyr and precession 23 kyr and 19 kyr), which can be summarized from precession to eccentricity as 1:2:5:20. In prior geological times, the duration of obliquity and precession was probably shorter than in the Quaternary and can be approximate (Berger and Loutre 1994) and estimations for the eccentricity behaviour for the last 250 Myr has been proposed (Laskar *et al.* 2004; Laskar *et al.* 2011a) even if chaotic behaviour of large asteroids in Solar system make a precise evolution of Earth's eccentricity never possible (Laskar *et al.* 2011b). Nevertheless, the hierarchical organization of orbital cycles should have been consistent through time and can still be used (Berger and Loutre 1994). The shorter cycle observed with

periods from 0.48 m to 0.84 m, is attributed to precession. The second one, with period ranging from 0.98 m to 1.43 m, is assigned to obliquity. The third one, with periods from 2.8 m to 3.84 m is assigned to the high-frequency eccentricity while the last range of periods (12-16 m) corresponds to the low-frequency eccentricity. Unfortunately, these hypotheses about cycle identification cannot yet be supported by absolute dating from radiochronology.

Figure 5: Spectral analyses of wt%CaCO₃ from Chaudon-Norante. A: Multi-taper analysis is represented. B and C: Two Blackman-Tuckey (BT) analyses are represented with a bandwidth (BW) of 0.03 (B) and 0.08 (C). The confidence intervals have been calculated on BT analyses based on the Mann and Lees (1996). Based on the hierarchical organization of the periods observed, range for the Eccentricity, Obliquity and Precession cycles are presented.

Filtering, age quantification and sedimentation rate

In Figure 6 are reported the filtered variations of CaCO₃ wt% contents for the periods corresponding to the precession (periods from 0.84 m to 0.48 m), obliquity (periods from 1.43 m to 0.98 m), and 100 kyr (periods from 3.84 m to 2.77 m) and 405 kyr eccentricity (periods from 10 m to 20 m) cycles. We observe, on the basis of these filtered data, that most of the

Figure 6: Filtered Milankovitch cycles from the CaCO_3 at Chaudon-Norante. The CaCO_3 detrended dataset (grey) is represented with the 13.3m (width from 20m to 10m) band-pass filter (black; 405-kyr eccentricity) on the left, the 3.2m (width from 3.85m to 2.78m) band-pass filter (black; 100-kyr eccentricity) and the 0.62m (width from 0.84m to 0.48m) band-pass filter (grey; precession) cycles in the middle, the 1.2m (width from 1.43m to 0.98m) band-pass filter (black; obliquity) cycle on the right. Proposed durations for the Early Bajocian, its four ammonite zones and the $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ positive excursion are presented for each interval.

variations of CaCO₃ contents may be explained by the precession and obliquity cycles. The effects of the 405 kyr-eccentricity cycle are not as strongly recorded as in the CaCO₃ signal, despite the high confidence level for the associated period in the spectral analysis. Eccentricity is acknowledged to be the only orbital cycle to have most likely remained close to steady state from the Mesozoic to the Quaternary (Laskar *et al.* 2004). The 100 kyr-eccentricity cycle, which is not supported in the spectral analysis, is more represented during the uppermost Aalenian and the beginning of the Early Bajocian and then fades away in the Sauzei and Humphriesianum ammonite Zones. Moreover, the obliquity cycle, highly represented in the uppermost Aalenian, seems to fade away in the upper part of the Discites ammonite Zone and the rest of the Early Bajocian. This cycle is well-recorded in the CaCO₃ content variations at the transition between the Laeviuscula and the Sauzei ammonite Zones.

The 405 kyr-eccentricity cycle for the past 250 Myr is the more stable cycle in the Phanerozoic (Laskar *et al.* 2004) and has been used for the quantification of the duration of the different stratigraphic interval studied. Nevertheless, due to the poor representation of the 405 kyr-eccentricity cycle, the duration quantification of the Early Bajocian, ammonite zones as well as of the $\delta^{13}\text{C}$ excursion has also been made based on the 100 kyr-eccentricity cycle, the obliquity and the precession. Obliquity cycle is supposed to have a period of 37 kyr and precession cycle is supposed to have a period of 20 kyr (Berger and Loutre 1994). The results are presented in the Table 1. We propose for each time interval a duration value (Mean in the Table 1) which is the mean of durations calculated from each Milankovitch cycle. We are more confident in this mean duration values than durations calculated only from the 405 kyr-eccentricity cycle, commonly used for such time estimation, but which is not well-defined in our succession. The standard deviation associated with a mean value is proposed as error (2σ). The uppermost Aalenian part of the section lasted 1.092 ± 0.204 Myr but this duration is not equivalent to the entire Concavum Zone as far as its lower limit was not recorded at Chaudon-Norante. The Early Bajocian lasted 4.082 ± 0.144 Myr. All durations proposed in this study and associated errors are summarized in Table 1.

The sedimentation rates have been calculated at Chaudon-Norante using a tuning method based on correlations with the modelled eccentricity cycle La2010d proposed by Laskar *et al.* (2010a) and our filtered 405 kyr-eccentricity and 100kyr-eccentricity cycles. The sedimentation rate does not display long term trend and presents minimum and maximum values of 2 cm/kyr and 5 cm/kyr. Most of the high sedimentation rate intervals correspond to

more carbonate-rich intervals and most of the low sedimentation rate intervals correspond to less carbonate-rich intervals.

Time interval	Duration 405kyr-filtered (kyr)	Duration 100kyr-filtered (kyr)	Duration 37kyr-filtered (kyr)	Duration 20kyr-filtered (kyr)	Mean (kyr)	2 σ (kyr)
<i>Sub-Stage</i>						
Late Aalenian (partly)	940	1130	1137,75	1160	1092	204
Early Bajocian	4100	4080	3986,75	4160	4082	144
<i>Ammonite zones</i>						
Concavum (partly)	940	1130	1137,75	1160	1092	204
Discites	510	770	693,75	660	658.5	218
Laeviuscula	910	770	795,5	880	839	134
Sauzei	1600	1270	1295	1300	1366	313
Humphriesianum	1080	1270	1202,5	1320	1218	208
<i>Isotopic steps</i>						
Increase	1240	1410	1378,25	1400	1357	158
Plateau	2860	2670	2608,5	2760	2724.5	219

Table 1: Duration estimations of sub-stages, ammonite zones and isotopic steps based on eccentricity (405kyr and 100kyr), obliquity (37kyr) and precession (20kyr) filters. Mean estimations is calculated associated with a 2 σ uncertainty.

Wavelet analysis

The cycles corresponding to precession are relatively continuous in Chaudon-Norante, with weak signal between 35 m and 40 m, 75 m and 85 m, and from 161 m upward the end of the section (P in Fig. 7). The cycles corresponding to obliquity are less consistent. They are especially strongly expressed between 30 m and 60 m (O in Fig. 7). The cycles corresponding to 100 kyr-eccentricity are inconsistently expressed, especially between 10 m and 30 m and from 100 m upward the end of the section (e in Fig. 7). Lastly, the cycle corresponding to the 405 kyr-eccentricity is almost continuous except between 85 m and 105 m, and from 135 m upward the end of the section (E in Fig. 7).

Figure 7: Two wavelet analyses are represented using the method of Torrence and Compo (1998) and correlated to the relative CaCO₃ of the detrended dataset. The wavelet analysis on the right has been done using a 6 Morlet frequency and on the left using a 24 Morlet frequency. The arrows show the periods for Milankovitch cycles identified on the spectral analyses (P for Precession, O for Obliquity, e for 100 kyr-eccentricity and E for 405 kyr-Eccentricity).

Discussion

Sedimentation and cyclicity

No hiatuses were identified at Chaudon-Norante on the basis of field observations, greyscale correlations with the thick and continuous Les Dourbes section. Stratigraphic continuity is also supported on the basis of the correspondence of cycles observed in the two studied sections. The duration of the Early Bajocian can thus be precisely and confidently calculated at Chaudon-Norante by means of cyclostratigraphy. The Chaudon-Norante section, which presents regular marlstone-limestone couplets, has been selected for cyclostratigraphic methodology rather than the GSSP Cabo Mondego in Portugal which presents more nodular

limestones and less regularly alternating couplets (Suchéras-Marx *et al.* 2012). The observed sedimentary carbonate cycles can be produced amongst factors by changes in productivity of pelagic carbonate (productivity cycle), of carbonate mud export from shallower areas (export cycle), of siliciclastic input from the hinterland or by diagenetic processes (Einsele and Ricken 1991; Einsele 1996; Pittet and Strasser 1998). Models of diagenetically induced cycles are often based on carbonate dissolution in relation to aragonite transformation (Munnecke *et al.* 2001; Westphal *et al.* 2004). These models can easily explain the limestone-marlstone alternations but are not able to explain the hierarchical organization of cycles such as the one observed at Chaudon-Norante. Moreover, they fail to explain the long-distance correlation observed between Les Dourbes and Chaudon-Norante. During the Early Bajocian at Cabo Mondego, Portugal, the carbonate pelagic production by calcareous nannofossils increased but represents only 20% of the total carbonate (Suchéras-Marx *et al.* 2012). At Chaudon-Norante, the carbonate pelagic production is equal to lower than in Cabo Mondego (Unpublished PhD thesis Suchéras-Marx 2012). Thus, pelagic productivity cycle cannot explain the genesis of the carbonate cycles observed at Chaudon-Norante. Siliciclastic dilution cycles cannot be ruled out but, based on correlations between the Jura platform and the Digne area (i.e.; Chaudon-Norante and Les Dourbes), some authors argued that the sedimentation in the basin during the Bajocian was essentially controlled by the export of carbonate from the platform (Ferry and Mangold 1995; Thiry-Bastien 2002).

The cycles identified by time series analysis, as far as they have been identified on carbonate content variations, may have recorded either changes in the amount of carbonate produced on the platform itself and then delivered to the basin, or changes in the intensity of carbonate export from the platform to the basin, without necessarily important changes in the shallow-area carbonate production. Carbonate production on platforms is commonly related to climatically-driven environmental conditions or to sea-level variations (Hallock and Schlager 1986; Pittet *et al.* 2000). Also, platform morphology coupled to sea-level variations can play a major role in platform export intensity. Flat-topped platforms can be subaerially exposed during low sea levels, resulting in both a decrease in carbonate production and basinward export (Schlager *et al.* 1994; Pittet *et al.* 2000). In contrast, carbonate ramp systems are less affected by changes in production rates during sea-level fluctuations (Reuning *et al.* 2002), because the shallow locus of carbonate production will move along the ramp profile, following the sea level (Gréselle and Pittet 2010). On the other hand, the export of carbonates from the shallow areas to the basin was more efficient during lowstand in platforms with ramp morphology due to reduction of the distance from the production area to the accumulation

area, as shown for the Valanginian of the Vocontian Basin (Gréselle and Pittet 2010). During the Bajocian, carbonate export dynamics from the Jura carbonate ramp to the Subalpine basin were also more efficient during lowstand of sea level as evidenced by important carbonate deposits corresponding to lowstand system-tract in the basin (Ferry and Mangold 1995; Thiry-Bastien 2002). Hence, the carbonate content at Les Dourbes and Chaudon-Norante is likely controlled by sea-level export cycles. Such cycles produced by export of carbonate from platforms have already been documented in different Jurassic stages and carbonate-dominated sections in Europe (Pittet and Strasser 1998; Mattioli and Pittet 2002; Pittet and Mattioli 2002; Olivier *et al.* 2004; Suan *et al.* 2008a; Bádenas *et al.* 2009). Nevertheless, correlations between the Jura platform and the Vocontian basin have been made at the scale of the 3rd order cycle (*sensu* Vail *et al.* 1991) which may be related either to tectonics or to climatically-driven eustatic sea-level changes. The fluctuations in carbonate content recorded in the studied section could be climatically-driven by eustatic cycles but the resolution of the correlations between the Jura platform and the Chaudon-Norante section cannot by itself completely confirm a control by Milankovitch cycles of sea-level fluctuations.

Duration of the Early Bajocian and of the $\delta^{13}\text{C}$ positive excursion

We quantified the duration for the Early Bajocian at about 4.082 Myr based on the bandpass filtering of the different astronomical cycles (Table 1). This result clearly differs from the previous acceptance of a 2 Myr duration proposed by Gradstein *et al.* (2004) who considered an equal duration for all the ammonite subzones of the Bajocian. Cyclostratigraphy has been frequently used and validated for Jurassic (e.g., Claps *et al.* 1995; Hinnov and Park 1999; Weedon and Jenkyns 1999; Kemp *et al.* 2005; Suan *et al.* 2008a) and Cretaceous times (e.g., Giraud *et al.* 1995; Locklair and Sageman 2008; Huang *et al.* 2010) providing more rigorous duration estimations than those previously inferred from ammonite biochronology. Radiometric ages have been proposed in the last ammonite Zone of the Aalenian and the first ammonite Zone of the Late Bajocian based on Canadian deposits (Pálffy *et al.* 2000). Based on those results, the Early Bajocian is a little shorter than 7.6 Myr. Unfortunately, the errors associated with ages proposed for the Middle Jurassic are longer than the proposed duration of the stage, and no confidence linked to this duration is available so far (Pálffy *et al.* 2000; Gradstein *et al.* 2004). The proposed duration for the Early Bajocian as well as its four ammonites zones can be used as reference since Chaudon-Norante ammonite biostratigraphy is well defined and has been used in the definition of Bajocian biochronostratigraphy (Pavia 1983; Rioult *et al.* 1997; Gradstein *et al.* 2004).

Our cyclostratigraphic estimates also allow us to discuss the duration of the positive CIE recorded in Chaudon-Norante as well as in several other European sites. The duration of a C isotope perturbation is a key parameter for the understanding of the driving mechanism(s). The Early Bajocian $\delta^{13}\text{C}$ positive excursion is very well identified and separated in two intervals. The first interval is marked by increasing carbon isotope ratios and lasted $1.357 \text{ Myr} \pm 158 \text{ kyr}$. The second interval corresponds to climax $\delta^{13}\text{C}$ values and lasted $2.724 \text{ Myr} \pm 219 \text{ kyr}$.

Other significant positive C isotope excursions are known in the geological record. The Late Cenomanian carbon isotope positive excursion, associated to the Oceanic Anoxic Event 2 (OAE2; around -94Ma), is one of the most important and studied positive CIE during the Mesozoic. It has been estimated at 197 kyr (increase values $\sim 90 \text{ kyr}$ and climax $\sim 107 \text{ kyr}$, Kuhnt *et al.* 2005), 430 kyr (Voigt *et al.* 2008) or 572-601 kyr (Sageman *et al.* 2006). Even if there is debate about the estimation of the duration of the OAE2, this event was shorter than 1 Myr and thus shorter than the Early Bajocian carbon isotope positive excursion. The OAE2 is contemporary to a rapid warming of surface and shallow waters (Huber *et al.* 1999), a fast rising sea level (Voigt *et al.* 2006) and increase rate of organic carbon burial at the origin of the positive CIE. Despite some similarities between the Late Cenomanian and the Early Bajocian, anoxia in the oceans, the worldwide organic-rich deposits and the duration of the OAE2 event challenge its comparison to the Early Bajocian event. The Weissert Event (Erba *et al.* 2004), a carbon isotope positive excursion occurring during the Valanginian ($\sim 136 \text{ Ma}$), has been estimated to last $\sim 2 \text{ Myr}$ (Erba 2004), 2.3 Myr (Sprovieri *et al.* 2006) or 1.5 Myr for the positive CIE until the interval where $\delta^{13}\text{C}$ values start decreasing (Gréselle and Pittet 2010; Gréselle *et al.* 2011). This major positive CIE is interpreted as an increase in primary production (Stoll and Schrag 2000; Erba and Tremolada 2004) in relation with more humid conditions in enhanced greenhouse conditions possibly triggered by the Parí-Andes volcanic province activity (Erba *et al.* 2004; Weissert and Erba 2004). Thus, the Early Bajocian carbon isotope positive excursion has a duration in the same order of magnitude as the Weissert Event and may have related origins.

The Early Bajocian is also an interval of great changes in marine biota. The most important one is a large diversification of ammonoids with a major turnover corresponding to the disappearance of the Hildoceratoidae and the diversification of the Stephanoceratoidae and the Hammatoceratoidae (Pavia 1983; Cresta 1988; Rioult *et al.* 1997). There is a major change in coccolithophores with the diversification of the genus *Watznaueria*, whose species

have dominated the nannofossil assemblage for 80 Myr (Erba 2006). Even though this is beyond the scopes of the present work, the new time scale for the Early Bajocian presented here will help the quantification of evolutionary rates and lead to a better understanding of diversification rate in marine biota.

Climatic conditions in the Early Bajocian

During the Early Bajocian, a temperature increase of Tethys Ocean has been observed based on oyster and belemnites $\delta^{18}\text{O}$ (Dera *et al.* 2011). On the other hand, large glendonites, indicators of cool conditions, were deposited in Siberia during the Bajocian although these occurrences lack precise correlation with European biostratigraphic schemes (Price 1999; Rogov and Zakharov 2010). Hence, if both warming at low latitude and cooling at high latitude are synchronous in time, a progressive increase in latitudinal temperature gradient during the beginning of the Early Bajocian had occurred.

The positive $\delta^{13}\text{C}$ excursion has been linked to an increase in primary production in relation with a diversification and increase of coccoliths abundance under eutrophic conditions (Suchéras-Marx *et al.* 2012). Such a process could have resulted from increasing flux of continentally-derived nutrients (Bartolini *et al.* 1996; O'Dogherty *et al.* 2006) or increasing intensity or frequency in monsoon or storm activity (Price *et al.* 1998) as already proposed for the genesis of Hungarian deposits (Raucsik *et al.* 2001; Raucsik and Varga 2008). The increase in the latitudinal temperature gradient have enhanced the atmospheric mass flux from equator to the poles and, with it the rainfall, explaining the increase in weathering and/or in storm activity (Price *et al.* 1998). Thus, the $\delta^{13}\text{C}$ positive excursion could be the consequence of a significant climate change. The origin of this climate change remains hypothetical but might be linked to an increase in volcanic activity that was documented at the Aalenian/Bajocian boundary (Bartolini and Larson 2001). This scenario is close to the one proposed for the Late Valanginian carbon isotope positive excursion (Weissert Event) (described in Gréselle *et al.* 2011 and Barbarin *et al.* 2012, see references therein), a geological event more documented than the Early Bajocian positive CIE. In addition to the climatic, geochemical and biological similarities between the Early Bajocian and the Late Valanginian, these two geological events also have relatively close durations. Further comparison would lead to a better understanding of the climatic and geologic mechanisms driving these carbon cycles perturbations.

Conclusion

For the first time, a duration for the Early Bajocian (Middle Jurassic) has been estimated by means of a cyclostratigraphy study applied to calcium carbonate content of sediments in Chaudon-Norante, France. According to previous works (Pavia 1983; Ferry and Mangold 1995; Thiry-Bastien 2002) and greyscale-based correlations with the Les Dourbes section, no hiatuses or sedimentary condensed interval has been identified, providing confidence in the duration scheme we propose:

- Early Bajocian lasted ~4.082 Myr.
- Discites zone lasted 0.66 Myr, 0.84 Myr for the Laeviuscula zone, 1.37 Myr for the Sauzei (synonym of Propinquans as recorded in other areas) and 1.22 Myr for the Humphriesianum zone.
- The Early Bajocian $\delta^{13}\text{C}$ positive excursion has been separated in two intervals, characterized respectively by increasing values and lasting 1.36 Myr, and high steady-state values for 2.72 Myr.

A drastic climate change is observed during the Early Bajocian that was at the origin of the $\delta^{13}\text{C}$ positive excursion through the initiation of more humid climatic conditions and of an oceanic fertilization.

Acknowledgements

We are grateful to the Réserve Naturelle Géologique de Haute Provence and Myette Guiomar for their help in the organization of the field work. Hugues Saffrey, Jean-Paul Duyé, Pierre Lazarin, Lucien Leroy, Didier Bert, Christophe Raffin and Pierre Paillat are kindly thanked for their help in sampling. Myriam Boussaha has greatly helped for the carbonate content analysis. François Martineau performed the stable isotope analysis of bulk carbonates. Guillaume Suan's remarks greatly improved an earlier version of this manuscript. We warmly thank reviewers Stephen Hesselbo and Sietske Batenburg and the editor Jim Hendry for constructive reviews of this paper. This manuscript is a part of Baptiste Suchéras-Marx's PhD project funded by the French Ministry of Research and supported by supported by a BQR UCBL Lyon1 2006 to FG, BQR UCBL Lyon1 2010 and INSU 2011-12 Syster/Interrvie to EM. This work is a contribution of the team Paléoenvironnements to the UMR CNRS 5276.

References

- BÁDENAS, B., AURELL, M., GARCÍA-RAMOS, J.C., GONZÁLEZ, B., PIÑUELA, L., 2009. Sedimentary vs. diagenetic control on rhythmic calcareous successions (Pliensbachian of Asturias, Spain). *Terra Nova*, **21**, 162-170.
- BARBARIN, N., BONIN, A., MATTIOLI, E., PUCÉAT, E., CAPPETTA, H., GRÉSELLE, B., PITTET, B., VENNIN, E., JOACHIMSKI, M. 2012. Evidence for a complex Valanginian nannoconid decline in the Vocontian basin (South East France). *Marine Micropaleontology*, **84-85**, 37-53.
- BARTOLINI, A., BAUMGARTNER, P.O., GUEX, J. 1999. Middle and Late Jurassic radiolarian palaeoecology versus carbon-isotope stratigraphy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **145**, 43-60.
- BARTOLINI, A., BAUMGARTNER, P.O., HUNZIKER, J.C. 1996. Middle and Late Jurassic carbon stable-isotope stratigraphy and radiolarite sedimentation of the Umbria-Marche Basin (Central Italy). *Eclogae Geologicae Helvetiae*, **89**, 811-844.
- BARTOLINI, A., LARSON, R.L. 2001. Pacific microplate and the Pangea supercontinent in the Early to Middle Jurassic. *Geology*, **29**, 735-738.
- BERGER, A.L., LOUTRE, M.F. 1994. Astronomical forcing through geological time, in: de BOER, P.L. and SMITH, D.G. (Eds.) Orbital forcing and cyclic sequences. *Special Publication of the international Association of Sedimentologists*, 15-24.
- BLAKEY, R. 2005. *Global Paleogeography*. <http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/globaltext2.html>.
- BOWN, P.R., LEES, J.A., YOUNG, J.R. 2004. Calcareous nannoplankton evolution and diversity through time. In: THIERSTEIN H.R. and YOUNG, J.R. (Eds.) *Coccolithophores: From molecular processes to global impact*. Springer, Berlin, pp. 481-508.
- 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*, **222**, 181-206.
- CLAPS, M., ERBA, E., MASETTI, D., MELCHIORRI, F. 1995. Milankovitch-type cycles recorded in Toarcian black shales from the Belluno trough (Southern Alps, Italy). *Memoire di Scienze Geologiche*, **47**, 179–188.
- COBIANCHI, M., ERBA, E., PIRINI-RADRIZZANI, C. 1992. Evolutionary trends of calcareous nannofossil genera *Lotharingius* and *Watznaueria* during the Early and Middle Jurassic. *Mem. Sci. Geol.*, Padova 43, 19-25.

- CORBIN, J.C. 1994. *Evolution géochimique du Jurassique du Sud-Est de la France: influence du niveau marin et de la tectonique*. PhD Paris VI.
- CRESTA, S. 1988. Associations d'ammonites et biostratigraphie de l'Aalenien et du Bajocien inférieur des Apennins d'Ombrie-Marches (Italie centrale). *2nd International Symposium On Jurassic Stratigraphy*, Lisbon.
- DAVIS, B., BREWER, S. 2009. Orbital forcing and role of the latitudinal insolation/temperature gradient. *Climate Dynamics*, **32**, 143-165.
- DERA, G., BRIGAUD, B., MONNA, F., LAFFONT, R., PUCÉAT, E., DECONINCK, J.-F., PELLENARD, P., JOACHIMSKI, M.M., DURLET, C. 2011. Climatic ups and downs in a disturbed Jurassic world. *Geology*, **39**, 215-218.
- EINSELE, G. 1996. Event deposits: the role of sediment supply and relative sea-level changes--overview. *Sedimentary Geology*, **104**, 11-37.
- EINSELE, G., RICKEN, W. 1991. Limestone-Marl alternation - An overview, in: EINSELE, G., RICKEN, W., SEILACHER, A. (Eds.) *Cycles and events in stratigraphy*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- ERBA, E. 1990. Calcareous nannofossil biostratigraphy of some Bajocian sections from the Digne area (SE France). *Memorie Descrittive Della Carta Geologica d'Italia XL*, 237-256.
- ERBA, E. 2004. Calcareous nannofossils and Mesozoic oceanic anoxic events. *Marine Micropaleontology*, **52**, 85-106.
- ERBA, E. 2006. The first 150 million years history of calcareous nanoplankton: Biosphere-geosphere interactions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **232**, 237-250.
- ERBA, E., BARTOLINI, A., LARSON, R.L. 2004. Valanginian Weissert oceanic anoxic event. *Geology*, **32**, 149-152.
- ERBA, E., PAVIA, G. 1990. Record of the discussion about the proposals for the Bajocian G.S.S.P. *Memorie Descrittive Della Carta Geologica d'Italia XL*, 63-68.
- ERBA, E., TREMOLADA, F. 2004. Nannofossil carbonate fluxes during the Early Cretaceous: Phytoplankton response to nutrification episodes, atmospheric CO₂, and anoxia. *Paleoceanography*, **19**, PA1008.
- FERRY, S., MANGOLD, C. 1995. Faciès de dépôt et stratigraphie séquentielle des calcaires bajociens du Jura méridional. *Documents des Laboratoires de Géologie de Lyon*, **133**, 1-96.
- GIDON, M., PAIRIS, J.L. 1992. Relations entre le charriage de la Nappe de Digne et la structure de son autochtone dans la vallée du Bès (Alpes-de-Haute-Provence, France). *Eclogae Geologicae Helvetiae*, **85**, 327-359.

- GILBERT, G.K. 1895. Sedimentary measurement of cretaceous time. *Journal of Geology*, **3**, 121-127.
- GIRAUD, F. 1995. Recherche des périodicités astronomiques et des fluctuations du niveau marin à partir de l'étude du signal carbonaté des séries pélagiques alternantes. *Documents des Laboratoires de Géologie de Lyon*, **139**, 279.
- GIRAUD, F., BEAUFORT, L., COTILLON, P. 1995. Astronomical control of carbonate record in the Lower Cretaceous of the Vocontian basin (SE France). *Bulletin de la Société Géologique de France*, **166**, 409-421.
- GRADSTEIN, F., OGG, J., SMITH, A. 2004. *A geologic time scale*. Cambridge University Press, Cambridge.
- GRÉSELLE, B., PITTET, B. 2010. Sea-level reconstructions from the Peri-Vocontian Zone (South-east France) point to Valanginian glacio-eustasy. *Sedimentology*, **57**, 1640-1684.
- GRÉSELLE, B., PITTET, B., MATTIOLI, E., JOACHIMSKI, M., BARBARIN, N., RIQUIER, L., REBOULET, S., PUCÉAT, E. 2011. The Valanginian isotope event: A complex suite of palaeoenvironmental perturbations. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **306**, 41-57.
- HALL, R.L., McNICOLL, V., GRÖCKE, D.R., CRAIG, J., JOHNSTON, K. 2004. Integrated stratigraphy of the lower and middle Fernie Formation in Alberta and British Columbia, Western Canada. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, **110**, 61-68.
- HALLOCK, P., SCHLAGER, W. 1986. Nutrient excess and the demise of coral reefs and carbonate platforms. *Palaios*, **1**, 389-398.
- HESELBO, S.P., MORGANS-BELL, H.S., McELWAIN, J.C., REES, P.M., ROBINSON, S.A., ROSS, C.E. 2003. Carbon-cycle perturbation in the middle Jurassic and accompanying changes in the terrestrial paleoenvironment. *The Journal of Geology*, **111**, 259-279.
- HINNOV, L.A., PARK, J.J. 1999. Strategies for assessing Early-Middle (Pliensbachian-Aalenian) Jurassic cyclochronologies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, **357**, 1831-1859.
- HUANG, C., HINNOV, L., FISCHER, A.G., GRIPPO, A., HERBERT, T. 2010. Astronomical tuning of the Aptian Stage from Italian reference sections. *Geology*, **38**, 899-902.
- HUBER, B.T., LECKIE, R.M., NORRIS, R.D., BRALOWER, T.J., CoBABB, E. 1999. Foraminiferal assemblage and stable isotopic change across the Cenomanian-Turonian boundary in the subtropical North Atlantic. *Journal of Foraminiferal Research*, **29**, 392-417.

- JENKYNS, H.C., JONES, C.E., GRÖCKE, D.R., HESSELBO, S.P., PARKINSON, P.N. 2002. Chemostratigraphy of the Jurassic System: applications, limitations and implications for palaeoceanography. *Journal of the Geological Society, London*, **159**, 351-378.
- KEMP, D.B., COE, A.L., COHEN, A.S., SCHWARK, L. 2005. Astronomical pacing of methane release in the Early Jurassic period. *Nature*, **437**, 396-399.
- KUHNT, W., LUDERER, F., NEDERBRAGT, S., THUROW, J., WAGNER, T. 2005. Orbital-scale record of the late Cenomanian-Turonian oceanic anoxic event (OAE-2) in the Tarfaya Basin (Morocco). *International Journal of Earth Sciences*, **94**, 147-159.
- LASKAR, J., FIENGA, A., GASTINEAU, M., MANCHE, H. 2011a. La2010: a new orbital solution for the long-term motion of the Earth. *Astronomy & Astrophysics*, **532**, A89.
- LASKAR, J., GASTINEAU, M., DELISLE, J.-B., FARRÉS, A., FIENGA, A. 2011b. Strong chaos induced by close encounters with Ceres and Vesta. *Astronomy & Astrophysics*, **532**, L4.
- LASKAR, J., ROBUTEL, P., JOUTEL, F., GASTINEAU, M., CORREIA, A.C.M., LEVRARD, B. 2004. A long-term numerical solution for the insolation quantities of the Earth. *Astronomy & Astrophysics*, **428**, 261-286.
- LEMOINE, M. 1973. About gravity gliding tectonics in the western Alps, in: DE JONG, K.A., SCHOLTEN, R. (Eds.) *Gravity and tectonics*. John Wiley & Sons, New York, pp. 201-216.
- LOCKLAIR, R.E., SAGEMAN, B.B. 2008. Cyclostratigraphy of the Upper Cretaceous Niobrara Formation, Western Interior, U.S.A: a Coniacian-Santonian orbital timescale. *Earth Planetary Science Letters*, **269**, 540-553.
- MANN, M.E., LEES, J.M. 1996. Robust estimations of background noise and signal detection in climatic time series. *Climate Change*, **33**, 409-445.
- MATTIOLI, E., ERBA, E. 1999. Synthesis of calcareous nannofossil events in tethyan Lower and Middle Jurassic successions. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, **105**, 343-376.
- MATTIOLI, E., PITTET, B. 2002. Contribution of calcareous nannoplankton to carbonate deposition: a new approach applied to the Lower Jurassic of central Italy. *Marine Micropaleontology*, **45**, 175-190.
- MUNNECKE, A., WESTPHAL, H., ELRICK, M., REIJMER, J.J.G. 2001. The mineralogical composition of precursor sediments of calcareous rhythmites: a new approach. *International Journal of Earth Sciences*, **90**, 795-812.
- NDIAYE, M. 2007. *A multipurpose software for Stratigraphic Signal Analysis*, 1.0.4 ed.

- O'DOGHERTY, L., SANDOVAL, J., BARTOLINI, A., BRUCHEZ, S., BILL, M., GUERX, J. 2006. Carbon-isotope stratigraphy and ammonite faunal turnover for the Middle Jurassic in the Southern Iberian palaeomargin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **239**, 311-333.
- OLIVIER, N., PITTET, B., MATTIOLI, E. 2004. Palaeoenvironmental control on sponge-microbialite reefs and contemporaneous deep-shelf marl-limestone deposition (Late Oxfordian, southern Germany). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **212**, 233-263.
- PAILLARD, D., LABEYRIE, L., YIOU, P. 1996. Macintosh program performs time-series analysis. *Eos Transactions, AGU*, **77**, 379.
- PÁLFY, J., MORTENSEN, J.K., SMITH, P.L., FRIEDMAN, R.M., McNICOLL, V., VILLENEUVE, M. 2000. New U–Pb zircon ages integrated with ammonite biochronology from the Jurassic of the Canadian Cordillera. *Canadian Journal of Earth Science*, **37**, 549-567.
- PAVIA, G. 1973. Ammoniti del Baiociano superiore di Digne (Francia SE, Dip. Basses-Alpes). *Bollettino della Societa Paleontologica Italiana*, **19**, 75-142.
- PAVIA, G. 1983. Ammoniti e biostratigrafia del Baiociano inferiore di Digne (Francia SE, Dip. Alpes-Haute-Provence). *Monografie Museo Regionale di Scienze Naturali (Torino)*, 254.
- PITTET, B., MATTIOLI, E. 2002. The carbonate signal and calcareous nannofossil distribution in an Upper Jurassic section (Balingen-Tieringen, Late Oxfordian, southern Germany). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **179**, 71-96.
- PITTET, B., STRASSER, A. 1998. Depositional sequences in deep-shelf environments formed through carbonate-mud import from the shallow platform (Late Oxfordian, German Swabian Alb and eastern Swiss Jura). *Eclogae Geologica Helvetica*, **91**, 149-169.
- PITTET, B., STRASSER, A., MATTIOLI, E. 2000. Depositional Sequences in Deep-Shelf Environments: A Response to Sea-Level Changes and Shallow-Platform Carbonate Productivity (Oxfordian, Germany and Spain). *Journal of Sedimentary Research*, **70**, 392-407.
- PRICE, G.D. 1999. The evidence and implications of polar ice during the Mesozoic. *Earth-Science Reviews*, **48**, 183-210.
- PRICE, G.D., VALDES, P.J., SELLWOOD, B.W. 1998. A comparison of GCM simulated Cretaceous 'greenhouse' and 'icehouse' climates: implications for the sedimentary record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **142**, 123-138.

- RAUCSIK, B., DEMÉNY, A., BORBÉLY-KISS, I., SZABÓ G. 2001. Monsoon-like climate during the Bajocian. Clay mineralogical and geochemical study on a limestone/marl alternation (Komló Calcareous Marl Formation, Mecsek Mountains, Southern Hungary). *Hantkeniana*, **3**, 149-176.
- RAUCSIK, B., VARGA, A. 2008. Climato-environmental controls on clay mineralogy of the Hettangian-Bajocian successions of the Mecsek Mountains, Hungary: An evidence for extreme continental weathering during the early Toarcian oceanic anoxic event. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **265**, 1-13.
- REUNING, L., REIJMER, J.J.G., BETZLER, C. 2002. Sedimentation cycles and their diagenesis on the slope of a Miocene carbonate ramp (Bahamas, ODP Leg 166). *Marine Geology*, **185**, 121-142.
- RIOULT, M., CONTINI, D., ELMI, S., GABILLY, J., MOUTERDE, R. 1997. Bajocien, in: CARIOU, E., HANTZPERGUE, P. (eds.) *Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen : zonations parallèles et distribution des invertébrés et microfossiles*. Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine, p. 440.
- ROGOV, M.A., ZAKHAROV, V.A. 2010. Jurassic and Lower Cretaceous glendonites occurrences and their implication for Arctic paleoclimatic reconstructions and stratigraphy. *Earth Science Frontiers*, **17**, 345-347.
- SAGEMAN, B.B., MEYERS, S.R., ARTHUR, M.A. 2006. Orbital time scale and new C-isotope record for Cenomanian-Turonian boundary stratotype. *Geology*, **34**, 125-128.
- SCHLAGER, W., REIJMER, J.J.G., DROXLER, A. 1994. Highstand shedding of carbonate platforms. *Journal of Sedimentary Research*, **64**, 270-281.
- SCOTese, C.R. 2001. *Atlas of Earth History*. PALEOMAP Project 1 52.
- SPROVIERI, M., COCCIONI, R., LIRER, F., PELOSI, N., LOZAR, F. 2006. Orbital tuning of a lower Cretaceous composite record (Maiolica Formation, central Italy). *Paleoceanography*, **21**, PA4212.
- STOLL, H.M., SCHRAG, D.P. 2000. Coccolith Sr/Ca as a new indicator of coccolithophorid calcification and growth rate. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, **1**, 1006.
- SUAN, G., MATTIOLI, E., PITTET, B., MAILLIOT, S., LÉCUYER, C. 2008a. Evidence for major environmental perturbation prior to and during the Toarcian (Early Jurassic) oceanic anoxic event from the Lusitanian Basin, Portugal. *Paleoceanography*, **23**.
- SUAN, G., PITTET, B., BOUR, I., MATTIOLI, E., DUARTE, L.V., MAILLIOT, S. 2008b. Duration of the Early Toarcian carbon isotope excursion deduced from spectral analysis: Consequence for its possible causes. *Earth and Planetary Science Letters*, **267**, 666-679.

- SUCHÉRAS-MARX, B. 2012. *Émergence de la production carbonate pélagique au Jurassique moyen (180-160 Ma)*, Département des Sciences de la Terre. Université Claude Bernard Lyon1, Villeurbanne, p. 177.
- SUCHÉRAS-MARX, B., GUIHOU, A., GIRAUD, F., LÉCUYER, C., ALLEMAND, P., PITTET, B., MATTIOLI, E. 2012. Impact of the Middle Jurassic diversification of *Watznaueria* (coccolith-bearing algae) on the carbon cycle and $\delta^{13}\text{C}$ of bulk marine carbonates. *Global and Planetary Change*, **86-87**, 92-100.
- THIRY-BASTIEN, P. 2002. *Stratigraphie séquentielle des calcaires bajociens de l'Est de la France (Jura-Bassin de Paris)*, UFR des Sciences de la Terre. Université Claude Bernard Lyon1, Villeurbanne, p. 407.
- TORRENCE, C., COMPO, G.P. 1998. A practical guide to wavelet analysis. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **79**, 61-78.
- VAIL, P.R., AUDEMARD, F., BOWMAN, S.A., EISNER, P.N., PEREZ-CRUZ, C. 1991. The stratigraphic signatures of tectonics, eustasy and sedimentology – an overview, in: EINSELE, G., RICKEN, W., SEILACHER, A. (Eds.) *Cycles and events in stratigraphy*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- VOIGT, S., ERBACHER, J., MUTTERLOSE, J., WEISS, W., WESTERHOLD, T., WIESE, F., WILMSEN, M., WONIK, T. 2008. The Cenomanian – Turonian of the Wunstorf section – (North Germany): global stratigraphic reference section and new orbital time scale for Oceanic Anoxic Event 2. *Newsletters on Stratigraphy*, **43**, 65-89.
- VOIGT, S., GALE, A.S., VOIGT, T. 2006. Sea-level change, carbon cycling and palaeoclimate during the Late Cenomanian of northwest Europe; an integrated palaeoenvironmental analysis. *Cretaceous Research*, **27**, 836-858.
- WEEDON, G.P. 2003. *Time-series analysis and cyclostratigraphy: Examining stratigraphic records of environmental cycles*. Cambridge University Press, Cambridge.
- WEEDON, G.P., JENKYNS, H.C. 1999. Cyclostratigraphy and the Early Jurassic timescale; data from the Belemnite Marls, Dorset, southern England. *Geological Society of America Bulletin*, **111**, 1823-1840.
- WEISSERT, H., ERBA, E. 2004. Volcanism, CO₂ and palaeoclimate: a Late Jurassic-Early Cretaceous carbon and oxygen isotope record. *Journal of the Geological Society, London*, **161**, 695-702.
- WESTPHAL, H., BÖHM, F., BORNHOLDT, S. 2004. Orbital frequencies in the carbonate sedimentary record: distorted by diagenesis? *Facies*, **50**, 3-11.

Chapitre 3:

Absolute abundance and flux quantification of Middle Jurassic coccoliths, an automated approach.

Baptiste Suchéras-Marx, Emanuela Mattioli, Fabienne Giraud, Yves Gally, Nicolas Barbarin, Luc Beaufort

To be submitted to Marine Micropaleontology

Keywords: Aalenian-Bajocian; automatic recognition; carbonate pelagic production; *Watznaueria*; Lusitanian basin; French Subalpine basin

Abstract

During the latest Aalenian-Early Bajocian (~170Ma, Middle Jurassic), the main pelagic carbonate producers at that time, namely coccoliths, experienced important changes. A new genus called *Watznaueria* diversified and started dominating the coccolith assemblages. If the change in the coccolith assemblages is already known, the impact of this change on pelagic carbonate and primary productions, and carbon cycle is still misunderstood. We have quantified coccolith absolute abundance and proposed flux estimations for the latest Aalenian-Early Bajocian in two well-correlated sections, Cabo Mondego in Portugal and Chaudon-Norante in France. We have tested, for the first time on Mesozoic deposits, an automated counting methodology using the SYRACO system. Two neural networks have been created based on shape, birefringence and size, one with only one class and the other with six classes. Due to methodological limits, coccoliths have not been identified at the species level. Automated counting often underestimates absolute abundances, but good correlations between optical, hand-made counting and automated counting allow reliable estimations of coccolith absolute abundances and fluxes. At Cabo Mondego, coccolith flux increases from 0.2×10^9 coccoliths/m²/yr in the latest Aalenian to 700×10^9 coccoliths/m²/yr in the middle of the *Laeviuscula* Zone (Early Bajocian), then remains high for the rest of Early Bajocian. At Chaudon-Norante, a similar trend is observed. The increase in coccolith flux is therefore considered to be a supra-regional event, linked to the diversification of *Watznaueria* genus and matching an important $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ positive excursion. An increase in primary production occurred in the Early Bajocian and may be related to climatic or paleoceanographic changes such as a significant increase in nutrient fertility and a probable rise in sea surface temperatures.

1. Introduction

Coccoliths are micrometric calcite platelets produced by planktonic algae of the Haptophyta division called coccolithophores. They represent about the half of the pelagic carbonate production in modern oceans thus are important contributors to the carbon cycle (Westbroeck et al., 1993), although their role seems to have been less important in the past (Suchéras-Marx et al., 2012). Coccoliths belong to calcareous nannofossils that appeared at the end of the Triassic (~210 Ma ago; Bown, 2005). Through the Mesozoic, they gradually colonized the oceans (Erba, 2006) and became the main pelagic producers until the diversification of the planktonic foraminifera at the end of the Early Cretaceous (~120 Ma). During the Early Bajocian (~170 Ma, Middle Jurassic), a new genus of coccolith called *Watznaueria* diversified and started dominating in coccolith assemblages until the end of the Early Cretaceous (Cobianchi et al., 1992; Erba, 2006). This tremendous change in the composition of coccolith assemblages is fairly documented (Cobianchi et al., 1992; Mattioli and Erba, 1999; Bown, 2005) but no study ever quantified the coccolith absolute abundance variation in relation with this diversification. Coccolith absolute abundance and fluxes in the Mesozoic are estimators of primary productivity and pelagic carbonate production (e.g., Bornemann et al., 2003; Mattioli et al., 2009; Gréselle et al., 2011; Peybernes et al., 2012). Unfortunately, such quantifications are extremely time consuming and difficult to perform.

Dollfus and Beaufort (1999) and Beaufort and Dollfus (2004) have developed an automatic system largely reducing the time spent in collecting data. They have coupled a system of automatic microscopy with an automatic system of coccolith identification called SYRACO (SYstème de Reconnaissance Automatique des COccolithes). This system is now successfully used for living and recent coccolith quantification. In this paper, we have quantified the coccolith fluxes variations in latest Aalenian-Early Bajocian in order to estimate the impact of *Watznaueria* diversification on coccolith production. For the first time in Mesozoic deposits, we have tested and used the SYRACO automatic counting. This study has been conducted on two sites, Cabo Mondego, Portugal and Chaudon-Norante, France. The results of coccolith automatic quantification are thus compared to the estimates obtained by classic optical, hand-made recognition. Coccolith absolute abundances and fluxes are thus discussed in regard to other paleoenvironmental proxies, such as carbon stable isotopes.

2. Geological settings

2.1. Cabo Mondego

The Cabo Mondego section is located in the Lusitanian Basin, on the western Atlantic coast of Portugal near Figueira da Foz (Fig. 1). The succession is represented by marine deposits of Late Toarcian to Kimmeridgian age (Ruget-Perrot, 1961). Cabo Mondego is the Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the Aalenian/Bajocian boundary (Pavia and Enay, 1997) as well as the Auxiliary Stratotype Section and Point (ASSP) for the Bajocian/Bathonian boundary (Fernandez-Lopez et al., 2009). Numerous ammonites have been collected throughout the succession, allowing for the establishment of a precise biostratigraphical framework (Henriques et al., 1994).

The studied part of the Cabo Mondego section extends from the latest Aalenian (Concavum ammonite Zone) to the end of the Early Bajocian (base of the Humphriesianum ammonite Zone). The Early Bajocian is divided into four ammonite zones; Discites, Laeviuscula, Sauzei (equivalent of the Propinquans Zone of other regions), and Humphriesianum. The sedimentary succession consists of alternating marlstone and limestone and the carbonate fraction is exclusively micritic or microsparitic calcite (Henriques et al., 1994). The sediments corresponding to the Concavum (~5.5 meters thick) and Discites (~7.2 meters thick) zones are characterized by irregular nodular beds but fairly regular alternations of ~20 cm argillaceous limestone and marlstone beds. The interval corresponding to the base of the Laeviuscula Zone (~36 m thick) is limestone-dominated. At the base of the Sauzei Zone (~32 m thick), the argillaceous limestone beds become more regular and thicker in comparison to the base of the section through the Humphriesianum (~7 m) Zone. From the Sauzei Zone, the succession becomes limestone-dominated (Suchéras-Marx et al., 2012).

Figure 1: Paleogeographic distribution of oceans and lands during the Middle Jurassic (after Blakey, website, 2005). On the left (A), a global view with subduction zones and mid-ocean ridges; and on the right (B), focus on the western Tethys with the localization of the Cabo Mondego section in the Lusitanian basin.

2.2. Chaudon-Norante

The Chaudon-Norante section, located in the Ravin de Coueste in the Digne tectonic Nappe (Southern Alps), emplaced during the Mio-Pliocene (Lemoine, 1973; Gidon and Pairis, 1992), presents a continuous succession from the Toarcian (Early Jurassic) to the base of the Bathonian (Middle Jurassic). This section belongs to the French Subalpine Basin, which was bounded northward by the Jura platform, westward by the Central Massif and the Ardèche platform, and southward by the Provence platform (Fig. 1). This section was proposed for the Aalenian/Bajocian GSSP (Erba and Pavia, 1990). The Chaudon-Norante succession is well-exposed and the ammonite biostratigraphy for the Bajocian (Pavia, 1973, 1983) as well as the nannofossil biostratigraphy have high temporal resolution (Erba, 1990).

The part of the section studied here spans from the end of the Aalenian to the end of the Early Bajocian. It is represented by decimetre hemipelagic marlstone/limestone alternations. The limestones are mainly wackestones to packstones with some bioclastic remains of *Bositra* (Bivalvia), radiolarians, rare benthic foraminifera and rare siliceous sponge spicules (Pavia, 1983). The end-Aalenian is dated to the upper part of the Concavum Zone. This 39.6 meter-thick interval is composed of fairly regular marlstone-limestone alternations excepted for the uppermost part, which is marl-dominated. The 129 meter-thick Early Bajocian succession corresponds to four ammonite zones. The Discites Zone at the base is dominated by marlstones. The Laeviuscula Zone displays regular marlstone-limestone alternations. The

Sauzei Zone is limestone-dominated, whilst the Humphriesianum Zone displays regular marlstone-limestone alternations (Suchéras-Marx et al., submitted).

3. Material and methods

3.1. Slide preparation

Samples were prepared following the random settling method for absolute abundance quantification described by Beaufort (1991) and modified by Geisen et al. (1999). Two different preparations were made. The preparation for hand-counting was made with 20 mg to 30 mg of powdered rock while preparation for automatic counting was made with 5 mg to 8 mg of powdered rock. We used less material for automatic counting in order to have well-spaced coccoliths, as it is necessary for a proper recognition by SYRACO.

3.2. Hand-counting material and method

Forty samples were studied at Cabo Mondego and 50 samples at Chaudon-Norante. We used Zeiss Axioskop 40 optical microscope with a magnification x1000. Usually, 300 coccoliths per slide were counted but, when material was really scarce, at least 100 fields of view or 100 nannofossils were observed per slide in order to have a correct absolute abundance estimation. A preservation index has been estimated for each sample counted, taking into account at the same time etching and overgrowth. The preservation index is ranging from 1 corresponding to very bad preservation, severe etching and/or overgrowth, loss of the central area structures and high difficulty to identify the coccolith species to 6 corresponding to a perfect preservation, no etching or overgrowth and conservation of central area structures. Moderate preservation (3) is corresponding to moderate etching and/or overgrowth and possible loss of central area structures or at least partially.

3.3. Automatic counting material and method

Seventy-eight samples were studied at Cabo Mondego and 113 samples at Chaudon-Norante. The automatic system consists in a Leica DM 2000 microscope linked to a Spot Flex Monochromatic 15.0 64 Mpx camera and a Märkhäuser mechanic device. The device can be moved manually using a joystick or automatically using Labview software. For each sample, photos have been made by focusing on the first and last fields of view, so that a predictable focus was estimated by the system in all other fields of view. 1100 photos were made per

Neural network 1	
Class number	1
Class 1	<i>Carinolithus</i> spp. lateral view
Invaders	

Neural network 2					
Class number	6				
Class 1	Large placolith	Sub-circular to elliptical	High birefringence		
species example	<i>Watznaueria contracta</i>	<i>W. colacicchii</i>	<i>W. britannica B-C-D-E-F</i>	<i>W. aff. manivitiae</i>	<i>Lotharingius velatus</i>
Class 2	Small placolith	Sub-circular to elliptical	Medium to high birefringence		
species example	<i>W. britannica A-F</i>	<i>L. hauffi</i>	<i>L. umbriensis</i>		
Class 3	Small to medium placolith	Circular to sub-circular	Medium birefringence		
species example	<i>Discorhabdus ignotus</i>	<i>D. striatus</i>	<i>D. criotus</i>	<i>Similiscutum cruciulus</i>	
Class 4	Small placolith	Circular to elliptical	Very low birefringence		
species example	<i>Biscutum dubium</i>	<i>Biscutum dorsetensis</i>			
Class 5	Large murolith	Elliptical	Very high birefringence		
species example	<i>Crepidolithus crassus</i>				
Class 6	Small to medium placolith	Elliptical	Medium to low birefringence		
species example	<i>B. depravatum</i>	<i>B. finchii</i>	<i>S. avitum</i>	<i>B. novum</i>	
Invaders					

slide but as for each sample a variable number of fuzzy photos occurred, these have been erased. At least 200 photos per slide were analyzed but most of the times around 500 photos were analyzed per slide.

After automatic photo capture, counting on slides was made using SYRACO, an automatic coccolith recognition system (Beaufort and Dollfus, 2004). SYRACO relies on a database of photos made of objects that can be commonly found in the studied slides. In a slide, three types of object are recorded. The first and, often, the most abundant type of objects is unidentified calcite fragments called invaders, which are not produced by calcareous nannofossils. The second type of object is calcareous nannofossils other than coccoliths, and the third type of objects is coccoliths.

Our SYRACO database framework is composed of: 1) a set of 2500 photos for the calcite debris, which correspond to the invaders, objects that SYRACO must avoid; and 2) different classes of objects that SYRACO must recognize (i.e.: coccoliths and calcareous nannofossils) with 150 photos per each class. Since SYRACO recognition system is mainly based on size, shape and birefringence of each object, each class must group objects strictly based on these criteria.

In Middle Jurassic sediments, *Schizosphaerella* spp. is the only calcareous nannofossil *incertae sedis* found other than coccoliths. Unfortunately, the SYRACO system is not able to recognize *Schizosphaerella* spp., because this nannofossil consists of a thick hemi-sphere only observable when focusing. Because of SYRACO recognition process, the Aalenian-Bajocian coccoliths are previously split into classes containing several species. SYRACO cannot identify coccoliths at the species level, because many species have similar shape and size, and the taxonomic criteria defined by researchers for species identification are too subtle for SYRACO. Therefore each class is composed of species belonging to one or two genera. The species belonging to each class and the different criteria used for attributing a species to a given class are reported in Table 1. We have created two databases from Cabo Mondego coccoliths, one with only one coccolith class, namely *Carinolithus* spp., and the other one with six coccolith classes (Table 1). The Cabo Mondego database has been also used for Chaudon-Norante samples, because a prior control of the slides has revealed that both sections are characterized by the same coccolith species and the same preservation. SYRACO identified as being coccoliths a number of objects that were actually invaders. Hence, every results obtained by SYRACO has been checked manually in order to avoid these errors.

4. Results

4.1. Comparison between hand-counting and automatic counting

Most of the photos collected automatically were not good enough to support good species recognition. Nevertheless, photos were good enough to recognize coccoliths from invaders. In figure 2, hand-counting versus automatic counting absolute abundances log-log plot are presented for Cabo Mondego and Chaudon-Norante. Regression correlations have been calculated for both sites with a 95% confidence interval using Past software (Hammer et al., 2001). For Cabo Mondego, $r = 0.8099$ ($p < 0.001$). There is a similar result for Chaudon-Norante with $r = 0.8051$ ($p < 0.001$).

Absolute abundance estimations obtained with both methods are stratigraphically plotted in figures 3 and 4. At Cabo Mondego, 87.5 % absolute abundances obtained by automatic counting are underestimated when compared to hand-counting. Whereas, at Chaudon-Norante, 70 % of absolute abundances get by automatic counting are underestimated with respect to hand-counting. Nevertheless, short-time variations (from marlstone to limestone) of absolute abundances as well as long-term trends are the same using both methods.

Figure 2: Regression correlation between absolute abundance (coccolith/g) calculated based on SYRACO counting and Hand-counting for Cabo Mondego (A) and Chaudon-Norante (B). For Cabo Mondego, $r=0.8099$ and for Chaudon-Norante, $r=0.8051$. Dashed lines represent the 95% confident interval around the fitted line.

4.2. Correction of absolute abundance based on hand-counting

About one half of the samples in each section were counted using hand-made method. In order to correct the automated counting of SYRACO, a linear correlation equation between hand-counting and automatic counting absolute abundances was performed (Fig. 2). The results of automatic countings have been thus re-calculated for all the samples and plotted for both sections (corrected absolute abundance in Figs 3 and 4) with an associated error corresponding to the 95% confidence interval around the regression correlation obtained. At Cabo Mondego (Fig. 3), the absolute abundance increases from 10^7 coccolith/g at the end of the Aalenian to 3×10^8 coccolith/g at the beginning of the Laeviuscula Zone (Early Bajocian). Then, until the top of the section, the absolute abundance mostly varies between 10^8 and 10^9 coccolith/g. A similar increase is observed at Chaudon-Norante from 10^7 to 10^8 coccolith/g at the end of the Aalenian to 10^8 to 10^9 coccolith/g in the Early Bajocian with the highest values recorded in the middle of the Humphriesianum Zone. Major increase occurred during the Discites Zone, followed by a slight decrease in the Laeviuscula Zone. Then, after a small increase at the beginning of the Sauzei Zone with a return to the end of Discites values, there is no variation except short-term variations related to marlstone-limestone alternations.

4.3. Automatic counting coccolith fluxes

Coccolith fluxes have been calculated using corrected automatic counting absolute abundances and estimation of duration of each Early Bajocian ammonite zone based on cyclostratigraphy calibration made at Chaudon-Norante (Suchéras-Marx et al., submitted). Ammonite zones have been defined based on the same markers both in the Lusitanian and French Subalpine basins, thus they can be precisely correlated in the two sections. We have considered as constant the sedimentation rate at the scale of the ammonite zone. Only in the Aalenian part of the Cabo Mondego section sedimentation rate has been estimated based on the duration provided by Gradstein et al. (2004). The sedimentation rate is lower at Cabo Mondego than at Chaudon-Norante, especially in the Aalenian and the Discites Zone where it is three times lower in the Portuguese section than in the similar interval in the French section. Coccolith fluxes have exactly the same trends as absolute abundances (Fig. 5). At Cabo Mondego, fluxes increases from 8×10^8 coccolith/m²/year in the latest Aalenian to 200×10^8 coccolith/m²/yr in the middle of the Laeviuscula Zone. Then, values remains relatively high with variations between 100×10^8 and 500×10^8 coccolith/m²/yr related to marlstone-limestone alternations. At Chaudon-Norante, a similar increase is observed but only until the end of the Discites Zone.

The comparison between flux estimations and wt%CaCO₃ content reveals a decrease in coccolith fluxes while CaCO₃ weight content increase, with a significant dispersion at Cabo Mondego (Fig. 6). The maximal flux values are found between 55% and 65% of wt%CaCO₃. At Chaudon-Norante, there is a positive relation between 20% and 35% of wt%CaCO₃ and then an inverse relation from 48% to 88% of wt%CaCO₃. The maximal fluxes values are found between 35% and 50% of wt%CaCO₃ (Fig. 6).

Figure 3: Stratigraphic variations at Cabo Mondego of absolute abundance calculated based on SYRACO counting (black circle) and Hand-counting (grey square). The corrected absolute abundance for all SYRACO counting samples is based on correlation regression and 95% confidence intervals have been calculated based on the 95% confident band for the fitted correlation regression (Fig.2).

Figure 4: Stratigraphic variations at Chaudon-Norante of absolute abundance calculated based on SYRACO counting (black circle) and Hand-counting (grey square). The corrected absolute abundance for all SYRACO counting samples is based on correlation regression and 95% confidence intervals have been calculated based on the 95% confident band for the fitted correlation regression (Fig.2).

Cabo Mondego, Portugal

Figure 5: Correlation between Cabo Mondego and Chaudon-Norante with corrected absolute abundance of SYRACO counting, estimated flux based on corrected absolute abundance and $\delta^{13}\text{C}_{\text{Bulk carbonate}}$ (‰, VPDB). Correlations are based on ammonite biostratigraphy (Pavia, 1983; Fernandez-Lopez et al., 1994).

Figure 6: Plot between CaCO_3 (wt%) and corrected coccolith flux (coccoliths/m²/year). Cabo Mondego is represented in grey and Chaudon-Norante is represented in black.

5. Discussion

5.1. Impact of preservation on absolute abundance

The correlation of absolute abundance calculation using hand-counting and automatic counting might be also dependent of the preservation of coccoliths, which could lower their identifications by SYRACO. The plots between hand-counting absolute abundance and preservation index are presented on figure 7. At Cabo Mondego, no relation is observed between absolute abundance and preservation index whereas at Chaudon-Norante good preservation index samples have high absolute abundances. Nevertheless, the opposite is not true because many bad to medium preservation index samples have also high absolute abundance. The range of absolute abundance values observed for medium preservation index (i.e., 3) represents almost the total range of values calculated. Moreover, for preservation index bad to medium (2.5), only high values of absolute abundances are observed. Hence, no trend between preservation index and absolute abundance can be confidently observed also at Chaudon-Norante. Based on that observation, the differences between hand-counting and automatic counting are probably not linked to coccolith preservation which is fairly similar between Cabo Mondego and Chaudon-Norante.

Figure 7: Plots between preservation index ranging from 1 (very bad) to 6 (perfect) and hand-counting absolute abundance at Cabo Mondego (A) and Chaudon-Norante (B).

5.2. Absolute abundance estimation

Based on our results, there is a good estimation of absolute abundance with respect to hand-counting using the automatic counting methodology in both sites. Even if we have used a database with only coccolith photos from Cabo Mondego, results are similar in both sites because there is the same species composition and preservation of coccoliths in both sections. The automatic counting mainly underestimates the absolute abundance calculated by hand-counting. This is probably due to difficulty in recognition of coccoliths by SYRACO in fuzzy photos. Even if each photo was carefully checked for its focus before the SYRACO counting, photos with a perfect focus are relatively rare. This problem may induce a loss of coccoliths by automated counting. This problem could also be related to objects recognized by SYRACO as invaders, which are highly dominant in most of the slides studied, especially in limestones (Fig. 6). This incorrect recognition may lower the capacity of SYRACO to identify coccoliths with respect to other objects, even if this assumption is not statistically supported.

Nevertheless, short-time trends (marlstone-limestone alternations) as well as long-time trends (from Aalenian to Bajocian) are observed in the automatic counting results. Thus the underestimation observed in automatic counting induces error in absolute values but not in the variations of absolute abundances. This underestimation of automatic counting could be corrected using a linear correlation equation calculated by comparing both methods results on few samples. Thus, the automatic counting is a reliable method for absolute abundance quantification as well as coccolith fluxes for Mesozoic deposits.

5.2. Methodological issues

Even if the automatic counting method gives good results, there are still some methodological issues that need to be improved in the future. The main problem belongs to the automatic capture system. Many photos are fuzzy and it is requested a long time to check them in order to verify that coccolith identification is still possible using SYRACO. These difficulties of identification significantly lowered the quality of the dataset obtained, without improving the time spent to produce data. The fuzzy photos generated by the predictive focus can be related to 1) the preparation of the sample by producing an irregular surface of the covering slide, or 2) the instability of our mechanical device can produce a slight tilt of the slide meanwhile it moves laterally. In both cases this problem may be solved by adding an autofocus system to our automatic capture system. This solution is apparently attractive but needs to be tested in order to evaluate the impact of invaders in the autofocus calibration.

5.3. Coccolith fluxes

Coccolith fluxes from the end of the Aalenian to the Early Bajocian increase 10 to 100 times in the two studied sections. This important increase is linked to the diversification of the coccolith genus *Watznaueria*, which dominates the nannofossil assemblages from the Bajocian until the end of the Early Cretaceous (Erba, 2006; Suchéras-Marx et al., 2012). In detail, this beginning of the increase is synchronous between Cabo Mondego and Chaudon-Norante but, at Cabo Mondego, the main increase ends in the Laeviuscula Zone while at Chaudon-Norante it ends earlier, at the end of the Discites Zone. The slight decrease observed at Chaudon-Norante during the Laeviuscula Zone is not observed at Cabo Mondego.

Cabo Mondego and Chaudon-Norante sections are located in different basins that were not directly connected each-other. Cabo Mondego was located in the Lusitanian basin, which was open westward to the Proto-Atlantic Ocean, while Chaudon-Norante is in the French Subalpine basin, opened eastwards towards the Tethys Ocean. These different paleogeographic contexts may explain the difference in the timing of the end of the increase in coccolith production related to local influences. Nevertheless, the flux increase is synchronous between the two sections. This record allows us to consider the flux increase as a supra-regional event.

A warming in the Tethys has been observed for the end of the Early Bajocian based on $\delta^{18}\text{O}$ of calcitic fossils (Dera et al., 2011). The increase in temperature might be related to an increase of the $p\text{CO}_2$ observed on leaf stomatal densities from the Aalenian-Bajocian boundary of England (Hesselbo et al., 2003). But a cooling in Siberia based on occurrence of

glendonites has also been proposed for the Bajocian (Price, 1999; Rogov and Zakharov, 2010). Indeed, if the warming in the Tethys Ocean occurred at the same time as the cooling in polar regions, it may have induced an increase in latitudinal temperature gradient. This climatic change may be at the origin of atmospheric circulation change (Price et al., 1998) in relation with the increase in humidity observed at low latitude during the Early Bajocian (Bartolini and Cecca, 1999; Raucsik et al., 2001; Raucsik and Varga, 2008; Brigaud et al., 2009). The increase in humidity has resulted in increasing continental-derived nutrients, finally fertilizing the oceans and triggering an increase in pelagic primary production (Suchéras-Marx et al., submitted). Nevertheless, this model is highly hypothetical until reliable biostratigraphic correlations between the Tethys and Siberia are available, as well as more oxygen isotopes data and clays mineralogy studies.

Figure 8: Plot between the corrected coccolith flux and the $\delta^{13}\text{C}$ in both sections with Cabo Mondego (pale grey) and Chaudon-Norante (dark grey). No trend is observed in the overall and at Cabo Mondego. At Chaudon-Norante, a positive trend might exist but due to the small number of samples, this trend could also be artificial.

5.4. Relationships between coccolith fluxes and $\delta^{13}\text{C}$ excursions

During the Aalenian-Early Bajocian interval, two major $\delta^{13}\text{C}$ perturbations have been observed at a supra-regional scale, namely in Italy, England, Spain and France (Bartolini et al., 1996; Brigaud et al., 2009; Corbin, 1994; Jenkyns et al., 2002; O'Dogherty et al., 2006). The first perturbation is a negative excursion of the $\delta^{13}\text{C}$ at the Aalenian/Bajocian boundary.

This event has been attributed to enhanced ^{12}C injection in the atmosphere by volcanism (Bartolini and Cecca, 1999) related to Atlantic Ocean opening and peri-Pacific Ocean subductions. This volcanic event could be at the origin of the increase of $p\text{CO}_2$ proposed based on leaf stomatal densities (Hesselbo et al., 2003). The second event is a long-term, positive excursion of the $\delta^{13}\text{C}$, which is attributed to an increase in primary production (Bartolini et al., 1999). The $\delta^{13}\text{C}$ record at Cabo Mondego (Suchéras-Marx et al., 2012; Fig. 5) is characterized by a sharp negative excursion at the beginning of the Discites Zone followed by a first step increase until the beginning of the Laeviscula Zone. Then, a second step increase is recorded at the Laeviscula-Sauzei boundary followed by a plateau during the entire Sauzei Zone. At Chaudon-Norante (Suchéras-Marx et al., submitted; Fig. 5) the negative excursion is not completely recorded. The positive excursion starts by a regular increase at the beginning of the Discites Zone which ends at the end of the Laeviscula Zone. Then there is a plateau from the Sauzei Zone until the end of the Humphriesianum Zone. Thus, only the plateau is confidently correlated from one section to another.

There is no relation between the negative excursion and the coccolith fluxes, thus the proposed increase in $p\text{CO}_2$ in this interval did not have any impact on coccolith production. Ecological limitation such as coccolith already exploiting the whole photic zone may explain the fact that coccolith fluxes maximum are obtained before $\delta^{13}\text{C}$ maximum values. Thus, the plot between the corrected coccolith flux and $\delta^{13}\text{C}$ on both sites does not show any correlation (Fig.8). This lack of correlation is probably the results of the absence of relation between coccolith fluxes and the negative excursion and the diachronism between the maximum of the $\delta^{13}\text{C}$. Eventually, coccolith which are primary producers, have contributed to the increase in $\delta^{13}\text{C}$ but cannot explained alone the perturbation. A similar trend is observed in the Valanginian (Gréselle et al., 2011).

The increase in coccolith flux is related to an increase in ocean fertility. During the Early Bajocian, the increase in coccolith flux is the consequence of the diversification of *Watznaueria* (Suchéras-Marx et al., 2012). Thus, *Watznaueria* species have diversified in a nutrient-rich environment. Species of the genus *Watznaueria* are considered alternatively as oligotrophic (Erba et al., 1992; Williams and Bralower, 1995; Herrle, 2003; Linnert and Mutterlose, 2009), meso-eutrophic (Pittet and Mattioli, 2002; Lees et al., 2004; Lees et al., 2006) or eurytopic (Lees et al., 2005; Bornemann et al., 2006; Giraud et al., 2006) coccolithophorids. Their appearance in a period of enhanced oceanic productivity may attest their ecological preference for eutrophic surface waters.

5. Conclusion

In this study, we proposed quantification of coccolith fluxes during the latest Aalenian-Early Bajocian at Cabo Mondego, Portugal and Chaudon-Norante, France using for the first time in Mesozoic deposits an automatic counting methodology. The main outputs of this study are:

- Automatic counting using SYRACO (Beaufort and Dollfus, 2004) is a reliable method for absolute abundance and coccolith fluxes quantification for Mesozoic deposits;
- This methodology has shown some difficulties for calculating relative abundance at a species level and further improvements are needed;
- The onset of the increase in coccolith absolute abundances and fluxes in the latest Aalenian-Early Bajocian is synchronous between the Lusitanian basin and the French Subalpine basin and can be seen as a supra-regional event;
- This event, which is linked to *Watznaueria* diversification, is partially synchronous with the worldwide $\delta^{13}\text{C}$ positive excursion and contributes for a part to this carbon cycle perturbation.
- Despite the diverse ecological preferences attributed to the *Watznaueria* species, their appearance in a period of enhanced oceanic productivity may attest their ecological preference for eutrophic surface waters.

The increase in coccolith flux may be linked to a climatically-driven fertilization of the oceans, but relation between carbon cycle and primary production are more difficult to understand based on some discrepancy between $\delta^{13}\text{C}$ and coccolith fluxes. More investigations are needed for the Aalenian-Bajocian interval in order to understand the relationships between pelagic realm, climate and carbon cycle perturbations and major tectonic changes.

References

- Bartolini, A., Baumgartner, P.O., Guex, J., 1999. Middle and Late Jurassic radiolarian palaeoecology versus carbon-isotope stratigraphy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 145, 43-60.
- Bartolini, A., Baumgartner, P.O., Hunziker, J.C., 1996. Middle and Late Jurassic carbon stable-isotope stratigraphy and radiolarite sedimentation of the Umbria-Marche Basin (Central Italy). *Eclogae Geologicae Helveticae* 89, 811-844.

- Bartolini, A., Cecca, F., 1999. 20 My hiatus in the Jurassic of Umbria-Marche Apennines (Italy): Carbonate crisis due to eutrophication. *Comptes Rendus Académies des Sciences* 329, 587-595.
- Bartolini, A., Larson, R.L., 2001. Pacific microplate and the Pangea supercontinent in the Early to Middle Jurassic. *Geology* 29, 735-738.
- Beaufort, L., 1991. Adaptation of the random settling method for quantitative studies of calcareous nannofossils. *Micropaleontology* 37, 415-418.
- Beaufort, L., Dollfus, D., 2004. Automatic recognition of coccoliths by dynamical neural networks. *Marine Micropaleontology* 51, 57-73.
- Blakey, R., 2005. Global Paleogeography. <http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/globaltext2.html>
- Bornemann, A., Aschwer, U., Mutterlose, J. 2003. The impact of calcareous nannofossils on the pelagic carbonate accumulation across the Jurassic-Cretaceous boundary. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 199, 187-228.
- Bornemann, A., Mutterlose, J., 2006. Size analyses of the coccolith species *Biscutum constans* and *Watznaueria barnesiae* from the Late Albian "Niveau Breistroffer" (SE France): taxonomic and palaeoecological implications. *Géobios* 39, 599-615.
- Bown, P.R., 2005. Calcareous nannoplankton evolution: a tale of two oceans. *Micropaleontology* 51 (4), 299-308.
- Brigaud, B., Durllet, 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* 222, 181-206.
- Cobianchi, M., Erba, E., Pirini-Radrizzani, C., 1992. Evolutionary trends of calcareous nannofossil genera *Lotharingius* and *Watznaueria* during the Early and Middle Jurassic. *Memorie di Scienze Geologiche, Padova* 43, 19-25.
- Corbin, J.C., 1994. Evolution géochimique du Jurassique du Sud-Est de la France : influence du niveau marin et de la tectonique. Unpublished PhD Thesis, Paris VI. 198 pp.
- Dera, G., Brigaud, B., Monna, F., Laffont, R., Puceat, E., Deconinck, J.-F., Pellenard, P., Joachimski, M.M., Durllet, C., 2011. Climatic ups and downs in a disturbed Jurassic world. *Geology* 39, 215-218.
- Dollfus, D., Beaufort, L., 1999. Fast neural network for recognition of position-normalised objects. *Neural Networks* 12, 553-560.
- Erba, E., 1990. Calcareous nannofossil biostratigraphy of some Bajocian sections from the Digne area (SE France). *Memorie Descrittive Della Carta Geologica d'Italia XL*, 237-256.

- Erba, E., 2006. The first 150 million years history of calcareous nannoplankton: Biosphere-geosphere interactions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 232, 237-250.
- Erba, E., Castradori, D., Guasti, G., Ripepe, M., 1992. Calcareous nannofossils and Milankovitch cycles: the example of the Albian Gault Clay Formation (southern England). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 93, 47-69.
- Erba, E., Pavia, G., 1990. Record of the discussion about the proposals for the Bajocian G.S.S.P. *Memorie Descrittive Della Carta Geologica d'Italia XL*, 63-68.
- Fernandez-Lopez, S., Henriques, M.H., Mouterde, R., Rocha, R.B., Sadki, D., 1988. Le Bajocien inférieur du Cap Mondego (Portugal) – Essai de biozonation. 2nd International Symposium on Jurassic Stratigraphy, Lisboa, 301-313.
- Fernandez-Lopez, S., Pavia, G., Erba, E., Guiomar, M., Henriques, M.H., Lanza, R., Mangold, C., Olivero, D., Tiraboschi, D., 2009. The Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP) for base of the Bathonian Stage (Middle Jurassic), Ravin du Bès Section, SE France. *Episodes* 32 (4), 222-248.
- Geisen, M., Bollmann, J., Herrle, J.O., Mutterlose, J., Young, J.R., 1999. Calibration of the random settling technique for calculation of absolute abundances of calcareous nannoplankton. *Micropaleontology* 45 (4), 437-442.
- Gidon, M., Pairis, J.L., 1992. The influence of the Digne thrust emplacement upon the autochthonous structures of Bes Valley, Alpes-de-Haute-Provence, France. *Eclogae Geologicae Helvetica* 85, 327-359.
- Giraud, F., Pittet, B., Mattioli, E., Audouin, V., 2006. Paleoenvironmental controls on the morphology and abundance of the coccolith *Watznaueria britannica* (Late Jurassic, southern Germany). *Marine Micropaleontology* 60, 205-225.
- Gradstein, F., Ogg, J. and Smith, A., 2004. A geologic time scale. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gréselle, B., Pittet, B., Mattioli, E., Joachimski, M., Barbarin, N., Riquier, L., Reboulet, S., Pucéat, E., 2011. The Valanginian isotope event: A complex suite of palaeoenvironmental perturbations. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 306, 41-57.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D., 2001. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4, 1-9.
- Henriques, M.H., Gardin, S., Gomes, C.R., Soares, A.F., Rocha, R.B., Marques, J.F., Lapa, M.R., Montenegro, J.D., 1994. The Aalenian-Bajocian boundary at Cabo Mondego (Portugal). In: Cresta, S., Pavia, G. (Eds.), 3rd International Meeting on Aalenian and Bajocian Stratigraphy. *Miscellanea Servizio Geologico Nazionale, Marrakesh*, 63-77.

- Herrle, J.O., 2003. Reconstructing nutricline dynamics of mid-Cretaceous oceans: evidence from calcareous nannofossils from the Niveau Paquier black shale (SE France). *Marine Micropaleontology* 47(3-4), 307-321.
- Hesselbo, S.P., Morgans-Bell, H.S., McElwain, J.C., Rees, P.M., Robinson, S.A., Ross, C.E., 2003. Carbon-cycle perturbation in the middle Jurassic and accompanying changes in the terrestrial paleoenvironment. *The Journal of Geology* 111, 259-276.
- Jenkyns, H.C., Jones, C.E., Gröcke, D.R., Hesselbo, S.P., Parkinson, P.N., 2002. Chemostratigraphy of the Jurassic System: applications, limitations and implications for palaeoceanography. *Journal of the Geological Society, London* 159, 351-378.
- Lees, J.A., Bown, P.R., Mattioli, E., 2005. Problems with proxies? Cautionary tales of calcareous nannofossil paleoenvironmental indicators. *Micropaleontology* 51(4), 333-343.
- Lees, J.A., Bown, P.R., Young, J.R., 2006. Photic zone palaeoenvironments of the Kimmeridge Clay Formation (Upper Jurassic, UK) suggested by calcareous nannoplankton palaeoecology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 235(1-3), 110-134.
- Lees, J.A., Bown, P.R., Young, J.R., Riding, J.B., 2004. Evidence for annual records of phytoplankton productivity in the Kimmeridge Clay Formation coccolith stone bands (Upper Jurassic, Dorset, UK). *Marine Micropaleontology* 52, 29-49.
- Lemoine, M., 1973. About gravity gliding tectonics in the western Alps, in: De Jong, K.A., Scholten, R. (Eds.), *Gravity and tectonics*. John Wiley & Sons, New York, 201-216.
- Linnert, C., Mutterlose, J., 2009. Evidence of increasing surface water oligotrophy during the Campanian-Maastrichtian boundary interval: Calcareous nannofossils from DSDP Hole 390A (Blake Nose). *Marine Micropaleontology* 73(1-2), 26-36.
- Mattioli, E., Erba, E., 1999. Synthesis of calcareous nannofossil events in tethyan Lower and Middle Jurassic successions. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 105 (3), 343-376.
- Mattioli, E., Pittet, B., Petitpierre, L., Mailliot, S., 2009. Dramatic decrease of pelagic carbonate production by nannoplankton across the Early Toarcian anoxic event (T-OAE). *Global and Planetary Change* 65 (3-4), 134-145.
- O'Dogherty, L., Sandoval, J., Bartolini, A., Bruchez, S., Bill, M., Guex, J., 2006. Carbon-isotope stratigraphy and ammonite faunal turnover for the Middle Jurassic in the Southern Iberian palaeomargin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 239, 311-333.
- Pavia, G., 1973. Ammoniti del Baiociano superiore di Digne (Francia SE, Dip. Basses-Alpes). *Bollettino della Societa Paleontologica Italiana* 19, 75-142.
- Pavia, G., 1983. Ammoniti e biostratigrafia del Baiociano inferiore di Digne (Francia SE, Dip. Alpes-Haute-Provence). *Monografie Museo Regionale di Scienze Naturali (Torino)*, pp. 254.

- Pavia, G., Enay, R., 1997. Definition of the Aalenian-Bajocian Stage boundary. *Episodes* 20 (1), 16-22.
- Peybernes, C., Giraud, F., Jaillard, E., Robert, E., Masrour, M., Aoutem, M., Içame, N., 2012. Calcareous nannofossil productivity and carbonate production on the southern tethyan margin (Morocco) during the Late Aptian-Early Albian: paleoclimatic implications. *Cretaceous Research*, 1-21.
- Pittet, B., Mattioli, E., 2002. The carbonate signal and calcareous nannofossil distribution in an Upper Jurassic section (Balingen-Tieringen, Late Oxfordian, southern Germany). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 179(1-2), 71-96.
- Price, G.D., 1999. The evidence and implications of polar ice during the Mesozoic. *Earth-Science Reviews* 48, 183-210.
- Price, G.D., Valdes, P.J., Sellwood, B.W., 1998. A comparison of GCM simulated Cretaceous 'greenhouse' and 'icehouse' climates: implications for the sedimentary record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 142(3-4), 123-138.
- Raucsik, B., Demény, A., Borbély-Kiss, I., Szabó, G., 2001. Monsoon-like climate during the Bajocian. Clay mineralogical and geochemical study on a limestone/marl alternation (Komló Calcareous Marl Formation, Mecsek Mountains, Southern Hungary). *Hantkeniana* 3, 149-176.
- Raucsik, B., Varga, A., 2008. Climato-environmental controls on clay mineralogy of the Hettangian-Bajocian successions of the Mecsek Mountains, Hungary: An evidence for extreme continental weathering during the early Toarcian oceanic anoxic event. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 265(1-2), 1-13.
- Rogov, M.A., Zakharov, V.A., 2010. Jurassic and Lower Cretaceous glendonites occurrences and their implication for Arctic paleoclimatic reconstructions and stratigraphy. *Earth Science Frontiers* 17, 345-347.
- Ruget-Perrot, C., 1961. Etudes stratigraphiques sur le Dogger et le Malm inférieur du Portugal au Nord du Tage. *Memoria Serviços Geológicos de Portugal* 7, 1-197.
- Suchéras-Marx, B., Giraud, F., Fernandez, V., Pittet, B., Lécuyer, C., Olivero, D., Mattioli, E., Submitted. Duration of the Early Bajocian and the associated $\delta^{13}\text{C}$ positive excursion based on cyclostratigraphy. *Journal of the Geological Society, London*.
- Suchéras-Marx, B., Guihou, A., Giraud, F., Lécuyer, C., Allemand, P., Pittet, B., Mattioli, E., 2012. Impact of the Middle Jurassic diversification of *Watznaueria* (coccolith-bearing algae) on the carbon cycle and $\delta^{13}\text{C}$ of bulk marine carbonates. *Global and Planetary Change*.
- Westbroeck, P., Brown, C. W., van Bleijswijk, J., Brownlee, C., Brummer, G. J., Conte, M., Egge, J., Fernández, E., Jordan, R., Knappertsbusch, M., Stefels, J., Veldhuis, M., van der

Wal, P., Young, J., 1993. A model system approach to biological climate forcing. The example of *Emiliana huxleyi*. Global and Planetary Change 8, 27-46.

Westermann, S., Föllmi, K.B., Adatte, T., Matera, V., Schnyder, J., Fleitmann, D., Fiet, N., Ploch, I., Duchamp-Alphonse, S., 2010. The Valanginian $\delta^{13}\text{C}$ excursion may not be an expression of a global oceanic anoxic event. Earth and Planetary Science Letters 290 (1-2), 118-131.

Williams, J.R., Bralower, T.J., 1995. Nannofossil assemblages, fine fraction stable isotopes, and the palaeoceanography of the Valanginian-Barremian (Early Cretaceous) North Sea Basin. Paleoceanography 10, 815-839.

Chapitre 4 :

The *Watznaueria* diversification during the Early Bajocian (Middle Jurassic): biostratigraphic implications and the genus evolution

Baptiste Suchéras-Marx, Emanuela Mattioli, Fabienne Giraud

To be submitted to Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia

Key words Middle Jurassic, *Watznaueria*, Portugal, France, biostratigraphy, evolution

Abstract

The *Watznaueria* genus, which has appeared during the Early Toarcian (Early Jurassic; ~-180 Ma) diversified during the Early Bajocian (Middle Jurassic; ~-170 Ma). Two sections studied in this work, Cabo Mondego in Portugal and Chaudon-Norante in France, provide an update of nannofossil biostratigraphy for the uppermost Aalenian-Early Bajocian. The First Common Occurrence of *W. britannica* is a reliable event approximating the Aalenian-Bajocian boundary. The diversification of the *Watznaueria* genus occurred through the base of the Early Bajocian, Discites and Laeviscula ammonite zones. This diversification event can be therefore used as a marker to characterize this time interval. Based on the size and morphological observations, as well as stratigraphic occurrence of different species through time, a new monophyletic evolution scheme for the *Watznaueria* genus is proposed with *W. britannica* evolving from *W. contracta* and leading to two branches, the *W. manivitiae* branch and the *W. communis* branch. These species were very successful as they dominated coccolith assemblages until the end of the Jurassic.

Introduction

During the Bajocian (Middle Jurassic; ~170 Ma), the *Watznaueria* coccolith genus has diversified. The first species of the *Watznaueria* genus are *W. colacicchii* and *W. fossacincta*, which appeared at the end of the Early Toarcian (Early Jurassic, ~183 Ma; Mattioli 1996; Mattioli & Erba 1999). Later, at the beginning of the Aalenian (Middle Jurassic, ~176 Ma), another species, namely *W. contracta*, has appeared (Bown & Cooper 1989; 1998; Mattioli and Erba 1999). But the main diversification of the genus is recorded at the beginning of the Bajocian with the appearance of six different species (Cobianchi et al. 1992; Mattioli and Erba 1999). This diversification corresponds to the onset of the dominance of the *Watznaueria* over the calcareous nannofossil assemblage for the following 80 Ma, namely until the Late Cretaceous (Erba 2006). During this diversification, the First Occurrence of *W. britannica* has already been reported as a reliable event marking the beginning of the Nannofossil Jurassic Zone NJ9 for Boreal and NJT9 for Tethysian realms (Bown & Cooper 1998; Mattioli & Erba 1999).

The topmost Aalenian-Early Bajocian interval has been studied at Cabo Mondego in Portugal, GSSP (Global Stratotype Section and Point) for the Bajocian, and at Chaudon-Norante, France. Preliminary nannofossil biostratigraphies for both sections have already been produced (Erba 1990; Henriques et al. 1994), but improvements in *Watznaueria* taxonomy have been made since their publications. Hence, the definition of *Watznaueria* species used here follows Bown et al. (1998), Mattioli & Erba (1999) and Giraud et al. (2006). We have explored the reliability of the first common occurrence of the different *Watznaueria* species as well as of other calcareous nannofossil species in order to produce a novel nannofossil biostratigraphy scheme for these two sections. Based on our observations and chronology of species appearance, a new evolution scheme for the genus *Watznaueria* is proposed.

Geological settings

Cabo Mondego

The Cabo Mondego section is located in the Lusitanian basin (Fig. 1), on the western Atlantic coast of Portugal, near Figueira da Foz. The basin was adjacent to the Iberian Meseta to the West and opened to the proto-Atlantic Ocean (East). The succession consists of marine deposits of Late Toarcian to Kimmeridgian age (Ruget-Perrot 1961). Cabo Mondego is the GSSP for the Aalenian/Bajocian boundary (Pavia & Enay 1997). Numerous ammonites have

been collected throughout the succession, allowing for the establishment of a precise biostratigraphical framework (Henriques et al. 1994).

The studied part of the Cabo Mondego section extends from the latest Aalenian (Concavum ammonite Zone) to the end of the Early Bajocian (base of the Humphriesianum ammonite Zone). The Early Bajocian is divided into four ammonite zones; Discites, Laeviuscula, Sauzei (currently known as Propinquans Zone), and Humphriesianum zones. The sedimentary succession consists of alternating marlstone and limestone (Fig. 2) and the carbonate fraction is exclusively micritic or microsparitic calcite (Henriques et al. 1994).

Figure 1: Geographic position of A) Cabo Mondego section in Portugal and B) Chaudon-Norante section in France. Section location is marked by a star.

Chaudon-Norante

The Chaudon-Norante section, located in the Ravin de Coueste in the Digne tectonic Nappe (Southern Alps), emplaced during the Mio-Pliocene (Lemoine 1973; Gidon and Pairis 1992), presents a continuous succession from the Toarcian (Early Jurassic) to the base of the Bathonian (Middle Jurassic). This section belongs to the French Subalpine basin, which was bounded northward by the Jura platform, westward by the Central Massif and the Ardèche platform, and southward by the Provence platform (Fig. 1). The Chaudon-Norante succession is well-exposed and the ammonite biostratigraphy for the Bajocian has high temporal resolution (Pavia 1973; Pavia 1983). A nannofossil biostratigraphy scheme has already been proposed for this interval based on different sections (Erba 1990).

The part of the section studied here spans from the end of the Aalenian to the end of the Early Bajocian. It is represented by decimetric hemipelagic marlstone/limestone alternations (Fig. 2). The limestones are mainly wackestones to packstones with some bioclastic remains of *Bositra* (Bivalvia), radiolarians, rare benthic foraminifera and rare siliceous sponge spicules (Pavia 1983).

Materiel and methods

Nannofossils (both coccoliths and the nannolith *Schizosphaerella*) have been quantified in 41 samples from Cabo Mondego and 50 samples from Chaudon-Norante. Sample preparation was made using the random-settling method calibrated by Beaufort (1991) and Geisen et al. (1999) consisting in a suspension of 20 to 30 mg of rock powder with water that settled for 24 h on a cover slide. Once cover slides were dry, they have been attached to a microscope slide using eukitt®. Usually 300 nannofossils were counted using a Zeiss optical microscope with a x1000 magnification. In some poor samples, at least 100 coccoliths were counted in a slide.

Results

Cabo Mondego

As rare and sparse specimens of different new entering species were recorded in the studied samples before their consistent occurrences, the different bio-events considered here are first common occurrences (FCO). At Cabo Mondego, the FCO of *W. aff. contracta* and *W. britannica* are recorded just before the Aalenian/Bajocian boundary (Fig. 2). The *W. britannica* observed close to the Aalenian/Bajocian limit is the morphotype F defined in Giraud et al. (2006). In the Discites ammonite Zone, the FCO of morphotypes B, D and E of *W. britannica* are further recorded. The First Occurrence (FO) of *W. communis* occurs close to the Discites-Laeviuscula ammonite zones boundary, but due to the scarcity of this species in nannofossil assemblages, its first occurrence is subject to uncertainties. In the Laeviuscula ammonite Zone, the FCO of *W. aff. manivitiae* is observed in the lower part, whereas the FCO of *W. manivitiae* is recorded in the middle part.

Chaudon-Norante

In Southern France, the first occurrence observed is *Cyclagelosphaera margerelii*, species which has not been recorded in Portugal (Fig. 2). Few meters under the

Figure 2: Stratigraphic succession, First Common Occurrence of species and Nannofossil Zones of, on the left Cabo Mondego and on the right, Chaudon-Norante.

Aalenian/Bajocian boundary, the *W. britannica* morphotypes B and E have been observed. In the upper part of the Discites ammonite Zone, the FCP of *W. aff. contracta* as well as *W. britannica* morphotype D and F are recorded. The FCO of *W. aff. manivitiae* is recorded at the Discites-Laeviscula ammonite zone boundary whereas *W. manivitiae* is reported in the middle of the Laeviuscula ammonite Zone. Eventually, *W. communis* FO is observed in the upper part of the Laeviuscula ammonite Zone but this event is considered with caution due to the scarcity of this species in the studied assemblages. *Diazomatolithus lehmanii* is present since the first sample studied.

Discussion

Comparison with previous work

Cabo Mondego

A nannofossil biostratigraphic scheme for Cabo Mondego has already been proposed (Henriques et al. 1994; Neto 2010; Fig. 3). Nevertheless, many differences are observed in this paper with respect to previous works. The appearance of *W. britannica* has been reported in the Early Bajocian by Henriques et al. (1994) and Neto (2010), but we have recorded the FCO of this species just below the Aalenian/Bajocian boundary. *W. aff. manivitiae* FO have been reported by Henriques et al. (1994) in the Discites ammonite Zone, before the *W. britannica* FO. Conversely, Neto (2010) did not record the FO of *W. aff. manivitiae*. In our study, the FCO of *W. aff. manivitiae* is in the middle of the Laeviuscula ammonite Zone. *W. manivitiae* FO in Henriques et al. (1994) and Neto (2010) has been reported in the Discites ammonite Zone, whereas we observed its FCO at the beginning of the Laeviuscula ammonite Zone. Eventually, the first occurrences of *W. fossacincta*, *W. ovata*, *W. aff. communis* and *C. margerelii* have been reported by the authors, but we observe *W. fossacincta* from the base of the section despite its scarcity in the studied samples, and *W. ovata*, *W. aff. communis* and *C. margerelii* have not been observed. *W. ovata* is documented as restricted to the Cretaceous by Bown (1998), thus the species reported by Henriques et al. (1994) might correspond either to specimens of *W. fossacincta* with a wide central area or to other, unidentified *Watznaueria* species with broken central area structures.

W. aff. communis in Henriques et al. (p.69; 1994) is described as follows: “The central area is closed but characterized by a small, central perforation”. Tiraboschi & Erba (p. 63; 2010) proposed another description for this species: “*W. aff. communis* displays the same structure of *W. communis*, but the central area is very small ($\leq 0.9 \mu\text{m}$) and the bridge is very

thin (Fig. 5 (5,6)).” Both definitions for this species are quite different. *W. communis* is originally described with a bridge in the central area that is optically continuous with the inner cycle of the distal shield. *W. aff. communis* is supposed to be a species with a morphology very close to *W. communis*. Hence, the description of *W. aff. communis* proposed by Tiraboschi & Erba (2010), seems to be more adapted compared to the description proposed by Henriques *et al.* (1994). Based on the photo published by Henriques *et al.* (1994), *W. aff. communis* is rather attributed here to *W. britannica* morphotype F (characterized by a very reduced central area) with a broken bridge structure. We have often observed such specimens in samples with poor preservation. If our attribution is correct, the FO of *W. britannica* proposed by Henriques *et al.* (1994) would be just before the Aalenian/Bajocian boundary, the same record as we observed.

The lack of *W. aff. manivitiae* FO in Neto (2010) is in contradiction with our observations and those of Henriques *et al.* (1994). *W. aff. manivitiae* is a form of *W. manivitiae* smaller than 9 μm (Cobianchi *et al.* 1992) or 8 μm (Bornemann *et al.* 2003). Probably, Neto (2010) did not use such a size difference proposed by Cobianchi *et al.* (1992) and subsequently used for the upper Jurassic to lower Cretaceous coccoliths (Pittet and Mattioli 2002; Bornemann *et al.* 2003; Giraud *et al.* 2006), but attributed *W. aff. manivitiae* to *W. manivitiae* without following the size differentiation.

The difference observed between our biostratigraphic succession of events and the biostratigraphical schemes previously proposed for the Cabo Mondego is related to 1) the use of FCOs in our study rather than FOs, 2) the use of different taxonomical definition for the various species of *Watznaueria*, and 3) the difficulties in taxonomical attributions of *Watznaueria* specimens in poorly preserved samples. The problems raised above show the necessity for a taxonomical revision of the *Watznaueria* species.

Chaudon-Norante

Similarly to Cabo Mondego, a nannofossil biostratigraphy scheme has already been proposed for different sections including Chaudon-Norante (Erba 1990; Fig. 3). Only few differences are observed with respect to this work. We have observed the FCO of *C. margerelii* in the Aalenian whereas Erba (1990) placed this event just above the Aalenian/Bajocian boundary. The last occurrence of *W. aff. contracta* has been reported in the Sauzei ammonite Zone by Erba (1990), but we have a continuous record of this species until the end of the studied interval in the Humphriesianum ammonite Zone. Eventually, the *W. communis* FO has been recorded at the base of the Early Bajocian, but we have recorded it

Stage	Ammonite Zone	De Kaenel <i>et al.</i> , 1996										
		Chaudon-Norante This study	Cabo Mondego This study	French Subalpine Erba, 1990	Cabo Mondego Henriques <i>et al.</i> , 1994	Cabo Mondego Neto, 2010	Portugal Bergen	Switthland De Kaenel	Morocco De Kaenel	Lombardy Cobianchi, 1992	Umbria-Marche Reale <i>et al.</i> , 1992	Boreal realm Bown and Cooper, 1998
Early Bajocian	Humphrie.			└ <i>W. aff. contracta</i>								
	Sauzei		└ <i>W. manivittae</i>	└ <i>W. manivittae</i>					└ <i>W. manivittae</i>			
	Laeviuscula	└ <i>W. communis</i> ?	└ <i>W. aff. manivittae</i>	└ <i>W. aff. manivittae</i>					└ <i>W. aff. manivittae</i>			└ <i>W. fossacincta</i> └ <i>W. britannica</i> └ <i>W. barnesiaie</i>
	Discites	└ <i>W. aff. manivittae</i>	└ <i>W. communis</i> ?	└ <i>W. aff. manivittae</i>	└ <i>W. manivittae</i> └ <i>W. britannica</i> └ <i>W. communis</i> └ <i>W. aff. manivittae</i> └ <i>W. fossacincta</i> └ <i>W. aff. communis</i> └ <i>W. ovata</i>	Acme └ <i>L. contractus</i> └ <i>W. manivittae</i> └ <i>L. contractus</i> └ <i>W. britannica</i> └ <i>W. fossacincta</i>	Acme └ <i>E. britannica</i>	└ <i>E. britannica</i>	└ <i>W. aff. contracta</i>	└ <i>W. communis</i> └ <i>W. britannica</i>		
		Concavum	└ <i>W. britannica</i> └ <i>C. margerelii</i>	└ <i>W. britannica</i> └ <i>W. aff. contracta</i>	└ <i>W. communis</i> └ <i>C. margerelii</i> └ <i>W. britannica</i>							

Figure 3: Comparison of *Watznaueria* biostratigraphic events during the Aalenian-Early Bajocian interval between this study and Erba (1990) for the French Subalpine basin; Henriques et al. (1994) and Neto (2010) for Cabo Mondego; De Kaenel et al. (1996) for Portugal, Switzerland and Morocco; Cobianchi (1992) for Lombardy basin in Italy; Reale et al. (1992) for Umbria-Marche basin in Italy; and Bown and Cooper (1998) for the Boreal realm. *Ellipsagelosphaera britannica* is a synonym of *W. britannica* (see Appendix 1). “Humphrie.” stands for Humphriesianum ammonite Zone.

in the *Laeviuscula ammonite Zone*. However, we are not fully confident with this result due to the scarcity of *W. communis* specimens in our samples. In general, the bio-events reported in our study seem to be a little bit younger than those reported by Erba (1990). This discrepancy between the two biostratigraphical schemes is probably due to the fact we have mainly worked based on the First Common Occurrence of the species in order to have reliable events, whereas Erba (1990) has worked on first occurrences.

Comparison with other basins

In our study, the FCO of *W. britannica* is a reliable event recorded in both sections just below the Aalenian/Bajocian boundary. The FCO of *W. britannica* morphotypes are not in the same stratigraphical order and thus they seem not reliable as biostratigraphic markers probably due to different paleoecological preferences (Giraud et al. 2006). But the FCO of *W. britannica*, whatever the morphotype, can be used for the definition of the Aalenian/Bajocian boundary. This event has been already reported as a main event in a biostratigraphic synthesis (Mattioli and Erba, 1999). Nevertheless, in Boreal realm as well as in Italy, Spain, Morocco and Switzerland this event is recorded in the Early Bajocian rather than in the uppermost Aalenian (Reale et al., 1992; De Kaenel et al., 1996; Bown & Cooper, 1998; Aguado et al., 2008). It is not excluded that such a little differences is related to various ammonite zonations in the considered areas, rather than a true diachronism in the first appearance of *W. britannica*.

The FCO of *W. manivittiae* seems to be a reliable event as far as it is well correlated in the sections we studied and with the Lombardy basin in Italy (Cobianchi 1992). However, in Boreal realm this event has been recorded in the Bathonian (Bown and Cooper 1998) whereas in biostratigraphic schemes for Portugal, Switzerland and Morocco, De Kaenel et al. (1996) do not show the FO of *W. manivittiae*. This bio-event still displays a certain degree of discrepancy due to difficulties in clearly differentiating *W. aff. manivittiae* from *W. manivittiae*. The only criterion of size is somehow too simplistic and may introduce errors in species determination because of possible overgrown in poorly preserved material. Thus, this size boundary needs to be better constrained by 1) biometric studies and 2) morphologically supported differences between these two species.

In our biostratigraphic scheme, we did not take into account the LO of *Triscutum sullivanii* which occurs in the Sauzei (or Propinquans of some authors) ammonite Zone (De Kaenel et al. 1996; Bown & Cooper 1998; Mattioli & Erba 1999) because this species is too scarcely recorded in the samples we studied and its poor record may lead to diachronous correlations.

The most interesting event recorded in our study is the diversification of the *Watznaueria* itself, which occurred at Cabo Mondego and Chaudon-Norante in a restricted interval: uppermost Aalenian-middle part of the Laeviuscula ammonite Zone of the Early Bajocian. The different biostratigraphic schemes from various basins in Europe identified this interval as the theatre of the *Watznaueria* diversification, with the exception of De Kaenel et al. (1996) who only provide the main event (i.e., *Ellipsagelosphaera* (= *Watznaueria*) *britannica* FO). The *Watznaueria* diversification event can also be used for the Boreal realm as far as most of the FOs of different *Watznaueria* species are found there in the Laeviuscula ammonite Zone (Bown & Cooper 1998).

Figure 4: Proposed evolutionary tree of the genus *Watznaueria*.

Evolution of the *Watznaueria* genus

Based on the succession of events and on the species morphology, an evolutionary scheme for the *Watznaueria* genus is proposed here (Fig. 4). This evolutionary scheme is based on the assumption that the genus *Watznaueria* is a monophyletic group, evolving from a *Lotharingius* ancestor (Cobianchi et al. 1992; Mattioli 1996). The branch divisions are based on the first occurrences recorded at Cabo Mondego and Chaudon-Norante, besides observations on the central area structure and size variations. We propose the evolution of *W. contracta* from *W. colacicchii* due to the presence of a similar cross-made structure in the central area. *W. aff. contracta*, which corresponds to a large morphotype of *W. contracta*, likely evolved from *W. contracta*. *W. britannica* likely evolved from *W. contracta* by the loss of the cross-axis aligned with the major axis of the ellipse and the development of a variably thick bridge. This form gave rise to two branches: *W. communis* and *W. aff. communis* (the latter evolving from the former according to Tiraboschi & Erba 2010) characterized by a thinning of the bridge and trend to the closure of the central area, while *W. aff. manivittiae* and *W. manivittiae* occurred because of the closure of the central area. On the other side of the tree, *W. barnesiae* has evolved from *W. fossacincta*.

The *W. fossacincta*/*W. barnesiae* evolutionary trend proposed here is different from the scheme proposed by Cobianchi et al. (1992) and Tiraboschi & Erba (2010) who have inferred an evolutionary trend from *W. communis* to *W. barnesiae*. As far as our study did not record the first occurrence of *W. barnesiae* (at the Bajocian/Bathonian boundary), the possibility of an evolutionary relationship between *W. fossacincta* and *W. communis* cannot be discarded. However, different biometric and optical observations have suggested a morphological continuum between *W. fossacincta* and *W. barnesiae*, and some authors suggest that they can be morphotypes of the same species (Lees et al. 2004; Bornemann and Mutterlose 2006).

Our scheme also differs from Cobianchi et al. (1992) concerning the *W. manivittiae* lineage. According to Cobianchi et al. (1992), *W. aff. manivittiae* and *W. manivittiae* have evolved from *W. aff. contracta*. We infer that starting from *W. britannica*, a trend towards a closure of the central area because of thickening of the bridge, and the development of a larger size is more sound. This interpretation is also based on the observation in our samples of large specimens of *W. britannica* with relatively closed central area, namely morphotype E and a morphotype named *britannica/manivittiae* (Giraud et al. 2006; Giraud et al. 2009). Moreover, *W. aff. contracta* is described as a large coccolith with a large central area filled by a cross; the presence of such a large central area does not support a trend towards closure.

Finally, we have proposed a monophyletic tree for the evolution of *Watznaueria*. Nevertheless, *W. britannica* may have been evolving from robust specimens of *Lotharingius frodoi* observed for instance in Portugal (Mailliot 2006). Hamilton (1979) reported *Ellipsagelosphaera britannica* from the Lower Jurassic of Portugal. We infer that the Hamilton's specimens are rather to be considered as robust specimens of *L. frodoi*, closely resembling a Watznaueriacean-rim. Further studies and biometric analyses are needed to confirm or infirm this hypothesis and, more in general, the phyletic relationships within the complex Watznaueriaceae group.

Conclusion

Calcareous nannofossils have been studied in the interval latest Aalenian-Early Bajocian at Cabo Mondego, Portugal and Chaudon-Norante, France. The *Watznaueria* genus experienced a major diversification at that time with significant implications for biostratigraphy. The First Common Occurrence of *W. britannica* is recorded just before the Aalenian/Bajocian boundary and is considered a good nannofossil marker for the identification of this limit. The *Watznaueria* diversification itself is recorded from the Aalenian/Bajocian boundary to the middle of the Laeviuscula ammonite Zone. Thus, the diversification of the *Watznaueria* could be used to characterize the beginning of the Early Bajocian (until the middle part of the Laeviuscula ammonite Zone) both in Tethyan and Boreal realms. Discrepancies in first occurrences between our study and previous works are probably linked to different taxonomic concepts and the use in our study of First Common Occurrence rather than First Occurrence.

Based on structural organization, size and the succession of bioevents, we propose a monophyletic evolutionary scheme for the genus *Watznaueria*. In this scheme, *W. britannica*, evolving from *W. contracta*, is the ancestor of *W. communis* and *W. manivitiae*. Some parts of the proposed tree need to be confirmed, as well as the monophyletic character of the genus *Watznaueria*.

Plate 1: *Watznaueria* photos from Cabo-Mondego (CM) and Chaudon-Norante (CN) under cross-polarized light. 1. *W. fossacincta* CM62; 2. *W. colacicchii* CN200; 3. *W. contracta* CM26; 4. *W. aff. contracta* CM17; 5. *W. aff. contracta* CN550; 6. *W. britannica* E CM60; 7. *W. britannica* F CM62; 8. *W. communis* CM62 (large specimen); 9. *W. aff. manivittiae* CM60.

References

- Aguado R., O'Dogherty L. & Sandoval J. (2008) - Fertility changes in surface waters during the Aalenian (mid-Jurassic) of the Western Tethys as revealed by calcareous nannofossils and carbon-cycle perturbations. *Mar. Micropaleontol.*, 68(3-4): 268-285.
- Beaufort L. (1991) - Adaptation of the random settling method for quantitative studies of calcareous nannofossils. *Micropaleontol.*, 37: 415-418.
- Bornemann A., Aschwer U. & Mutterlose, J. (2003) - The impact of calcareous nannofossils on the pelagic carbonate accumulation across the Jurassic-Cretaceous boundary. *Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol.*, 199: 187-228.
- Bornemann A. & Mutterlose J. (2006) - Size analyses of the coccolith species *Biscutum constans* and *Watznaueria barnesiae* from the Late Albian "Niveau Breistroffer" (SE France): taxonomic and palaeoecological implications. *Geobios*, 39: 599-615.
- Bown P.R. (1998) - Calcareous nannofossil biostratigraphy. V. Of 315 pp. British Micropaleontological Society Publication Series, Chapman and Hall (Kluwer Academic Publishers), Dordrecht.
- Bown P.R. & Cooper M.K.E. (1989) - New Calcareous Nannofossil taxa from the Jurassic. *J. Micropalaeontol.*, 8: 91-96.
- Bown P.R. & Cooper, M.K.E. (1998) - Jurassic. In: Bown P.R. (Ed) - Calcareous nannofossil biostratigraphy. *British Micropaleontological Society Publication Series*. Chapman and Hall (Kluwer Academic Publishers): 34-85, Dordrecht.
- Bown P.R., Cooper M.K.E. & Lord A.R. (1988) - A calcareous nannofossil biozonation scheme for the early to mid Mesozoic. *Newsl. Stratigr.*, 20: 91-114.
- Cobianchi M. (1992) - Sinemurian-Early Bajocian Calcareous Nannofossil Biostratigraphy of the Lombardy Basin (Southern Calcareous Alps; Northern Italy). *Atti Ticin. Sci. Terra*, 35: 61-106.
- Cobianchi M., Erba E. & Pirini-Radrizzani C. (1992) - Evolutionary trends of calcareous nannofossil genera *Lotharingius* and *Watznaueria* during the Early and Middle Jurassic. *Mem. Sci. Geol.*, 43: 19-25.
- Erba E. (1990) - Calcareous nannofossil biostratigraphy of some Bajocian sections from the Digne area (SE France). *Mem. Carta Geol. Ital.*, XL: 237-256.
- De Kaenel E., Bergen J.A. & von Salis Perch-Nielsen K. (1996) - Jurassic calcareous nannofossil biostratigraphy of western Europe. Compilation of recent studies and calibration of bioevents. *B. Soc. Geol. Fr.*, 167(1): 15-28.

- Geisen M., Bollmann J., Herrle J.O., Mutterlose J. & Young J.R. (1999) - Calibration of the random settling technique for calculation of absolute abundances of calcareous nanoplankton. *Micropaleontol.*, 45(4): 437-442.
- Gidon M. & Pairis J.L. (1992) - The influence of the Digne thrust emplacement upon the autochthonous structures of Bes Valley, Alpes-de-Haute-Provence, France. *Eclogae Geol. Helv.*, 85(2): 327-359.
- Giraud F., Courtinat B. & Atrops F. (2009) - Spatial distribution patterns of calcareous nanofossils across the Callovian-Oxfordian transition in the French Subalpine Basin. *Mar. Micropaleontol.*, 72(3-4): 129-145.
- Giraud F., Pittet B., Mattioli E. & Audouin V. (2006) - Paleoenvironmental controls on the morphology and abundance of the coccolith *Watznaueria britannica* (Late Jurassic, southern Germany). *Mar. Micropaleontol.*, 60: 205-225.
- Hamilton G.B. (1979) - Lower and Middle Jurassic calcareous nanofossils from Portugal. *Eclogae Geol. Helv.*, 72: 1-18.
- Henriques M.H., Gardin S., Gomes C.R., Soares A.F., Rocha R.B., Marques J.F., Lapa M.R. & Montenegro J.D. (1994) - The Aalenian-Bajocian boundary at Cabo Mondego (Portugal). In: Cresta S. & Pavia G. (Eds.) - 3rd International Meeting on Aalenian and Bajocian Stratigraphy. *Miscellan. Servizio Geol. Nazionale*, Marrakesh: 63-77.
- Lees J.A., Bown P.R., Young J.R. & Riding, J.B. (2004) - Evidence for annual records of phytoplankton productivity in the Kimmeridge Clay Formation coccolith stone bands (Upper Jurassic, Dorset, UK). *Mar. Micropaleontol.*, 52: 29-49.
- Lemoine M. (1973) - About gravity gliding tectonics in the western Alps. In: De Jong K.A. & Scholten R. (Ed.) - *Gravity and tectonics*. John Wiley & Sons, New York: 201-216.
- Mailliot S. (2006) - Production carbonatée pélagique par les nanofossiles calcaires au cours de l'événement anoxique du Toarcien inférieur. PhD Thesis, University Claude Bernard Lyon1: 315pp.
- Mattioli E. (1996) - New calcareous nanofossil species from the Early Jurassic of Tethys. *Riv. Ital. Paleontol. S.*, 102(3): 397-412.
- Mattioli E. & Erba, E. (1999) - Synthesis of calcareous nanofossil events in tethyan Lower and Middle Jurassic successions. *Riv. Ital. Paleontol. S.*, 105(3): 343-376.
- Neto K.S. (2010) Nanofosséis calcários da passagem Aaleniano-Bajociano do perfil do Cabo Mondego-Portugal (GSSP do Bajociano), Msc Thesis, University of Coimbra: 96 pp.
- Pavia G. (1973) - Ammoniti del Bajociano superiore di Digne (Francia SE, Dip. Basses-Alpes). *B. Soc. Paleontol. Ital.*, 19: 75-142.

- Pavia G. (1983) - Ammoniti e biostratigrafia del Baiociano inferiore di Digne (Francia SE, Dip. Alpes-Haute-Provence). V. Of 199 pp.. Monografie Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino.
- Pavia G. & Enay R. (1997) - Definition of the Aalenian-Bajocian Stage boundary. *Episodes*, 20(1): 16-22.
- Pittet B. & Mattioli E. (2002) - The carbonate signal and calcareous nannofossil distribution in an Upper Jurassic section (Balingen-Tieringen, Late Oxfordian, southern Germany). *Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol.*, 179(1-2): 71-96.
- Reale V., Baldanza A., Monechi S. & Mattioli E. (1992) - Calcareous nannofossil biostratigraphy events from the Early-Middle Jurassic sequences of Umbria-Marche area (Central Italy). *Mem. Sci. Geol.*, 42: 41-75.
- Ruget-Perrot C. (1961) - Etudes stratigraphiques sur le Dogger et le Malm inférieur du Portugal au Nord du Tage. V. of 197 pp. *Memoria Serviços Geológicos de Portugal*, 7.
- Tiraboschi D. & Erba E. (2010) - Calcareous nannofossil biostratigraphy (Upper Bajocian-Lower Bathonian) of the Ravin du Bès section (Bas Auran, Subalpine Basin, SE France): Evolutionary trends of *Watznaueria barnesiae* and new findings of "*Rucinolithus*" morphotypes. *Geobios*, 43(1): 59-76.

Appendix 1

Some taxonomic remarks

Following the guidelines of Bown et al. (1988), *Ellipsagelosphaera* Noël, 1965 is considered to be a synonym of *Watznaueria* Reinhardt, 1964, and the former genus is not used here. The different species of *Watznaueria* have been identified following Erba (1990), Cobianchi (1992) and Cobianchi et al. (1992) updated in Mattioli (1996), Mattioli and Erba (1999) and Bown and Cooper (1998). The species *Watznaueria contracta* is used here following Cobianchi et al. (1992), rather than *Lotharingius contractus* as defined by Bown and Cooper (1989). This combination has been chosen because this species shows in light microscope an extinction pattern with isogyres displaying right angle bent arms revealing the marked optical discontinuity between the outer and inner cycles of the distal shield typical of *Watznaueria* genus members.

Appendix 2

Index of cited species

Genus *Cyclogelosphaera* Noël, 1965

Cyclogelosphaera margerelii Noël, 1965

Genus *Diazomatolithus* Noël, 1965

Diazomatolithus lehmanii Noël, 1965

Genus *Lotharingius* Noël, 1973 emend. Goy, 1979

Lotharingius frodoi Mattioli, 1996

Genus *Triscutum* Dockerill, 1987

Triscutum sullivanii De Kaenel and Bergren, 1993

Genus *Watznaueria* Reinhardt 1964

Watznaueria barnesiae (Black in Black and Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968

Watznaueria britannica (Stradner, 1963) Reinhardt, 1964

morphotype B Giraud et al., 2006

morphotype D Giraud et al., 2006

morphotype E Giraud et al., 2006

morphotype F Giraud et al., 2006

Watznaueria colacicchii Mattioli, 1996

Watznaueria communis Reinhardt, 1964

Watznaueria aff. *communis* Henriques et al., 1994

Watznaueria aff. *communis* Tiraboschi and Erba, 2010

Watznaueria contracta (Bown and Cooper, 1989) Cobianchi, Erba and Pirini Radrizzani, 1992

Watznaueria aff. *contracta* Erba, 1990

Watznaueria fossacincta (Black, 1971) Bown and Cooper, 1989

Watznaueria manivittiae Bukry, 1973

Watznaueria aff. *manivittiae* Cobianchi, Erba and Pirini Radrizzani, 1992

Incertae sedis

Genus *Schizosphaerella* Deflandre and Dangeard, 1938

Chapitre 5 :

The success of the coccolithophorid genus *Watznaueria* in the Jurassic oceans and its impact on the pelagic primary production

Baptiste Suchéras-Marx, Emanuela Mattioli, Fabienne Giraud

To be submitted to Palaeo3

Keywords: calcareous nannofossils; abundances; fluxes; paleoproductivity; paleoceanography; Aalenian-Bajocian

Abstract

The latest Aalenian-Early Bajocian time interval is marked by a global re-organization of oceanic plates with the Central Atlantic opening and the creation of the Pacific plate. This time interval is also marked by geochemical perturbation of $\delta^{13}\text{C}$ with a negative excursion at the Aalenian/Bajocian boundary and a positive excursion in the Early Bajocian. Finally, paleontological diversifications of marine invertebrates, namely ammonites, radiolarians and coccolithophorids have been recorded. Concerning coccolithophorids, the diversification and expansion of the most successful Mesozoic genus named *Watznaueria* is observed. In this study, we have tried to understand the triggers for *Watznaueria* diversification, its impact on the coccolith assemblage and the relation with global geochemical and climatic changes. In that matter we have quantified at Cabo Modego, Portugal and Chaudon-Norante, France absolute and relative abundances of the calcareous nannofossils. In both section, there is an increase in nannofossil absolute abundance and flux at the beginning of the Early Bajocian. At the same time, there is an increase in absolute and relative abundances of *Watznaueria* spp. followed by a plateau in the middle and upper part of the Early Bajocian. Conversely, the increase of *Watznaueria* spp. is synchronous with a decrease in relative abundance of other major coccolith taxa. But the absolute abundance of these species did not decrease. The diversification of *Watznaueria* spp. has been conducted first by *W. contracta*, secondly by *W. britannica* and thirdly by *W. britannica* and *W. aff. manivitiae*. The increase in nannofossil absolute abundance has been triggered by a fertilization of the oceans due to climatic change. This increase is mainly due to the integration of *Watznaueria* spp. to the nannofossil assemblage. Finally, the newly originated species *W. britannica* and *W. aff. manivitiae*, which

are main actors in the diversification, are attributed to be opportunistic species invading a nutrient-rich ocean.

1. Introduction

The Aalenian-Bajocian (Middle Jurassic, ~170 Ma) is known for many important geological features. The Ligurian-Piemontese basin begun its opening (Bill et al., 2001), the spreading rate of Central Atlantic Ocean intensified (Labails et al., 2010), and the Pacific plate started to replace the Izanagi, Farallon and Phoenix plates (Nakanishi et al., 1992; Bartolini and Larson, 2001) at the origin of a shift of Strontium isotope towards unradiogenic values (data compiled by Jenkyns et al., 2002). This new plate production is related to subduction on the border of the Pacific Superocean inducing volcanism (Yin et al., 1998; Pankhurst et al., 2000; Bartolini and Larson, 2001). A bulk carbonate $\delta^{13}\text{C}$ negative perturbation was recorded in Italy (Bartolini et al., 1996), Spain (O'Dogherty et al., 2006), Southern France (Suchéras-Marx et al., submitted) and Portugal (Suchéras-Marx et al., 2012). This negative excursion, produced by injection of volcanic ^{12}C in the atmospheric carbon reservoir, is also observed on $\delta^{13}\text{C}$ coal deposits of Yorkshire and may be at the origin of an increase in $p\text{CO}_2$ observed during the negative excursion based on leaf stomatal density (Hesselbo et al., 2003). Following the Aalenian-Bajocian negative excursion, a $\delta^{13}\text{C}$ positive excursion is observed during the Early Bajocian in Italy (Bartolini et al., 1996), Spain (O'Dogherty et al., 2006), Portugal (Suchéras-Marx et al., 2012), Northern France (Brigaud et al., 2009) and Southern France (Suchéras-Marx et al., submitted). This second event has not been observed on terrestrial material. It has been proposed that the $\delta^{13}\text{C}$ positive excursion of the Early Bajocian is linked to increase in primary productivity of the oceans (Bartolini et al., 1996; Bartolini and Cecca, 1999).

In the same time interval, different paleontological changes have been observed. The most striking change is a major turnover in ammonite fauna. The latest Aalenian-Early Bajocian ammonites have replaced the typical Early Jurassic faunas and are at the origin of the Middle and Late Jurassic faunas (O'Dogherty et al., 2006). A parallel increase in radiolarian deposits is recorded in Tethys Ocean, as well as a slight tendency towards diversification, related to the increase in primary production during the $\delta^{13}\text{C}$ positive excursion (Bartolini et al., 1999). Eventually, calcareous nannofossils also diversified (Bown, 2005). In the Mesozoic history of coccoliths, micrometric calcite platelets produced by planktonic algae called coccolithophorids, one genus has been incredibly successful. This genus, named *Watznaueria*, appeared during the Toarcian (Early Jurassic; Cobianchi et al., 1992; Mattioli, 1996) but diversified during the Bajocian (Cobianchi et al., 1992; Mattioli and Erba, 1999; Erba, 2006; Tiraboschi and Erba, 2010). *Watznaueria* species have dominated the

pelagic realm from the Middle Jurassic until the end of the Early Cretaceous and have disappeared after the K/T boundary (Erba, 2006; Bernaola and Monechi, 2007). Thus this major evolutionary event within the most important pelagic carbonate producers in the oceans remains still today poorly understood. Most of the published works focused on nannofossil taxonomy and biostratigraphy (Cobianchi et al., 1992; Mattioli and Erba, 1999; Tiraboschi and Erba, 2010). In this study, we present absolute and relative abundance quantification of calcareous nannofossils in the latest Aalenian-Early Bajocian time interval in order to estimate the impact of *Watznaueria* diversification on the calcareous nannofossil assemblages and its relation with the $\delta^{13}\text{C}$ positive excursion of the Early Bajocian. We focused our study on deposits from Cabo Mondego, Portugal, the Aalenian-Bajocian GSSP (Global Stratotype Section and Point), and Chaudon-Norante, SE France.

2. Geological settings

2.1. Cabo Mondego

The Cabo Mondego section is located in the Lusitanian basin (Fig. 1), on the western Atlantic coast of Portugal, near Figueira da Foz. The succession is represented by marine deposits of Late Toarcian to Kimmeridgian age (Ruget-Perrot, 1961). Cabo Mondego is the Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the Aalenian/Bajocian boundary (Pavia and Enay, 1997) as well as the Auxiliary Stratotype Section and Point (ASSP) for the Bajocian/Bathonian boundary (Fernandez-Lopez et al., 2009). Numerous ammonites have been collected throughout the succession, allowing for the establishment of a precise biostratigraphical framework (Henriques et al., 1994).

The studied part of the Cabo Mondego section extends from the latest Aalenian (Concavum ammonite Zone) to the end of the Early Bajocian (base of the Humphriesianum ammonite Zone). The Early Bajocian is divided into four ammonite zones; Discites, Laeviuscula, Sauzei (equivalent of the Propinquans Zone of other areas), and Humphriesianum. The sedimentary succession consists of alternating marlstone and limestone (Fig. 2) and the carbonate fraction is exclusively micritic or microsparitic calcite (Henriques et al., 1994). The sediments corresponding to the Concavum (~5.5 meters thick) and Discites (~7.2 meters thick) zones are characterized by irregular nodular bedding but fairly regular alternations of ~20 cm argillaceous limestone and marlstone beds. The interval corresponding to the base of the Laeviuscula (~36 m thick) Zone is limestone-dominated. At the base of the Sauzei (~32 m thick) Zone, the argillaceous limestone beds become more regular and thicker

in comparison to the base of the section through the Humphriesianum (~7 m) Zone. From the Sauzei Zone, the succession becomes limestone-dominated (Suchéras-Marx et al., 2012).

Fig.1: Paleogeographic distribution of oceans and lands during the Middle Jurassic (after Blakey, website, 2005). On the left, a global view with subduction zones and mid-ocean ridges; and on the right, focus on the western Tethys with the localization of the Cabo Mondego, Lusitanian basin and Chaudon-Norante, French Subalpine basin.

2.2. Chaudon-Norante

The Chaudon-Norante section, located in the Ravin de Coueste in the Digne tectonic Nappe (Southern Alps), emplaced during the Mio-Pliocene (Lemoine, 1973; Gidon and Pairis, 1992), presents a continuous succession from the Toarcian (Early Jurassic) to the base of the Bathonian (Middle Jurassic). This section belongs to the French Subalpine basin, which was bounded northward by the Jura platform, westward by the Central Massif and the Ardèche platform, and southward by the Provence platform (Fig. 1). This section was proposed as the Aalenian/Bajocian GSSP (Erba and Pavia, 1990). The Chaudon-Norante succession is well-exposed and the ammonite biostratigraphy for the Bajocian (Pavia, 1973; Pavia, 1983) as well as the nannofossil biostratigraphy have high temporal resolution (Erba, 1990; Mattioli and Erba, 1999).

The part of the section studied here spans from the end of the Aalenian to the end of the Early Bajocian. It is represented by decimetric hemipelagic marlstone/limestone alternations. The limestones are mainly wackestones to packstones with some bioclastic remains of *Bositra* (Bivalvia), radiolarians, rare benthic foraminifera and rare siliceous sponge spicules (Pavia, 1983). The end-Aalenian is dated to the upper part of the Concavum Zone.

This 37.9 meter-thick interval is composed of fairly regular marlstone-limestone alternations except for the uppermost part, which is marl-dominated. The 131,1 meter-thick Early Bajocian succession corresponds to four ammonite zones. From base to top, the Discites Zone is dominated by marlstones; the Laeviuscula Zone displays regular marlstone-limestone alternations; the Sauzei Zone is limestone-dominated, whilst the Humphriesianum Zone displays regular marlstone-limestone alternations (Suchéras-Marx et al., submitted).

3. Material and methods

Nannofossils (both coccoliths and the nannolith *Schizosphaerella*) have been quantified in 41 samples from Cabo Mondego and 50 samples from Chaudon-Norante. Sample preparation for absolute abundances per gram of rock was made using the random-settling method calibrated by Beaufort (1991) and modified by Geisen et al. (1999) consisting in a suspension of 20 to 30 mg of rock powder with water settled for 24 h on a cover slide. Once cover slides were dry, they have been stucked to a microscope slide using eukitt®. Usually 300 nannofossils were counted using a Zeiss optical microscope with a x1000 magnification. In poor samples, at least 100 coccoliths were counted in a slide in order to have reliable relative abundance estimations. Unfortunately, eight samples from Cabo Mondego and six samples from Chaudon-Norante were too poor and have been excluded from the relative abundance dataset. The preservation of coccoliths has been estimated on a scale from 1 (very poor preservation) to 6 (excellent preservation). Criteria chosen for this scale are mainly based on dissolution and overgrowth patterns, preservation of the crystallographic organization and preservation of the central area.

Based on the counting, absolute abundance has been calculated in each sample and represent the number of specimens per gram of rock (Geisen et al., 1999); relative abundance of *Schizosphaerella* has been calculated considering the whole nannofossil assemblage, whether relative abundances of coccolith species has been calculated considering only the coccolith assemblage. Eventually, nannofossil fluxes in number of nannofossil per m² per year have been calculated using ammonite zones duration based on Suchéras-Marx et al. (submitted) and on Gradstein et al. (2004) only for the Aalenian part of Cabo Mondego. Only the main genera of calcareous nannofossils representing over 5% of the assemblage in several samples are presented in the results. All the genera presented together represent at least 90% of identified nannofossils. The relative abundance for species of *Watznaueria*, calculated on

the coccolith assemblage, representing more than 5% of the assemblage in several samples is presented in the results.

4. Results

At Cabo Mondego, 50 different species of nannofossils have been identified. The main genera are, from the most abundant, *Watznaueria* spp., *Schizosphaerella* spp., *Discorhabdus* spp., *Similiscutum* spp., *Biscutum* spp., *Carinolithus* spp. and *Lotharingius* spp. At Chaudon-Norante, 44 different species of nannofossils have been identified. The main genera are, from the most abundant, *Watznaueria* spp., *Similiscutum* spp., *Lotharingius* spp., *Discorhabdus* spp., *Biscutum* spp., *Carinolithus* spp. and *Schizosphaerella* spp. Despite the slight difference in total species observed in both sections, assemblages are remarkably similar. The preservation of nannofossils in both sections is better in marlstones than in limestones. At Cabo Mondego, preservation in limestones is poor to medium and in marlstones is medium with some samples with a good preservation index. There is not stratigraphic influence on the preservation, poor preservation samples as well as medium preservation samples are found all along the section. At Chaudon-Norante, preservation is relatively similar to preservation in limestones, poor to intermediate but mostly intermediate and in marlstones is intermediate to intermediate -good. There is also no stratigraphic pattern in preservation except marlstone-limestone alternations. There is a very similar preservation index at Cabo Mondego and Chaudon-Norante allowing a comparison between the two sections.

4.1. Nannofossil absolute abundances and fluxes

In the figure 2, nannofossil absolute abundance and flux are presented, as well as absolute abundance for *Schizosphaerella* spp., *Watznaueria* spp., *Lotharingius* spp., *Discorhabdus* spp., *Biscutum* spp. + *Similiscutum* spp. and *Carinolithus* spp. for Cabo Mondego. Nannofossil absolute abundance has the lowest values in the Aalenian part of the section with values between 10^6 and 10^7 nannofossil/g. The nannofossil absolute abundance gradually increases from the Discites Zone, up to a maximum of 10^9 in the middle of the Laeviuscula Zone. Then, except for two low values at the end of the Laeviuscula Zone and at the beginning of the Sauzei Zone, the nannofossil absolute abundance remains high and mostly fluctuates between 10^8 and 10^9 nanno/g. The estimated nannofossil flux has exactly the same trend as absolute abundance with the lowest Aalenian values ranging between 10^8

Figure 2: Cabo Mondego section with the $\delta^{13}\text{C}_{\text{bulk carbonate}}$ (Suchéras-Marx, 2012), Nannofossil absolute abundance (grey) and Nannofossil flux (black) based on time estimation of Early Bajocian ammonite zones (Suchéras-Marx et al. submitted). *Schizosphaerella* spp. absolute (grey) and relative (black) abundances in the nannofossil assemblage (black); *Watznaueria* spp., *Lotharingius* spp., *Discorhabdus* spp., *Biscutum* spp. + *Similiscutum* spp. and *Carinolithus* spp. absolute (grey) and relative (black) abundances in the coccolith assemblage.

and 10^9 nannofossil/m²/year and the highest values over 10^{11} nannofossil/m²/yr in the middle of the Laeviuscula Zone.

Schizosphaerella spp., *Lotharingius* spp., *Discorhabdus* spp., *Biscutum* spp. + *Similiscutum* spp. and *Carinolithus* spp. absolute abundances have all the same trend with a decrease from the base of the section to minimal values at the Aalenian/Bajocian boundary followed by an increase ending in the middle part of the Discites Zone. Then, the absolute abundances fluctuate between the middle Discites Zone values and values from the beginning of the section. Only few samples have after the main increase, values comparable to the Aalenian-Bajocian minimum. In average, *Schizosphaerella* spp., *Discorhabdus* spp. and *Biscutum* spp. + *Similiscutum* spp. have comparable absolute abundance values whereas *Lotharingius* spp. and *Carinolithus* spp. have lower values. *Watznaueria* spp. absolute abundance increases from the base of the section until the middle of the Laeviuscula Zone. Then, absolute abundances remain high and fluctuate between 8×10^7 and 1×10^9 specimen/g. The *Watznaueria* spp. absolute abundance curve is very similar to the nannofossil absolute abundance curve.

The nannofossil absolute abundance at Chaudon-Norante (Fig. 3) increases from the Aalenian until the upper part of the Discites Zone. Then there is a decrease in the Laeviuscula Zone and a return to high absolute abundance at the beginning of the Sauzei Zone. Within the Sauzei Zone, there is a small decrease and a return to high values at the Sauzei-Humphriesianum limit. Eventually, the nannofossil absolute abundance, as well as nannofossil flux, which has exactly the same variations, show fluctuations that are not in phase with Milankovitch cycles (Suchéras-Marx et al., submitted) or lithological cycles (Thiry-Bastien, 2002).

There are trends at Chaudon-Norante with respect to Cabo Mondego for *Schizosphaerella* spp., *Lotharingius* spp., *Discorhabdus* spp., *Biscutum* spp. + *Similiscutum* spp. and *Carinolithus* spp. with an increase until the upper part of the Discites Zone except a high value in the Aalenian for *Carinolithus* spp. All the coccolith genera presented have lower absolute abundance at Chaudon-Norante than at Cabo Mondego except for *Biscutum* spp. + *Similiscutum* spp. For *Watznaueria* spp., there is a rising trend from the base of the section until the upper part of the Discites Zone as at Cabo Mondego.

4.2. Relative abundance of most relevant nannofossil genera

At Cabo Mondego, relative abundance of *Schizosphaerella* spp. over the whole nannofossil assemblage is reported in figure 2. Also, relative abundances of *Watznaueria* spp.,

Figure 3: Chaudon-Norante section with the $\delta^{13}\text{C}_{\text{bulk carbonate}}$ (Suchéras-Marx, submitted), Nannofossil absolute abundance (grey) and nannofossil flux (black) based on time estimation of Early Bajocian ammonite zones (Suchéras-Marx et al. submitted). *Schizosphaerella* spp. absolute (grey) and relative (black) abundances in the nannofossil assemblage; *Watznaueria* spp., *Lotharingius* spp., *Discorhabdus* spp., *Biscutum* spp. + *Similiscutum* spp. absolute (grey) and relative (black) abundances in the coccolith assemblage.

Lotharingius spp., *Discorhabdus* spp., *Biscutum* spp. + *Similiscutum* spp. and *Carinolithus* spp. over the coccolith assemblage are reported. *Schizosphaerella* spp. relative abundance decreased from Aalenian to Early Bajocian except one sample at the base of the Laeviuscula Zone and three samples at the top of the section. *Watznaueria* spp. relative abundance gradually increases from the base of the section until the upper part of the Laeviuscula Zone with maximum values around 80%. Then it decreases and stabilizes between 50% and 60%. The percentages of *Lotharingius* spp., *Discorhabdus* spp., *Biscutum* spp. + *Similiscutum* spp. and *Carinolithus* spp. decrease with minimum values in the middle to the upper part of the Laeviuscula Zone. On average, *Biscutum* spp. + *Similiscutum* spp. are more abundant than *Lotharingius* spp., *Discorhabdus* spp. and *Carinolithus* spp.

At Chaudon-Norante, the relative abundance of *Schizosphaerella* spp. remains relatively low except few samples around 20% in the upper part of the Laeviuscula Zone and in the upper part of the Sauzei Zone. The increasing trend of *Watznaueria* spp. relative abundance is similar to the rise observed at Cabo Mondego, ending in the middle part of Laeviuscula Zone. A decreasing trend is observed (except for the last four samples at the top of Chaudon-Norante) for *Lotharingius* spp., *Biscutum* spp. + *Similiscutum* spp. and *Carinolithus* spp. at Cabo Mondego as at Chaudon-Norante. Contrarily to Cabo Mondego, the relative abundance of *Schizosphaerella* spp. has higher values in the upper part of the Laeviuscula Zone and that of *Discorhabdus* spp. in the lower part of Sauzei Zone. On average, *Biscutum* spp. + *Similiscutum* spp. are more represented than *Lotharingius* spp., *Discorhabdus* spp. and *Carinolithus* spp.

4.3. Absolute and relative abundance of most abundant *Watznaueria* species

In figure 4, absolute and relative abundances of *W. colacicchii*, *W. contracta*, *W. aff. contracta*, *W. britannica* and *W. aff. manivitiae* over the coccolith assemblage are presented for Cabo Mondego. Absolute abundances of *W. colacicchii* and *W. contracta* increase in the Aalenian and Discites Zone to a maximum between the end of the Discites Zone and the beginning of the Laeviuscula Zone. Then, a slight decrease is observed. The same pattern is observed for *W. aff. contracta* except the highest values reached in the Laeviuscula Zone. *W. colacicchii* has a maximum absolute abundance value in the Discites Zone preceded by an increase from low Aalenian values. Then there a slight decrease towards the top of the section but never reattaining the low Aalenian values.

Absolute abundances of *W. aff. contracta* and *W. contracta* increase during the Aalenian and in the Discites Zone, reaching a maximum in the lower part of the Laeviuscula Zone. Then

Figure 4: Cabo Mondego section with the $\delta^{13}\text{C}_{\text{bulk carbonate}}$ (Suchéras-Marx, 2012), *Watznaueria colacicchii*, *W. contracta*, *W. aff. contracta*, *W. britannica* and *W. aff. manivittiae* absolute (grey) and relative (black) abundances in the coccolith assemblage.

there is a slight decrease with few higher values but the abundances are stay higher than the Aalenian–lower part of Discites Zone values. Absolute abundances of *W. britannica* increase until the middle part of the Laeviuscula Zone, then remain relatively stable. Absolute abundances of *W. aff. manivitiae* increase until the upper part of the Laeviuscula Zone, then remain relatively stable.

W. colacicchii has its highest relative abundance, up to 13%, between the Discites Zone and the beginning of the Laeviuscula Zone, then it gradually decreases to few percents. *W. contracta* and *W. aff. contracta* have their maximum percentages in the same interval as *W. colacicchii* then gradually decrease except two spikes for *W. aff. contracta* around 15% in the Sauzei Zone. The relative abundances of *W. contracta* and *W. aff. contracta* are in the same range as *W. colacicchii* in the latest Aalenian and Discites Zone and at the end of the Sauzei Zone but in the rest of the section their percentages are two to three times higher than those of *W. colacicchii*. *W. britannica* has relative abundances comprised between 0% and 5% in the latest Aalenian and Discites Zone followed by an increase in the Laeviuscula Zone with values over 20%. The beginning of the Sauzei Zone is marked by a decrease with the lowest value down to 8%. The middle part of this ammonite zone is marked by an increase in *W. britannica* relative abundance up to 20% followed by another decrease down to 10%. Eventually, *W. aff. manivitiae* remains poorly represented with percentages under 5% until an increase in the upper part of the Laeviuscula Zone. Then, percentages fluctuate between 5% and 20% with a spike around 40% in the Humphriesianum Zone.

Figure 5 represents the same species as figure 4 for the Chaudon-Norante section. Absolute abundances of *W. colacicchii* and *W. contracta* increase in the Aalenian and Discites Zone to a maximum between the end of the Discites zone and the beginning of the Laeviuscula Zone. Then, a slight decrease is observed. The same pattern is observed for *W. aff. contracta* except the maximum reached mostly in the Laeviuscula Zone. Absolute abundances of *W. britannica* and *W. aff. manivitiae* increase by steps during the whole interval studied. The first step is reached in the middle part of the Laeviuscula Zone, the second in the lower part of the Sauzei Zone and a third one around the Laeviuscula-Humphriesianum boundary.

W. colacicchii relative abundances are low at Chaudon-Norante, most of the values ranging between 0% and 4% except a spike in the Discites Zone up to 8%. *W. aff. contracta* is only common in the Laeviuscula Zone with percentages up to 6%. *W. contracta* is mainly abundant in the Discites and the lower part of the Laeviuscula zones with relative abundances over 15%. In the rest of the section, values mainly range between 0% and 5%. *W. britannica*

Fig. 5: Chaudon-Norante section with the $\delta^{13}\text{C}_{\text{bulk carbonate}}$ (Suchéras-Marx, submitted), *W. colacicchii*, *W. contracta*, *W. aff. contracta*, *W. britannica* and *W. aff. manivitiae* absolute (grey) and relative (black) abundances in the coccolith assemblage.

is almost absent in the Aalenian and the beginning of the Discites Zone. Then its relative abundance gradually increases to a maximum around 40% in the Humphriesianum Zone. Finally, *W. aff. manivittiae* is almost absent until the Laeviuscula Zone, then, its relative abundance is extremely variable from a few percent to 25% but tends to increase until the upper part of the Sauzei Zone, then it gradually decreases to values between 10% and 15%.

5. Discussion

5.1. Triggers for the increase in the pelagic primary production

The increase in nannofossil absolute abundance and flux observed during the earliest Bajocian in the two studied sections is mostly related to the increase in the absolute abundance of *Watznaueria* spp. The entry of *Watznaueria* species did not affect the absolute abundance of other nannofossil species. Thus, this genus is described here as “integrating” the previous nannofossil assemblage. The rise of *Watznaueria* spp. is mainly supported by *W. contracta* and *W. colacicchii*. Nevertheless, the increase in the absolute abundance of these two species is synchronous and associated with a slight increase in the absolute abundance of other genera, such as *Discorhabdus* spp. and *Biscutum* spp. + *Similiscutum* spp. The second step in the abundance rise of *Watznaueria* spp. is mainly supported by *W. britannica* and *W. aff. manivittiae*, which occurred in the fossil record respectively between the end of the Concavum Zone and the Discites Zone. No increase in the abundance of other nannofossil genera is observed during the development of these two species. Hence, the integration of *Watznaueria* spp. can be summarized as the absolute abundance rise of two new-entering species, namely *W. britannica* and *W. aff. manivittiae*.

The negative excursion observed in $\delta^{13}\text{C}$ does not match with changes in nannofossil absolute abundance or flux (Fig. 2), but the increase in $\delta^{13}\text{C}$ values is concomitant with the rise in nannofossil absolute abundance and flux (Fig. 6). Nevertheless, the increase in nannofossil absolute abundance and flux, as well as in the absolute abundance of *Watznaueria* spp., roughly end in the Laeviuscula Zone, before the plateau observed in $\delta^{13}\text{C}$ values at the Laeviuscula/Sauzei boundary. Abundances of *W. britannica* and *W. aff. manivittiae*, which become dominant in the Laeviuscula Zone, do not correlate with the plateau in the $\delta^{13}\text{C}$ values occurring between the Sauzei and Humphriesianum zones.

The positive excursion of $\delta^{13}\text{C}$ observed in the Early Bajocian has also been recorded in different localities such as in Italy (Bartolini et al., 1996), Spain (O'Dogerty et al., 2006) and France (Brigaud et al., 2009), and is attributed to an increase in fertility and primary

Aalenian	Early Bajocian					Stage
	Humphriesianum					
	Sauzei					
	Laevisculia					
Concavum		Discites				
Ammonite zone

Figure 6: Summary illustration for the lastest Aalenian-Early Bajocian interval of: A) $\delta^{13}\text{C}_{\text{bulk carbonate}}$; B) Nannofossil flux (Suchéras-Marx et al., 2012; this study); C) species invasion within the *Watznaueria* group (this study); D) $\delta^{18}\text{O}$ of belemnites and oysters (Podlaha et al., 1998; Jenkyns et al., 2002; Metodiev and Koleva-Rekalova, 2008; Brigaud et al., 2009; Gomez et al., 2009; Price, 2010 in Dera et al., 2011); E) $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ of belemnites from Canada, England, Portugal and Scotland (Jenkyns et al., 2002) F) Synthetic temperature and humidity conditions (Brigaud et al., 2009) and G) Ocean fertility based from $\delta^{13}\text{C}$ and Nannofossil flux (this study).

production of the oceans (Bartolini et al., 1999). Nevertheless, the geochemical and paleontological events are not perfectly synchronous. Hence, nannofossil primary production increase marked by the *Watznaueria* integration probably participated to this positive excursion but likely other unidentified, non-calcifying organisms also performed a more efficient incorporation of light carbon, at the origin of the isotope excursion.

The integration of *W. britannica* and *W. aff. manivitiae* to the nannofossil assemblage may be related to ecological processes. *W. britannica* has been described as an opportunistic species, blooming in eutrophic conditions as occurring during the deposition of the Kimmeridge Clay Formation (Lees et al., 2004). *W. britannica* and *W. aff. manivitiae* have dominated the coccolith assemblages during the high primary production conditions occurring in the Early Bajocian of Portugal and France. Thus, in a way similar to *W. britannica* in the Kimmeridgian, these two species may have been opportunistic organisms, with high growth rates and adapted to eutrophic conditions. Because the dominance of these species did not affect the entire coccolith assemblage, the exploitation of a new ecological niche could occur. Creation of new ecological niches in Middle Jurassic has been possible by increase of relative sea-level and the development of more oceanic conditions (Roth, 1987). An increase in the photic zone depth or a stratification of the water column related to temperature, salinity or nutrient availability might have delimited several ecological spaces for the different coccolith species, as it has been proposed for plankton foraminifera (Schmidt et al., 2004). As shown by Giraud et al. (2005) in a bibliographic compilation of the ecological affinities of *Watznaueria* for the Late Jurassic, this genus became dominant over other coccoliths and nannoliths, such as *Cyclagelosphaera* and *Schizosphaerella* spp., in more distal paleoenvironments such as deep shelf, epicontinental seas and pelagic settings.

A transgression is observed during the Early Bajocian in the southeastern part of the Paris basin (Durllet and Thierry, 2000) and the northern French Subalpine basin (Thiry-Bastien, 2002), but also in the Betic cordillera (Vera, 1988). Also, transgressive deposits are documented in the time interval corresponding to the first two ammonites zones of the Bajocian in Greenland (Surlyk, 2003) as well as in England (Hesselbo, 2008). Conversely, a regressive pattern is observed in Germany (Stratigraphische Tabelle von Deutschland, 2002). Hence the Aalenian-Bajocian transgression is not observed at a global scale or in the whole western Tethys, and cannot support a supra-regional event (Vail et al., 1977; Hallam, 2001; Miller et al., 2005; Miller et al., 2011). This pattern is probably related to the occurrence of a regional control on sea-level of the major tectonic changes indicated by the shift of Strontium isotope towards unradiogenic values (Fig. 6; data compiled by Jenkyns et al., 2002), and

induced by the opening of the Liguro-Piemontese Ocean and Atlantic Ocean. This record makes difficult to compare the sea-level trend and the diversification of *Watznaueria*.

The dominance of new *Watznaueria* species may also be related to the development of a new ecological capacity, such as the blooming aptitude. In Upper Jurassic sediments, monospecific laminae containing coccoliths of *W. britannica* documented by Lees et al. (2004) are interpreted as the evidence for bloom occurrence. In a similar way, *Watznaueria barnesiae* in the Early Cretaceous is interpreted as a blooming species, because seasonal changes leading to the proliferation of these opportunistic taxa first, eventually followed by the development of other calcareous nannofossils, are observed (Thomsen, 1989). Unfortunately, because our study is not at high resolution, we cannot observe seasonally-related changes in abundance likely due to blooms, so we are unable to confirm or infirm the blooming hypothesis.

5.2. Environmental origin of the primary productivity increase

The increase in primary production, which is linked to an increased fertility of the oceans, may have been triggered by climatic or paleoceanographic changes. During the Early Bajocian, a climatic warming has been interpreted based on $\delta^{18}\text{O}$ records in belemnite and oyster calcite (Brigaud et al., 2009; Dera et al., 2011; Fig. 6) from the Paris Basin. The warming mainly occurred in the Humphriesianum Zone, as shown by $\delta^{18}\text{O}$ oyster values for the eastern part of the Paris Basin. In the same time interval, a climatic cooling has also been proposed based on glendonite deposits in Siberia (Price, 1999; Rogov and Zakharov, 2010). *Xenoxylon* wood is supposed to have developed under mean annual temperatures comprised between 5°-15°C. Occurrence of *Xenoxylon* wood at low latitudes and its absence at high latitudes may reflect temperatures cooler than 5°C at high latitudes (Philippe and Thevenard, 1996). If the temperature increase supported by oyster $\delta^{18}\text{O}$ and the *Xenoxylon* occurrence are synchronous, these climatic records may testify an increased latitudinal temperature gradient. Concerning clay minerals, an assemblage of illite-smectite mixed-layer with moderate illite concentrations, reflecting warm and humid conditions, has been observed in the Mecsek Mountains in Hungary during the Early Bajocian (Raucsik et al., 2001; Raucsik and Varga, 2008). In the Humphriesianum Zone of the eastern part of the Paris basin, association of illite (50%), illite-smectite mixed layers (30%), and kaolinite (20%) reflect humid conditions (Brigaud et al., 2009). The abundance of coal over charcoal in Yorkshire, England, during the Early Bajocian is argued to reflect also more humid conditions with shorter fireprone

(presumably seasonal arid) environments (Hesselbo et al., 2003). The increase of a latitudinal temperature gradient may be at the origin of an atmospheric circulation change and the increase in humidity observed at low-middle latitudes during the Early Bajocian (Price et al., 1998). These humid conditions would have naturally enhanced the continental weathering and the transfer of nutrients fertilizing the oceans, at the origin of the observed increase in primary productivity. Nevertheless, most of available works only rely on a part of the Early Bajocian (Raucsik et al., 2001; Raucsik and Varga, 2008; Brigaud et al., 2009; Fig. 6); the cooling inferred on the basis of *Xenoxylon* wood and glendonite occurrence is poorly calibrated in time (Philippe and Thevenard, 1996; Price, 1999; Rogov and Zakharov, 2010); the warming is principally inferred on the basis of oysters oxygen record during the Humphresianum Zone, whilst cooler temperatures in older strata are inferred on the basis of belemnite $\delta^{18}\text{O}$ (Fig. 6). The inferred warming could be therefore a simple artefact due to a shallower environment where oysters thrived with respect to belemnites. Thus the hypothesis of climatically-driven fertilization of the oceans needs to be confirmed by further isotopic and mineralogical data.

The opening of the Ligurian-Piemontese Ocean (Bill et al., 2001) and enhanced rates of opening in the Atlantic Ocean (Labails et al., 2010) are recorded during the latest Aalenian-Early Bajocian time interval. Cabo Mondego is located in the Lusitanian basin adjacent to the Atlantic Ocean, while Chaudon-Norante is located in the French Subalpine basin close to the Liguro-Piemontese Ocean. Hence, the paleoceanographical settings in the sections studied may have been highly influenced by these tectonically-driven changes leading to a reorganization of the ocean circulation within the Western Tethys. The ocean circulation changes may have been at the origin of upwelling zones (O'Dogherty et al., 2006; Leonide, 2007). Unfortunately, there is no paleontological or geochemical evidence for emergence of an upwelling zone or change in water circulation during the Early Bajocian. In order to achieve a better understanding of environmental changes during the Early Bajocian, it would be needed to perform geochemical analyses on *Watznaueria* coccoliths, namely $\delta^{18}\text{O}$ and Sr/Ca. The $\delta^{18}\text{O}$ would provide information about temperature of the surface oceanic waters and possibly help deciphering low-temperature, upwelling zones. Sr/Ca of coccoliths is a proxy for the growth rate of coccoliths (Stoll and Schrag, 2000) thus, possibly, can provide information on the fertility of the oceans.

6. Conclusion

The Early Bajocian is characterized by major geological, paleoceanographical and climatic changes. During this interval starts the diversification phase of the genus *Watznaueria* that represents the most successful group of coccoliths for the Mesozoic (Erba, 1996). The conditions in which this diversification occurred and its impact on the nannofossil assemblages are tested in the present study. The main results we achieved are:

- The nannofossil absolute abundance increase is the result of the integration to the nannofossil assemblages of the genus *Watznaueria*;
- The nannofossil absolute abundance and flux increases have participated to the increase in oceanic primary production observed during the Early Bajocian;
- The increase in oceanic primary production is related to long-term fertilization of the oceans possibly induced by climatic or paleoceanographic changes;
- Most of the integration of *Watznaueria* spp. to the nannofossil assemblages occurred because of the occurrence and domination of *W. britannica* and *W. aff. manivitiae*. These two species could be seen as opportunistic species developing in a nutrient-rich environment, and having peculiar ecological capacities never exploited before.

References

- Bartolini, A., Baumgartner, P.O., Guex, J., 1999. Middle and Late Jurassic radiolarian palaeoecology versus carbon-isotope stratigraphy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 145(1-3), 43-60.
- Bartolini, A., Baumgartner, P.O., Hunziker, J.C., 1996. Middle and Late Jurassic carbon stable-isotope stratigraphy and radiolarite sedimentation of the Umbria-Marche Basin (Central Italy). *Eclogae Geologicae Helvetiae* 89, 811-844.
- Bartolini, A., Cecca, F., 1999. 20 My hiatus in the Jurassic of Umbria-Marche Apennines (Italy): Carbonate crisis due to eutrophication. *Comptes Rendus Académies des Sciences* 329, 587-595.
- Bartolini, A., Larson, R.L., 2001. Pacific microplate and the Pangea supercontinent in the Early to Middle Jurassic. *Geology* 29(8), 735-738.
- Beaufort, L., 1991. Adaptation of the random settling method for quantitative studies of calcareous nannofossils. *Micropaleontology* 34, 415-418.

- Bernaola, G., Monechi, S., 2007. Calcareous nannofossil and survivorship across the Cretaceous-Paleogene boundary at Walvis Ridge (ODP Hole 1262C, South Atlantic Ocean). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 255(1-2), 132-156.
- Bill, M., O'Dogherty, L., Guex, J., Baumgartner, P.O., Masson, H., 2001. Radiolarite ages in Alpine-Mediterranean ophiolites: Constraints on the oceanic spreading and the Tethys-Atlantic connection. *Geological Society of America Bulletin* 113(1), 129-143.
- Bown, P.R., 2005. Calcareous nannoplankton evolution: a tale of two oceans. *Micropaleontology* 51(4), 299-308.
- Brigaud, B., Durlet, C., Deconinck, J.-F., Vincent, B., Pucat, 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* 222(3-4), 181-206.
- Cobianchi, M., Erba, E., Pirini-Radrizzani, C., 1992. Evolutionary trends of calcareous nannofossil genera *Lotharingius* and *Watznaueria* during the Early and Middle Jurassic. *Memorie di Scienze Geologiche, Padova* 43, 19-25.
- Dera, G., Brigaud, B., Monna, F., Laffont, R., Puceat, E., Deconinck, J.-F., Pellenard, P., Joachimski, M.M., Durlet, C., 2011. Climatic ups and downs in a disturbed Jurassic world. *Geology* 39(3), 215-218.
- Durlet, C., Thierry, J., 2000. Modalits squentielles de la transgression aalno-bajocienne sur le sud-est du Bassin parisien. *Bulletin de la Socit Gologique de France* 171(3), 327-339.
- Erba, E., 1990. Calcareous nannofossil biostratigraphy of some Bajocian sections from the Digne area (SE France). *Memorie Descrittive Della Carta Geologica d'Italia XL*, 237-256.
- Erba, E., 2006. The first 150 million years history of calcareous nannoplankton: Biosphere-geosphere interactions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 232, 237-250.
- Erba, E., Pavia, G., 1990. Record of the discussion about the proposals for the Bajocian G.S.S.P. *Memorie Descrittive Della Carta Geologica d'Italia XL*, 63-68.
- Fernandez-Lopez, S., Pavia, G., Erba, E., Guimar, M., Henriques, M.H., Lanza, R., Mangold, C., Morton, N., Olivero, D., Tiraboschi, D., 2009. The Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP) for base of the Bathonian Stage (Middle Jurassic), Ravin du Bs Section, SE France. *Episodes* 32(4), 222-248.

- Geisen, M., Bollmann, J., Herrle, J.O., Mutterlose, J., Young, J.R., 1999. Calibration of the random settling technique for calculation of absolute abundances of calcareous nanoplankton. *Micropaleontology* 45(4), 437-442.
- Gidon, M., Pairis, J.L., 1992. Relations entre le charriage de la Nappe de Digne et la structure de son autochtone dans la vallée du Bès (Alpes-de-Haute-Provence, France). *Eclogae Geologicae Helveticae* 85(2), 327-359.
- Giraud, F., Courtinat, B., Garcia, J.P., Baudin, F., Guillocheau, F., Dromart, G., Atrops, F., Colleté, C., 2005. Palynofacies and calcareous nanofossils in the Upper Kimmeridgian, southeastern Paris Basin (France). *Bulletin Société géologique de France* 176, 457-466.
- Gomez, J.J., Canales, M.L., Ureta, S., Goy, A., 2009. Palaeoclimatic and biotic changes during the Aalenian (Middle Jurassic) at the southern Lurasian Seaway (Basque–Cantabrian Basin, northern Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 275, 14-27.
- Gradstein, F., Ogg, J., Smith, A., 2004. A geologic time scale. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hallam, A., 2001. A review of the broad pattern of Jurassic sea-level changes and their possible causes in the light of current knowledge. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 167, 23-37.
- Haq, B.U., Hardenbol, J., Vail, P.R., 1987. Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science* 235, 1156-1167.
- Henriques, M.H., Gardin, S., Gomes, C.R., Soares, A.F., Rocha, R.B., Marques, J.F., Lapa, M.R., Montenegro, J.D., 1994. The Aalenian-Bajocian boundary at Cabo Mondego (Portugal). In: Cresta, S., Pavia, G. (Editors), 3rd International Meeting on Aalenian and Bajocian Stratigraphy. *Miscellanea Servizio Geologico Nazionale*, Marrakesh, pp. 63-77.
- Hesselbo, S.P., 2008. Sequence stratigraphy and inferred relative sea-level change from the onshore British Jurassic. *Proceedings of the Geologists' Association* 119(1), 19-34.
- Hesselbo, S.P., Morgans-Bell, H.S., McElwain, J.C., Rees, P.M., Robinson, S.A., Ross, C.E., 2003. Carbon-cycle perturbation in the middle Jurassic and accompanying changes in the terrestrial paleoenvironment. *The Journal of Geology* 111, 259-276.
- Jenkyns, H.C., Jones, C.E., Gröcke, D.R., Hesselbo, S.P., Parkinson, P.N., 2002. Chemostratigraphy of the Jurassic System: applications, limitations and implications for palaeoceanography. *Journal of the Geological Society, London* 159, 351-378.

- Labails, C., Olivet, J.-L., Aslanian, D., Roest, W.R., 2010. An alternative early opening scenario for the Central Atlantic Ocean. *Earth and Planetary Science Letters* 297(3-4), 355-368.
- Lees, J.A., Bown, P.R., Young, J.R., Riding, J.B., 2004. Evidence for annual records of phytoplankton productivity in the Kimmeridge Clay Formation coccolith stone bands (Upper Jurassic, Dorset, UK). *Marine Micropaleontology* 52, 29-49.
- Lemoine, M., 1973. About gravity gliding tectonics in the western Alps. In: De Jong, K.A., Scholten, R. (Editors), *Gravity and tectonics*. John Wiley & Sons, New York, pp. 201-216.
- Mattioli, E., 1996. New calcareous nannofossil species from the Early Jurassic of Tethys. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 102(3), 397-412.
- Mattioli, E., Erba, E., 1999. Synthesis of calcareous nannofossil events in tethyan Lower and Middle Jurassic successions. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 105(3), 343-376.
- Mattioli, E., Pittet, B., 2004. Spatial and temporal distribution of calcareous nannofossils along a proximal-distal transect in the Lower Jurassic of the Umbria-Marche Basin (central Italy). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 205 295-316.
- Metodiev, L., Koleva-Rekalova, E., 2008. Stable isotope records ($\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$) of Lower-Middle Jurassic belemnites from the Western Balkan mountains (Bulgaria): Palaeoenvironmental application. *Applied Geochemistry* 23(10), 2845-2856.
- Miller, K.G., Kominz, M.A., Browning, J.V., Wright, J.D., Mountain, G.S., Katz, M.E., Sugarman, P.J., Cramer, B.S., Christie-Blick, N., Pekar, S.F., 2005. The Phanerozoic Record of Global Sea-Level Change. *Science* 310, 1293-1298.
- Miller, K.G., Mountain, G.S., Wright, J.D., Browning, J.V., 2011. A 180-million-year record of sea level and ice volume variations from continental margin and deep-sea isotopic records. *Oceanography* 24(2), 40-53.
- Nakanishi, M., Tamaki, K., Kobayashi, K., 1992. A new Mesozoic isochron chart of the northwestern Pacific Ocean: Paleomagnetic and tectonic implications. *Geophysical Research Letters* 19, 693-696.
- O'Dogherty, L., Sandoval, J., Bartolini, A., Bruchez, S., Bill, M., Guex, J., 2006. Carbon-isotope stratigraphy and ammonite faunal turnover for the Middle Jurassic in the Southern Iberian palaeomargin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 239(3-4), 311-333.

- Pankhurst, R.J., Riley, T.R., Fanning, C.M., Kelley, S.P., 2000. Episodic Silicic Volcanism in Patagonia and the Antarctic Peninsula: Chronology of Magmatism Associated with the Break-up of Gondwana. *Journal of Petrology* 41(5), 605-625.
- Pavia, G., 1973. Ammoniti del Baiociano superiore di Digne (Francia SE, Dip. Basses-Alpes). *Bollettino della Societa Paleontologica Italiana* 19, 75-142.
- Pavia, G., 1983. Ammoniti e biostratigrafia del Baiociano inferiore di Digne (Francia SE, Dip. Alpes-Haute-Provence). *Monografie Museo Regionale di Scienze Naturali (Torino)* 254.
- Pavia, G., Enay, R., 1997. Definition of the Aalenian-Bajocian Stage boundary. *Episodes* 20(1), 16-22.
- Philippe, M., Thevenard, F., 1996. Distribution and palaeocology of the Mesozoic wood genus *Xenoxylon*: palaeoclimatological implications for the Jurassic of Western Europe. *Review of Palaeobotany and Palynology* 91, 353-370.
- Podlaha, O.G., Mutterlose, J., Veizer, J., 1998. Preservation of $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ in belemnite rostra from the Jurassic/Early Cretaceous successions. *American Journal of Science* 298, 324-347.
- Price, G.D., 1999. The evidence and implications of polar ice during the Mesozoic. *Earth-Science Reviews* 48(3), 183-210.
- Price, G.D., 2010. Carbon-isotope stratigraphy and temperature change during the Early-Middle Jurassic (Toarcian-Aalenian), Raasay, Scotland, UK. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 285(3-4), 255-263.
- Price, G.D., Valdes, P.J., Sellwood, B.W., 1998, A comparison of GCM simulated Cretaceous 'greenhouse' and 'icehouse' climates: implications for the sedimentary record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 142(3-4), 123-138.
- Raucsik, B., Demény, A., Borbély-Kiss, I., Szabó, G., 2001. Monsoon-like climate during the Bajocian. Clay mineralogical and geochemical study on a limestone/marl alternation (Komló Calcareous Marl Formation, Mecsek Mountains, Southern Hungary). *Hantkeniana* 3, 149-176.
- Raucsik, B., Varga, A., 2008. Climato-environmental controls on clay mineralogy of the Hettangian-Bajocian successions of the Mecsek Mountains, Hungary: An evidence for extreme continental weathering during the early Toarcian oceanic anoxic event. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 265(1-2), 1-13.

- Rogov, M.A., Zakharov, V.A., 2010. Jurassic and Lower Cretaceous glendonites occurrences and their implication for Arctic paleoclimatic reconstructions and stratigraphy. *Earth Science Frontiers* 17(Special Issue), 345-347.
- Roth, P.H., 1987, Mesozoic calcareous nannofossil evolution: relation to paleoceanographic events. *Paleoceanography* 2(6), 601-611.
- Ruget-Perrot, C., 1961. Etudes stratigraphiques sur le Dogger et le Malm inférieur du Portugal au Nord du Tage. *Memoria Serviços Geológicos de Portugal* 7, 1-197.
- Schmidt, D.N., Renaud, S., Bollmann, J., Schiebel, R., Thierstein, H.R., 2004. Size distribution of Holocene planktic foraminifer assemblages: biogeography, ecology and adaptation. *Marine Micropaleontology* 50, 319-338.
- Stoll, H.M., Schrag, D.P., 2000. Coccolith Sr/Ca as a new indicator of coccolithophorid calcification and growth rate. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 1(1), 1006.
- Stratigraphische Tabelle von Deutschland, 2002. Deutsche Stratigraphische Kommission.
- Suchéras-Marx, B., Giraud, F., Fernandez, V., Pittet, B., Lécuyer, C., Olivero, D., Mattioli, E., submitted. Duration of the Early Bajocian and the associated $\delta^{13}\text{C}$ positive excursion based on cyclostratigraphy. *Journal of the Geological Society, London*.
- Suchéras-Marx, B., Giraud, F., Mattioli, E., Barbarin, N., Beaufort, L. in prep. Automated coccolith absolute abundance quantification of Middle Jurassic deposits.
- Suchéras-Marx, B., Guihou, A., Giraud, F., Lécuyer, C., Allemand, P., Pittet, B., Mattioli, E., 2012. Impact of the Middle Jurassic diversification of *Watznaueria* (coccolith-bearing algae) on the carbon cycle and $\delta^{13}\text{C}$ of bulk marine carbonates. *Global and Planetary Change* 86-87, 92-100.
- Surlyk, F., 2003. The Jurassic of East Greenland: a sedimentary record of thermal subsidence, onset and culmination of rifting. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* 1, 659-722.
- Thiry-Bastien, P., 2002. Stratigraphie séquentielle des calcaires bajociens de l'Est de la France (Jura-Bassin de Paris). Unpublished PhD thesis, Université Claude Bernard Lyon1, Villeurbanne, 407 pp.
- Thomsen, E., 1989. Seasonal variation in boreal Early Cretaceous calcareous nannofossils. *Marine Micropaleontology*, 15 (1-2), 123-152.
- Tiraboschi, D., Erba, E., 2010. Calcareous nannofossil biostratigraphy (Upper Bajocian-Lower Bathonian) of the Ravin du Bès section (Bas Auran, Subalpine Basin, SE France): Evolutionary trends of *Watznaueria barnesiae* and new findings of "Rucinolithus" morphotypes. *Geobios* 43(1), 59-76.

- Vail, P.R., Mitrchum, R.M.Jr., Thompson, S. III, 1977. Seismic stratigraphy and global changes of sea level. Part 4. Global cycles of relative changes of sea level. American Association of Petroleum Geologists Memoir 26, 83-89.
- Vera, J.A., 1988. Evolucion de les sistemas de deposito en el margen ibérico de la cordillera Betica. Revista de la Sociedad Geológica de España 1(3-4), 373-391.
- Yin, J., Pei, S., Gou, J., Jiang, G., 1998. The Middle Jurassic bivalve fauna in the volcanic rock series (Yaiba Formation) of the Lhasa Massif and its paleogeographic significance. Regional Geology of China 17, 132-136.

Schizosphaerella spp.

B. dubium

S. cruciulus

B. depravatum

D. criotus

D. ignotus

D. striatus

L. barozii

L. crucicentralis

L. velatus

C. crassus

C. crassus

T. patulus

R. incompta

C. magharensis

Calyculus sp.

W. fossacincta

W. colacicchii

W. contracta

W. aff. contracta

W. aff. contracta

W. britannica E

W. britannica F

W. communis

W. aff. manivitiae

Watznaueria sp.

Plate 1: Calcareous nannofossils photos from Cabo-Mondego (CM) and Chaudon-Norante (CN) under cross-polarized light.

1. *Schizosphaerella* sp. CM67;
2. *Biscutum. dubium* CM26;
3. *Similiscutum. precarium* CM17;
4. *Biscutum. depravatum* CM62;
5. *Discorhabdus. criotus* CM62;
6. *Discorhabdus. ignotus* CM26;
7. *Discorhabdus. striatus* CM26;
8. *Lotharingius barozii* CN420;
9. *Lotharingius crucicentralis* CN220;
10. *Lotharingius velatus* CM62;
11. *Crepidolithus crassus* CN380;
12. *Crepidolithus crassus* lateral view CM17;
13. *Tubirhabdus patulus* CM60 (large specimen);
14. *Retecapsa incompta* CN1680;
15. *Carinolithus magharensis* CM26;
16. *Calyculus* sp. CN260;
17. *Watznaueria fossacincta* CM62;
18. *Watznaueria colacicchii* CN200;
19. *Watznaueria contracta* CM26;
20. *Watznaueria* aff. *contracta* CM17;
21. *Watznaueria* aff. *contracta* CN550;
22. *Watznaueria britannica* E CM60;
23. *Watznaueria britannica* F CM62;
24. *Watznaueria communis* CM62 (large specimen);
25. *Watznaueria* aff. *manivitiae* CM60;
26. *Watznaueria* sp. lateral view CM26.

Appendix

Nannofossil count charts for Cabo Mondego and Chaudon-Norante

CABO MONDEGO		Stage	Ammonite zone	sample	Schizosphere	Orthogonoides	Unknown	Placolith unknown	Muroolith unknown	Watznaueria unknown	W. britannica unknown	Morpho A	Morpho B	Morpho C	Morpho D	Morpho E	Morpho F	W. brit. manivittae	W. aff. colacicchii	W. aff. manivittae	W. manivittae	W. contracta	W. communis	W. aff. communis	W. fossacincta	W. colacicchii	W. biporta	W. variabilis/gresslyi	D. criotus	D. striatus	D. ignotus	Lotharingius unknown	L. primigenius	L. umbriensis	L. velatus	L. sigillatus	L. crucicentralis		
		Late Aalenian	Concavum	CM-1	46	0	12	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	7	15	2	0	0	0	2	2	
		Late Aalenian	Concavum	CM-2	44	0	24	15	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	2	0	0	0	3	0	0	2	15	46	0	0	0	1	2	1	
		Late Aalenian	Concavum	CM-3	16	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	
		Late Aalenian	Concavum	CM-4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
		Late Aalenian	Concavum	CM-5	78	0	20	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	4	9	0	0	0	0	0	3	2	4
		Late Aalenian	Concavum	CM-6	51	0	21	18	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	4	0	0	0	5	19	1	0	2	2	2	1	0
		Late Aalenian	Concavum	CM-7	12	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	
		Late Aalenian	Concavum	CM-8	45	0	24	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	3	0	0	0	6	5	4	0	0	3	2	2	2	
		Late Aalenian	Concavum	CM1	55	0	10	7	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	
		Late Aalenian	Concavum	CM2	58	0	12	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	3	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
		Late Aalenian	Concavum	CM3	33	0	30	6	1	10	0	0	0	0	0	0	1	3	0	12	0	0	5	1	0	0	6	0	0	0	3	12	1	0	0	5	0	0	
		Late Aalenian	Concavum	CM4	10	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
		Early Bajocian	Discites	CM5	38	0	31	3	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12	0	0	0	0	1	0	0	
		Early Bajocian	Discites	CM6	49	0	26	13	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	5	0	8	1	0	0	0	5	0	0	8	12	31	5	0	0	7	2	0	
		Early Bajocian	Discites	CM7	59	0	27	21	0	5	0	0	1	0	0	2	1	0	1	0	0	18	0	0	0	5	0	0	0	5	3	16	0	0	0	3	1	0	0
		Early Bajocian	Discites	CM8	54	1	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4	5	0	0	0	0	1	0	0	0
		Early Bajocian	Discites	CM9	26	0	25	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	14	57	0	0	1	9	2	13	0	
		Early Bajocian	Discites	CM13	76	0	27	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	10	0	0	0	8	0	0	1	19	30	3	0	0	0	6	2	0	0
		Early Bajocian	Discites	CM16	72	0	5	1	0	8	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0
		Early Bajocian	Discites	CM17	22	0	32	2	2	14	0	0	3	1	3	2	2	2	1	31	0	53	0	0	0	37	0	0	0	2	16	0	0	0	0	7	5	9	0
		Early Bajocian	Discites	CM20	48	0	26	2	0	6	0	0	0	0	1	1	3	1	1	20	0	13	6	0	0	1	1	0	0	8	10	3	0	0	0	3	7	0	0
		Early Bajocian	Laeviuscula	CM26	53	0	16	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	23	0	0	0	2	0	0	0	2	35	0	0	0	0	3	7	2	0
		Early Bajocian	Laeviuscula	CM28	133	0	14	4	0	9	1	0	2	0	1	6	7	0	11	1	0	15	4	0	3	12	0	0	1	2	5	0	0	0	3	0	0	0	0
		Early Bajocian	Laeviuscula	CM34	43	0	27	20	0	17	0	0	5	0	2	1	11	5	9	1	0	31	0	0	0	15	0	0	1	19	6	0	0	0	20	2	3	3	0
		Early Bajocian	Laeviuscula	CM35	31	0	22	2	0	14	0	1	1	0	4	14	0	8	47	2	0	40	0	0	0	0	0	0	0	14	17	0	1	1	7	1	2	2	0
		Early Bajocian	Laeviuscula	CM36	45	0	11	4	0	49	4	9	16	0	4	13	18	8	26	9	0	31	3	0	0	10	0	0	0	5	7	2	0	0	2	0	2	0	0

Stage	Ammosite zone	Sample	Schizosphere	Orthogonoides	Unknown	Placolith unknown	Muroolith unknown	Watznaueria unknown	W. britannica unknown	Morpho A	Morpho B	Morpho C	Morpho D	Morpho E	Morpho F	W. brit. manivittae	W. aff. colacicchii	W. aff. manivittae	W. manivittae	W. contracta	W. communis	W. aff. communis	W. fossacincta	W. colacicchii	W. biporta	W. variabilis/gresslyi	D. criotus	D. striatus	D. ignotus	Lotharingius unknown	L. primigenius	L. umbriensis	L. velatus	L. sigillatus	L. crucicentralis		
			CM40	CM43	CM44	CM47	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	Sauzei	
Early Bajocian	Laeviuscula	CM40	17	0	17	0	0	0	11	1	1	10	0	8	7	19	4	13	11	3	15	0	0	1	10	0	0	0	1	9	28	0	0	0	0	4	3
Early Bajocian	Laeviuscula	CM43	33	0	20	17	0	21	0	4	10	0	3	7	12	4	7	29	0	26	0	0	0	11	0	0	0	1	19	9	0	0	0	5	4	1	
Early Bajocian	Laeviuscula	CM44	29	0	16	1	0	62	4	10	11	0	1	4	30	1	4	68	5	14	2	0	1	6	5	0	0	9	5	0	0	0	2	0	0		
Early Bajocian	Laeviuscula	CM47	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Early Bajocian	Sauzei	CM51	42	0	20	0	0	15	2	1	3	0	8	21	3	5	44	14	22	14	5	1	4	0	0	0	0	6	12	0	0	0	6	3	0		
Early Bajocian	Sauzei	CM53	11	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0		
Early Bajocian	Sauzei	CM54	21	0	22	4	0	39	0	2	5	0	1	5	11	9	13	74	6	15	2	0	0	7	2	0	3	23	10	0	0	0	2	1	0		
Early Bajocian	Sauzei	CM55	25	0	28	0	0	13	0	0	10	0	3	4	4	1	14	43	28	23	2	0	3	3	0	1	0	3	16	0	0	0	5	2	11		
Early Bajocian	Sauzei	CM60	35	1	20	0	0	25	0	0	1	1	5	12	5	3	39	8	1	7	3	0	11	0	0	0	0	50	26	4	0	0	13	5	2		
Early Bajocian	Sauzei	CM61	56	0	19	1	0	28	1	0	3	0	0	7	4	2	4	17	1	1	2	0	0	0	1	0	0	9	2	0	0	0	0	0	0		
Early Bajocian	Sauzei	CM63	23	0	25	6	0	17	0	3	11	0	5	13	21	2	8	46	0	5	0	0	0	4	0	0	2	36	9	0	0	1	3	0	2		
Early Bajocian	Sauzei	CM65	49	0	18	23	0	17	0	0	6	0	5	18	14	2	7	48	0	7	0	0	0	5	0	0	2	38	2	0	0	0	1	2	2		
Early Bajocian	Sauzei	CM67	81	0	19	7	0	51	0	0	5	0	1	8	3	7	8	20	9	4	0	0	2	5	2	0	1	37	5	0	0	0	2	1	0		
Early Bajocian	Sauzei	CM70	13	0	33	4	0	55	3	3	6	0	0	7	7	2	3	42	7	3	2	0	1	3	3	0	0	55	18	0	0	0	3	0	1		
Early Bajocian	Humphriesianum	CM71	81	0	23	1	1	31	0	0	5	0	2	8	8	10	11	82	5	5	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0		

Sample	Ammonite zone	Stage	Coccolith	Nannofossil	D. constans	R. incompta	P. escaigii	P. liliacus	C. minutus	C. primulus	A. harrisonii	Calyculus spp.	Z. erectus	C. superbus	C. magharensis	S. precarium	S. gypharion	S. cruciulus	B. finchii	B. novum	B. dorsetensis	B. dubium	B. grande	B. intermedium	B. depravatum	M. elegans	C. granulatus	C. crassus	T. patulus	E. gallicus	B. prinsii	T. tiziensis	T. sullivanni	L. hauffi	L. trodoti	L. barozii				
CM-1	Concavum	Late Aalenian	72	118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	5	0	0	0	2	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3				
CM-2	Concavum	Late Aalenian	257	301	0	0	0	0	0	0	5	0	2	25	2	0	0	42	0	3	4	18	0	16	0	0	11	0	1	0	1	0	2	1	0	1	0			
CM-3	Concavum	Late Aalenian	9	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
CM-4	Concavum	Late Aalenian	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
CM-5	Concavum	Late Aalenian	122	200	0	0	0	1	0	0	0	0	1	10	1	0	0	7	0	0	0	1	0	6	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
CM-6	Concavum	Late Aalenian	249	300	0	0	0	0	0	0	4	1	1	33	11	0	0	43	0	6	8	32	1	11	0	0	7	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1			
CM-7	Concavum	Late Aalenian	6	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
CM-8	Concavum	Late Aalenian	153	198	0	0	0	0	0	0	0	0	1	19	5	0	0	29	4	4	4	12	0	7	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		
CM1	Concavum	Late Aalenian	47	102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0	0	0	1	0	0	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0			
CM2	Concavum	Late Aalenian	48	106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1			
CM3	Concavum	Late Aalenian	168	201	0	1	0	0	0	0	2	2	1	16	2	0	0	13	4	6	2	11	0	5	1	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0		
CM4	Concavum	Late Aalenian	8	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CM5	Discites	Early Bajocian	162	200	0	0	0	0	0	0	5	1	2	24	9	0	0	24	6	2	5	17	0	1	0	7	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0		
CM6	Discites	Early Bajocian	252	301	0	0	0	0	2	2	0	0	1	27	2	0	0	43	4	3	4	18	0	6	0	0	5	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	
CM7	Discites	Early Bajocian	241	300	0	0	0	0	0	1	1	0	1	26	0	0	0	37	2	2	5	16	0	18	0	0	6	0	5	0	2	0	0	0	1	0	0	2	0	
CM8	Discites	Early Bajocian	45	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	3	1	1	0	3	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CM9	Discites	Early Bajocian	278	304	0	0	0	0	0	0	0	1	2	22	0	0	0	49	10	10	6	26	0	8	5	0	9	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	
CM13	Discites	Early Bajocian	229	305	0	0	0	2	0	0	0	0	0	21	3	0	4	34	2	4	4	8	0	7	0	0	6	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	
CM16	Discites	Early Bajocian	38	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	4	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
CM17	Discites	Early Bajocian	282	304	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	27	4	4	1	4	1	3	2	0	10	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	
CM20	Discites	Early Bajocian	253	301	0	0	1	0	0	0	3	2	0	16	3	0	0	31	3	2	8	30	2	6	0	10	0	2	0	0	0	1	1	1	0	2	0	4	0	
CM26	Laeviuscula	Early Bajocian	254	307	0	0	0	1	1	0	4	0	3	0	0	0	0	65	4	4	8	51	2	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	
CM28	Laeviuscula	Early Bajocian	143	276	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7	2	0	1	16	3	3	0	3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	
CM34	Laeviuscula	Early Bajocian	257	300	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14	0	0	0	19	3	2	5	5	0	3	0	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
CM35	Laeviuscula	Early Bajocian	270	301	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	21	9	8	0	5	8	0	0	0	7	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	
CM36	Laeviuscula	Early Bajocian	255	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	2	0	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1

CHAUDON-NORANTE

Stage	Ammonite zone	Sample	Schizosphere	Unknown	Placolith unknown	Muriolith unknown	Watznaueria unknown	Morpho A	Morpho B	Morpho C	Morpho D	Morpho E	Morpho F	W. brit. manivatae	W. aff. manivatae	W. manivatae	W. contracta	W. aff. contracta	W. colacicchii	W. aff. colacicchii	W. communis	W. fossacincta	D. criotus	D. striatus	D. ignotus	C. margarelli	L. umbriensis	L. velatus	L. sigillatus	L. crucicentralis	
Late Aalenian	Concavum	CN160	0	102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	6	6	4	0	0	30	2	4	
Late Aalenian	Concavum	CN170	0	86	0	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	2	6	4	0	16	1	0	
Late Aalenian	Concavum	CN180	3	102	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	5	0	0	0	8	2	2	1	0	20	1	0	
Late Aalenian	Concavum	CN190	3	79	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	5	1	4	2	5	35	3	10	
Late Aalenian	Concavum	CN200	0	34	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	5	0	0	0	2	0	2	1	1	20	0	1	
Late Aalenian	Concavum	CN210	1	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3	0	
Late Aalenian	Concavum	CN220	1	94	0	0	10	0	0	1	0	0	0	0	2	0	6	3	4	0	0	0	13	6	8	1	2	23	3	2	
Late Aalenian	Concavum	CN230	3	11	0	0	4	0	0	2	0	0	1	0	0	0	4	3	3	2	0	0	3	3	0	5	0	18	0	0	
Late Aalenian	Concavum	CN240	4	57	0	0	8	0	0	1	0	1	0	0	0	0	9	3	5	0	0	0	3	3	9	5	0	34	3	4	
Late Aalenian	Concavum	CN250	5	78	0	0	5	0	0	0	0	3	0	0	1	0	6	0	1	1	0	0	12	2	4	0	0	29	2	0	
Early Bajocian	Discites	CN260	4	77	0	0	16	0	0	2	0	0	0	0	0	0	25	0	11	0	0	0	7	2	4	0	2	21	3	3	
Early Bajocian	Discites	CN270	6	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	3	0	0	0	3	1	0	1	0	13	0	3	
Early Bajocian	Discites	CN280	3	81	0	0	23	0	0	4	0	1	1	0	1	0	15	0	3	0	0	0	6	4	5	1	0	24	1	3	
Early Bajocian	Discites	CN300	3	5	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	
Early Bajocian	Discites	CN310	1	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	7	0	0	
Early Bajocian	Discites	CN340	7	64	0	0	20	0	0	5	0	1	6	0	0	0	59	3	8	5	0	1	4	3	7	3	0	27	0	2	
Early Bajocian	Discites	CN360	5	44	0	0	11	0	0	2	0	2	10	2	0	1	8	4	13	10	0	0	5	19	5	4	2	26	3	7	
Early Bajocian	Discites	CN380	5	73	0	0	39	0	0	3	0	8	3	0	0	0	53	6	11	1	0	1	2	3	1	17	0	12	0	6	
Early Bajocian	Discites	CN400	1	30	0	0	21	0	0	7	0	3	2	0	6	0	38	19	6	1	0	0	8	7	10	1	4	19	0	0	
Early Bajocian	Laeviuscula	CN420	11	71	0	0	69	0	0	2	0	9	6	0	6	0	25	16	1	4	0	0	0	1	2	5	0	17	0	0	
Early Bajocian	Laeviuscula	CN440	0	35	0	0	44	0	0	3	0	15	2	0	0	0	43	14	10	10	0	0	3	39	2	6	0	17	1	3	
Early Bajocian	Laeviuscula	CN450	8	17	0	0	15	0	0	4	0	8	2	0	18	0	24	3	0	0	0	0	0	5	0	3	0	12	0	0	
Early Bajocian	Laeviuscula	CN470	13	36	0	1	33	0	0	10	0	15	20	2	12	0	33	13	3	4	0	0	6	12	4	3	0	15	0	2	
Early Bajocian	Laeviuscula	CN480	5	8	0	0	7	0	0	3	0	3	1	0	7	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Early Bajocian	Laeviuscula	CN500	6	28	0	0	57	0	0	9	0	8	21	18	0	38	1	28	15	9	3	0	1	7	0	2	0	10	0	0	0
Early Bajocian	Laeviuscula	CN520	14	3	0	0	4	0	0	1	0	2	5	3	23	3	4	4	0	1	0	0	0	1	0	9	0	10	0	0	0

Stage	Ammonite zone	Sample	Schizosphere	Unknown	Placolith unknown	Muroliithe unknown	Watznaueria unknown	W. britannica unknown	Morpho A	Morpho B	Morpho C	Morpho D	Morpho E	Morpho F	W. brit. manivitae	W. aff. manivitae	W. manivitae	W. contracta	W. aff. contracta	W. colacicchii	W. aff. colacicchii	W. communis	W. fossacincta	D. criotus	D. stratus	D. ignotus	C. margarelli	L. umbriensis	L. velatus	L. sigillatus	L. crucicentralis		
Early Bajocian	Laeviuscula	CN530	9	7	0	0	8	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	
Early Bajocian		CN550	14	34	0	0	15	0	0	5	0	9	19	0	0	48	0	12	4	0	3	1	0	5	39	4	0	2	18	0	0	0	
Early Bajocian		CN570	22	101	0	0	23	0	0	0	0	0	2	9	8	0	8	3	9	7	3	8	0	0	8	13	1	0	0	21	0	0	
Early Bajocian		CN580	3	37	2	0	12	0	0	7	0	4	12	6	1	22	1	4	16	14	6	8	0	2	4	6	3	9	0	17	2	0	
Early Bajocian		Sauzei	CN600	20	92	0	0	49	0	0	0	0	2	29	5	0	10	1	6	14	5	1	0	0	0	0	2	15	0	20	0	0	0
Early Bajocian		Sauzei	CN610	2	27	0	0	35	0	1	11	0	19	33	17	0	48	0	10	6	4	5	0	0	2	32	1	3	0	7	1	0	0
Early Bajocian		Sauzei	CN630	8	20	0	0	13	0	0	0	0	1	7	2	0	40	0	3	0	0	0	0	0	0	11	2	8	0	8	0	0	0
Early Bajocian		Sauzei	CN650	5	25	0	1	12	0	0	4	0	8	20	2	0	40	2	6	5	0	3	0	0	1	85	2	1	0	11	0	0	0
Early Bajocian		Sauzei	CN670	8	30	0	0	0	30	1	6	0	3	14	13	0	18	0	8	7	6	0	0	0	5	87	2	0	0	11	0	3	0
Early Bajocian		Sauzei	CN680	20	43	0	0	29	0	0	9	0	6	32	10	0	35	0	10	5	2	0	0	0	2	51	1	3	0	11	0	0	0
Early Bajocian	Sauzei	CN700	12	95	0	0	59	0	0	0	0	3	16	3	0	23	0	8	4	0	0	0	0	1	9	3	10	0	15	0	0	0	
Early Bajocian	Sauzei	CN720	12	36	0	0	27	0	0	3	0	2	13	6	0	23	0	16	8	8	2	0	0	9	51	4	8	0	17	0	1	0	
Early Bajocian	Sauzei	CN740	7	21	0	0	31	0	0	16	0	6	22	9	0	83	0	11	4	1	4	1	4	2	23	3	7	0	14	0	0	0	
Early Bajocian	Sauzei	CN750	23	17	0	0	13	0	0	7	0	2	7	7	0	23	0	9	3	4	1	0	0	1	4	0	6	0	6	2	1	0	
Early Bajocian	Sauzei	CN1640	4	53	0	0	28	0	0	16	0	15	32	12	0	47	0	7	4	2	3	0	2	2	16	7	7	0	8	0	0	0	
Early Bajocian	Sauzei	CN1660	5	6	0	0	7	0	0	3	0	0	3	2	0	10	0	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
Early Bajocian	Sauzei	CN1680	8	21	0	0	30	0	3	13	0	8	28	35	0	23	2	39	6	4	3	1	0	3	6	0	6	0	13	0	0	0	
Early Bajocian	Sauzei	CN1700	8	17	0	0	33	0	4	30	1	8	38	34	0	55	2	17	5	3	0	0	1	1	23	3	0	1	8	0	0	0	
Early Bajocian	Sauzei	CN1710	1	46	0	0	19	0	1	8	0	17	20	18	0	53	1	2	2	0	1	0	0	1	33	7	14	0	11	1	0	0	
Early Bajocian	Humphriesianum	CN1730	10	25	1	0	42	0	4	10	0	17	23	21	0	28	0	24	2	2	0	0	0	1	12	47	0	0	2	6	0	0	
Early Bajocian	Humphriesianum	CN1750	3	35	0	0	11	0	0	6	0	9	11	1	0	26	2	5	6	4	0	0	0	0	8	8	0	7	0	19	0	0	
Early Bajocian	Humphriesianum	CN1770	6	23	0	1	34	9	1	11	0	6	53	37	0	36	3	15	8	2	0	0	5	1	14	2	0	0	6	0	0	0	
Early Bajocian	Humphriesianum	CN1790	1	9	0	0	8	0	0	7	0	3	13	10	0	17	2	2	2	1	0	0	0	1	11	0	2	0	7	0	0	0	
Early Bajocian	Humphriesianum	CN1820	1	34	0	0	17	0	0	10	1	8	15	18	0	42	2	16	2	5	1	0	0	9	8	3	7	4	26	6	1	1	

Sample	Ammonite zone	Stage	Coccolith	Nannofossil	P. grassei	R. incompta	P. escaigii	A. harrisonii	Calyculus spp.	Z. erectus	C. superbus	C. magharensis	A. atavus	S. gigantum	S. avitum	S. cruciulus	B. finchii	B. novum	B. dorsetensis	B. dubium	B. grande	B. intermedium	B. depravatium	C. crassus	T. patulus	E. gallicus	T. sullivanni	L. hauffi	L. frodoi	L. barozii		
CN160	Concavum	Aalénien supérieur	301	301	0	0	0	0	0	0	13	5	0	0	0	61	1	8	1	27	0	2	20	1	0	0	0	0	0	4		
CN170	Concavum	Aalénien supérieur	302	302	0	0	0	0	0	0	24	9	0	0	4	70	10	8	2	14	0	0	15	4	3	0	1	0	3	7		
CN180	Concavum	Aalénien supérieur	297	300	0	0	0	0	0	0	22	3	0	0	0	49	3	10	1	14	0	0	20	3	0	0	0	0	4	4		
CN190	Concavum	Aalénien supérieur	297	300	0	0	0	0	0	0	14	9	0	0	3	38	11	11	3	23	0	2	8	1	4	0	0	0	9	9		
CN200	Concavum	Aalénien supérieur	140	140	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	1	21	3	9	2	9	0	7	7	0	2	0	1	0	2	2		
CN210	Concavum	Aalénien supérieur	35	36	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CN220	Concavum	Aalénien supérieur	302	303	0	0	0	0	3	0	29	2	0	0	0	40	1	10	4	13	0	2	9	2	5	0	2	0	1	1		
CN230	Concavum	Aalénien supérieur	115	118	0	0	0	0	0	0	7	2	0	0	0	17	2	0	0	10	0	3	3	0	2	0	0	0	2	4		
CN240	Concavum	Aalénien supérieur	298	302	0	0	0	0	1	0	23	6	0	0	5	56	12	6	37	0	0	1	2	2	3	0	0	0	1	1		
CN250	Concavum	Aalénien supérieur	305	310	0	0	0	0	1	0	9	7	0	0	0	53	20	9	28	0	0	17	3	4	4	0	0	3	5	5		
CN260	Discites	Bajocien inférieur	298	302	0	0	0	0	2	0	10	3	0	0	1	58	5	4	17	0	0	11	6	6	0	0	1	0	3	3		
CN270	Discites	Bajocien inférieur	129	135	0	0	0	0	1	0	15	0	0	0	1	21	3	8	8	0	0	0	2	1	0	0	2	0	1	1		
CN280	Discites	Bajocien inférieur	302	305	0	0	0	0	2	0	17	3	0	0	0	44	8	4	18	4	0	13	6	3	6	2	0	0	4	4		
CN300	Discites	Bajocien inférieur	37	40	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	2	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CN310	Discites	Bajocien inférieur	30	31	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	2	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1		
CN340	Discites	Bajocien inférieur	303	310	0	0	0	0	1	0	6	3	0	0	0	49	4	1	10	2	0	4	2	1	2	0	0	0	2	2	2	
CN360	Discites	Bajocien inférieur	305	310	5	0	1	0	0	8	14	4	0	0	2	31	11	6	20	6	1	10	2	5	1	1	0	0	0	0	0	
CN380	Discites	Bajocien inférieur	314	319	0	0	0	0	0	0	5	4	0	0	4	34	6	0	8	0	0	7	4	0	0	1	0	0	2	2	2	
CN400	Discites	Bajocien inférieur	300	301	0	0	0	2	1	4	15	1	0	0	3	17	24	1	29	1	0	12	3	1	1	0	3	0	1	0	0	
CN420	Laeviuscula	Bajocien inférieur	290	301	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	32	0	0	7	0	0	3	5	1	1	0	0	1	1	1	1	
CN440	Laeviuscula	Bajocien inférieur	313	313	0	0	0	0	1	1	10	8	0	1	0	18	5	2	2	1	1	4	0	2	5	0	0	0	0	0	0	
CN450	Laeviuscula	Bajocien inférieur	132	140	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	9	1	1	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	
CN470	Laeviuscula	Bajocien inférieur	300	313	1	0	0	1	1	1	9	3	0	0	0	12	9	2	7	1	2	8	2	1	1	0	0	0	2	2	2	
CN480	Laeviuscula	Bajocien inférieur	46	51	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
CN500	Laeviuscula	Bajocien inférieur	297	303	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	22	5	0	7	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CN520	Laeviuscula	Bajocien inférieur	81	95	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Sample	Ammonite zone	Stage	Coccolith	Nannofossil	P. grassei	R. incompta	P. escaigii	A. harrisonii	Calculus spp.	Z. erectus	C. superbus	C. magharensis	A. atavus	S. gigantum	S. avitum	S. cruciatus	B. finchii	B. novum	B. dorsetensis	B. dubium	B. grande	B. intermedium	B. depravatum	C. crassus	T. patulus	E. gallicus	B. prinsii	T. sullivanni	L. haufti	L. frodoi	L. barozii
CN530	Laeviuscula	Bajocien inférieur	36	45	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CN550	Laeviuscula	Bajocien inférieur	287	301	2	0	0	3	1	13	6	0	0	0	16	6	5	1	7	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	1
CN570	Laeviuscula	Bajocien inférieur	286	308	0	0	0	1	0	5	3	0	1	0	42	0	0	0	3	0	0	4	0	2	1	0	0	0	0	0	0
CN580	Laeviuscula	Bajocien inférieur	303	306	5	1	1	1	2	7	4	0	0	0	34	8	0	3	13	0	0	15	3	2	0	0	0	0	1	1	1
CN600	Sauzei	Bajocien inférieur	281	301	0	0	0	0	0	7	1	0	0	0	13	0	0	0	1	0	0	4	2	0	1	0	0	0	0	0	1
CN610	Sauzei	Bajocien inférieur	308	310	4	0	0	0	0	4	1	0	0	0	14	1	1	0	4	0	3	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0
CN630	Sauzei	Bajocien inférieur	133	141	0	0	0	0	0	6	3	0	0	0	5	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
CN650	Sauzei	Bajocien inférieur	295	300	0	0	0	0	0	12	3	0	0	0	28	3	5	28	5	0	0	3	0	4	2	0	0	2	1	1	1
CN670	Sauzei	Bajocien inférieur	312	320	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	20	4	2	4	9	3	2	14	1	1	0	0	2	0	2	2	2
CN680	Sauzei	Bajocien inférieur	280	300	0	0	0	1	0	4	1	0	0	0	14	0	2	14	3	1	1	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0
CN700	Sauzei	Bajocien inférieur	293	305	0	0	0	2	0	9	0	2	0	0	22	0	0	2	3	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
CN720	Sauzei	Bajocien inférieur	291	303	4	0	0	0	0	5	4	0	0	0	9	7	7	9	18	2	0	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0
CN740	Sauzei	Bajocien inférieur	299	306	0	0	0	0	1	6	6	0	0	0	9	0	6	9	5	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0
CN750	Sauzei	Bajocien inférieur	130	153	0	0	0	1	0	5	0	0	0	0	9	0	1	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CN1640	Sauzei	Bajocien inférieur	316	320	1	0	0	0	0	8	0	10	0	0	9	2	11	9	6	0	2	4	0	2	0	1	0	0	0	1	1
CN1660	Sauzei	Bajocien inférieur	43	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CN1680	Sauzei	Bajocien inférieur	294	302	1	0	0	0	0	12	3	0	0	0	9	3	3	9	9	0	0	3	0	1	0	2	0	0	0	0	0
CN1700	Sauzei	Bajocien inférieur	307	315	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	7	1	1	7	1	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
CN1710	Sauzei	Bajocien inférieur	302	303	2	0	0	0	1	7	2	0	0	0	15	0	5	15	1	8	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0
CN1730	Humphriesianum	Bajocien inférieur	293	303	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	6	0	1	0	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
CN1750	Humphriesianum	Bajocien inférieur	304	307	3	0	1	2	1	23	5	1	0	3	6	3	19	6	63	2	0	5	0	2	0	2	0	2	0	1	1
CN1770	Humphriesianum	Bajocien inférieur	293	299	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	12	0	0	0	7	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CN1790	Humphriesianum	Bajocien inférieur	117	118	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	5	2	4	2	3	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
CN1820	Humphriesianum	Bajocien inférieur	320	321	0	0	2	0	0	4	8	0	0	1	4	7	5	7	41	3	0	1	1	1	1	0	0	0	0	3	3

Chapitre 6 :

La production carbonatée au Bajocien inférieur

Chapitre 6.1. :
Les plates-formes carbonatées de la Téthys occidentale au
Bajocien inférieur

Le carbonate de calcium est un des constituants majeurs des dépôts sédimentaires marins. Etant donné sa nature chimique, la sédimentation de carbonate de calcium, quelle que soit sa forme minéralogique (calcite, aragonite), est donc un puits de carbone jouant un rôle important dans le cycle du carbone des couches superficielles de la Terre. Il existe plusieurs façons de produire du carbonate de calcium, que ce soit de façon purement chimique (sur-saturation excessive en ion carbonate HCO_3^- et Ca^{2+}), induit par l'activité biologique (sur-saturation provoquée par l'activité organique) ou encore produit par des organismes sous la forme de squelette calcitique (Schlager, 2005). Avec l'émergence des organismes à squelette carbonaté au début du Phanérozoïque, de nouveaux acteurs entrent en jeu dans le système de production carbonatée. Dans les océans modernes, la très grande majorité du carbonate de calcium est produit par les tests calcaires d'organismes pélagiques comme les coccolithophoridés et les foraminifères planctoniques, les productions dans les domaines peu profonds de plate-forme étant très limitées à l'échelle globale. Cependant, au cours du Jurassique, les zones de production de carbonate étaient essentiellement peu profondes, les plates-formes carbonatées étant alors très développées. Ce chapitre synthétise les observations issues de la littérature sur l'évolution de la production carbonatée au niveau des plates-formes ainsi que l'origine du carbonate (type de producteurs). Cette synthèse permet d'aborder la question sur la contribution du carbonate de plate-forme dans les sédiments calcaires déposés dans les zones les plus profondes des bassins. La production carbonatée issue des organismes pélagiques est traitée dans le chapitre suivant.

La production carbonatée de plate-forme au Bajocien inférieur dans la Téthys occidentale est dominée par des calcaires souvent bioclastiques notamment dans le bassin de Paris (Brigaud et al., 2009) et dans le domaine Ibérique (Aurell et al., 2003). Une grande partie des débris calcaires a été produite par des crinoïdes et des bivalves, organismes qui filtrent l'eau pour se nourrir, indiquant une richesse relativement importante en matière organique particulière dans les eaux marines peu profondes. Une période de réchauffement climatique, comme proposé pour le Bajocien inférieur, et une forte $p\text{CO}_2$, estimée à partir de la densité de stomates des feuilles dans les dépôts du Yorkshire (Hesselbo et al., 2003), seraient à l'origine d'une diminution de la saturation en carbonate de calcium des eaux marines et des conditions défavorables à une production chimique bio-induite (production d'ooïdes par exemple ; Brigaud et al., 2009) ; l'essentiel du calcaire étant alors d'origine bioclastique. Cependant, cette interprétation sur la l'augmentation de la $p\text{CO}_2$ est en contradiction avec les résultats des analyses des isotopes du bore de la calcite faites sur les dépôts de la coupe de Terminilletto dans le bassin de l'Ombrie-Marche en Italie qui

indiqueraient plutôt une augmentation de pH causée par une diminution de la $p\text{CO}_2$ au Bajocien inférieur (Paris et al., 2010).

Dans le bassin de l'Ombrie-Marche, le Bajocien inférieur correspond à un intervalle de temps durant lequel il y a une forte augmentation de la production siliceuse avec le dépôt de boues à radiolaires ; cette augmentation se fait notamment au moment de l'excursion positive du $\delta^{13}\text{C}$. La diminution relative de la teneur en carbonate de calcium dans le bassin de l'Ombrie-Marche et l'accumulation accrue de boues à radiolaires est attribuée à une réduction des apports provenant des plates-formes Latium-Abruzzes et Monte Nerone, plates-formes dont la production serait plus réduite (Bartolini et Cecca, 1999). La chute de la production carbonatée, qui était principalement représentée par des calcaires bioclastiques à crinoïdes et à bivalves, serait liée à l'augmentation de la $p\text{CO}_2$ ayant induit un réchauffement climatique, un lessivage plus important des continents conduisant à une eutrophisation des océans (Bartolini et al., 1996). Bartolini et Cecca (1999) considèrent que l'augmentation de la $p\text{CO}_2$ a eu un effet néfaste sur les producteurs de carbonates bioclastiques (crinoïdes et bivalves) entraînant une « crise de la production carbonatée » à la fin du Bajocien inférieur sur la plate-forme isolée de Monte Nerone et la grande plate-forme des Latium-Abruzzes. Cette « crise de la production carbonatée » proposée pour l'intervalle Bajocien inférieur pourrait avoir un caractère global notamment parce que l'augmentation de la production siliceuse en lien avec l'eutrophisation se vérifie dans plusieurs bassins dans le monde et principalement dans la Téthys (Sub-Bétique en Espagne, en Oman, Chrafate au Maroc, Lagonegro en Italie, Pindos en Grèce, Austroalpin en Autriche, Marin Headlands dans le Pacifique ; Baumgartner, 1987).

Le bassin du Sud-Est de la France dans lequel se situe Chaudon-Norante était bordé, au Jurassique, par la plate-forme Provençale au Sud et la plate-forme Jurassienne au Nord. La plate-forme carbonatée provençale a fonctionné au Sinémurien et disparaît au cours du Bajocien inférieur. Dès le milieu de l'Aalénien, une chute de la production carbonatée est observée avec la mise en place de *mud-mounds* à spongiaires siliceux associés à une Zone d'upwelling (Leonide, 2007). Puis un ennoïement en lien avec un affaissement tectonique provoqué par l'ouverture de l'Océan Liguro-Piémontais, est observé au début du Bajocien inférieur (fin de la Zone à Discites). Léonide (2007) propose la mise en place de conditions anoxiques concomitantes de l'ennoïement, en lien avec l'eutrophisation des océans et l'excursion positive du $\delta^{13}\text{C}$ du Bajocien inférieur à l'origine de la crise des carbonates. La production carbonatée est alors remplacée par une production principalement siliceuse en réponse à des variations de $p\text{CO}_2$ et à l'eutrophisation. La situation au niveau de la plate-forme jurassienne est différente. Au début du Bajocien inférieur (Zones à Discites et

Laeviuscula), la production carbonatée sur cette plate-forme est caractérisée par des calcarénites à crinoïdes et oolites. Dans les zones d'ammonites à Propinquans et Humphriesianum, de nombreux madréporaires vont s'installer et participer à une production mixte avec les calcarénites riches en crinoïdes (Thiry-Bastien, 2002). Contrairement à la plate-forme Provençale, aucune crise des carbonates n'est observée sur la plate-forme jurassienne, le Bajocien inférieur étant d'ailleurs considéré comme un intervalle de forte production carbonatée non seulement dans le Jura mais également dans la partie SE du Bassin de Paris (Dromart et al., 1996). Par ailleurs, les calcaires de la coupe de Chaudon-Norante sont principalement des wackestones à packstones avec quelques restes de *Bositra* et de rares foraminifères et spicules d'éponges (Pavia, 1983). Or, les variations des grands ensembles carbonatés dans la région de Digne se corrèlent très bien avec les phases de progradation de la plate-forme Jurassienne vers le bassin, qui sont en effet des phases régressives (Ferry and Mangold, 1995; Thiry-Bastien, 2002). Une partie importante du carbonate déposé dans le bassin est donc probablement d'origine allochtone provenant de la plate-forme Jurassienne. Les dépôts carbonatés dans le bassin étaient donc contrôlés directement par l'activité de la plate-forme Jurassienne et son export vers le bassin. Cette plate-forme a atteint son maximum de production pour l'ensemble du Bajocien dans l'intervalle correspondant à la Zone à Laeviscula-Zone à Humphriesianum (Thiry-Bastien, 2002). Le changement de producteurs observé sur la plate-forme jurassienne, avec la mise en place des madréporaires, est mis en relation avec des maximums d'immersion (Thiry-Bastien, 2002).

Concernant le Portugal nous n'avons que quelques données succinctes. En effet, à Cabo Mondego, mis à part les restes fossiles de bélemnites, ammonites, bivalves et brachiopodes qui peuvent être abondants dans certains horizons, les calcaires sont principalement composés de micrite ou d'un mélange micrite/sparite. La faible présence d'organismes benthiques et pélagiques par rapport au volume de carbonate composant la série sédimentaire semble suggérer une production carbonatée exportée, certainement depuis les plates-formes. Cependant, nous n'avons pour le moment aucun argument sédimentologique pour confirmer cette hypothèse. Il semblerait que la période Aalénien-Bajocien corresponde à un intervalle de progradation de la plate-forme portugaise (orientée N-S et située à l'Est du bassin) dans un contexte régressif qui a débuté au milieu de l'Aalénien (Azerêdo, 1998). La progradation serait possiblement accompagnée d'une augmentation de l'export de carbonate vers le bassin.

La production carbonatée sur les plates-formes dans la période Aalénien-Bajocien semble largement varier entre les différents bassins de la Téthys. Dans la partie sud de la

Téthys occidentale, une crise de la production carbonatée est observée avec un remplacement des carbonates par des dépôts siliceux (Bartolini et al., 1996). Par contre, plus au Nord et plus à l'Ouest, c'est une augmentation de la production carbonatée qui est observée dans les domaines néritiques, principalement dominée par les débris d'organismes. La forte occurrence de crinoïdes, organismes suspensivores, sur plusieurs plates-formes carbonatées serait alors en relation avec l'augmentation de la fertilité océanique interprétée sur la base de l'excursion positive du $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ (Bartolini et al., 1996). Tous ces événements ont été mis en relation avec une augmentation de la température liée à une $p\text{CO}_2$ plus élevée à la limite Aalénien-Bajocien. Une cause identique provoquerait donc des effets variables dans les différents bassins de la Téthys, mettant en exergue les difficultés de bien comprendre le rôle du climat et des conditions environnementales sur la production carbonatée néritique. Les interprétations sont rendues difficiles en raison de données, notamment géochimiques et paléontologiques, encore trop discontinues pour un intervalle de temps d'environ 3 Ma. Cependant, dans les deux bassins étudiés ici pour la production carbonatée pélagique, une partie significative des carbonates déposés n'est pas d'origine planctonique et semble bien avoir une origine allochtone (export depuis la plate-forme). Pour conclure, la crise de la production carbonatée à la limite Aalénien-Bajocien n'est pas un événement global et l'impact de l'ouverture de l'océan Liguro-Piémontais sur la crise de la production carbonatée enregistrée en Italie et sur la plate-forme Provençale n'est probablement pas à négliger (Muttoni et al., 2005).

Références

- Aurell, M., Robles, S., Badenas, B., Rosales, I., Quesada, S., Meléndez, G., Garcia-Ramos, J.C., 2003. Transgressive-regressive cycles and Jurassic palaeogeography of the northeast Iberia. *Sedimentary Geology* 162, 239-271.
- Azerêdo, A., 1998. Geometry and facies dynamics of Middle Jurassic carbonate ramp sandbodies, West-Central Portugal. In: Wright, V.P., Burchette, T.P. (Ed.). *Carbonate Ramps*. Geological Society, London, Special Publications, 281-314.
- Bartolini, A., Baumgartner, P.O., Hunziker, J.C., 1996. Middle and Late Jurassic carbon stable-isotope stratigraphy and radiolarite sedimentation of the Umbria-Marche Basin (Central Italy). *Eclogae Geologicae Helvetiae* 89, 811-844.
- Bartolini, A., Cecca, F., 1999. 20 My hiatus in the Jurassic of Umbria-Marche Apennines (Italy): Carbonate crisis due to eutrophication. *Comptes Rendus Académies des Sciences* 329, 587-595.

- Baumgartner, P.O., 1987. Age and genesis of Tethyan Jurassic radiolarites. *Eclogae Geologicae Helvetiae* 80, 831-879.
- Brigaud, B., Durllet, C., Deconinck, J.-F., Vincent, B., Pucat, 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* 222(3-4), 181-206.
- Dromart, G., Allemand, P., Garcia, J.-P., Robin, C., 1996. Variation cyclique de la production carbonate au Jurassique le long d'un transect Bourgogne-Ardche, Est-France. *Bulletin de la Socit Gologique de France* 167(3), 423-433.
- Ferry, S., Mangold, C., 1995. Facis de dpt et stratigraphie squentielle des calcaires bajociens du Jura mridional. *Documents des laboratoires de gologie de Lyon* 133, 1-96.
- Hesselbo, S.P., Morgans-Bell, H.S., McElwain, J.C., Rees, P.M., Robinson, S.A., Ross, C.E., 2003. Carbon-cycle perturbation in the middle Jurassic and accompanying changes in the terrestrial paleoenvironment. *The Journal of Geology* 111, 259-276.
- Leonide, P., 2007. Rponse des plates-formes carbonates aux changements paloocanographiques, paloclimatiques et tectoniques. Le bassin sud-provinal au Jurassique infrieur moyen, Universit de Provence. 317 pp.
- Muttoni, G., Erba, E., Kent, D.V., Bachtadse, V., 2005. Mesozoic Alpine facies deposition as a result of past latitudinal plate motion. *Nature* 434, 59-63.
- Paris, G., Bartolini, A., Donnadiu, Y., Beaumont, V., Gaillardet, J., 2010. Investigating boron isotopes in a middle Jurassic micritic sequence: Primary vs. diagenetic signal. *Chemical Geology* 275(3-4), 117-126.
- Pavia, G., 1983. Ammoniti e biostratigrafia del Baiociano inferiore di Digne (Francia SE, Dip. Alpes-Haute-Provence). *Monografie Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino*. 254 pp.
- Schlager, W., 2005. Carbonate Sedimentology and Sequence Stratigraphy. Concepts in Sedimentology and Paleontology, 8. Society for Sedimentary Geology (SEPM), Tulsa. 200 pp.
- Thiry-Bastien, P., 2002. Stratigraphie squentielle des calcaires bajociens de l'Est de la France (Jura-Bassin de Paris), Universit Claude Bernard Lyon1, Villeurbanne. 407 pp.

Chapitre 6.2. : Impact of the Middle Jurassic diversification of *Watznaueria* (coccolith-bearing algae) on the carbon cycle and $\delta^{13}\text{C}$ of bulk marine carbonates

Baptiste Suchéras-Marx, Abel Guihou, Fabienne Giraud, Christophe Lécuyer, Pascal Allemand, Bernard Pittet and Emanuela Mattioli

Under revision at Global and Planetary Change

Keywords: Jurassic; ocean; carbon cycle; calcareous nannofossils; carbonate

Abstract

During the Mid Mesozoic Revolution, thought to have started 200 Ma ago (Late Triassic), the production of calcium carbonate in the ocean shifted from platform and epicontinental seas to the open ocean, concurrently with the diversification of coccolithophorids. In this regard, the radiation of the coccolith genus *Watznaueria* during the Middle Jurassic is thought to represent one of the most important steps of this diversification. Nevertheless, the timing of this diversification remains poorly constrained, and its possible impact on global carbon budgets remains unclear. In this study, we present new records of nannofossil fluxes and carbon stable isotope composition from sedimentary deposits of Lower Bajocian age from the Cabo Mondego (Portugal) reference section to further address the possible impact of this diversification on the Middle Jurassic global carbon cycle. Our results show that calcareous nannofossil fluxes increase markedly from the upper part of the Aalenian to the Early Bajocian, coinciding with a 0.75 ‰ positive shift in carbon isotope compositions of bulk carbonate. Reconstructions of mass accumulation rates indicate that nannofossil fluxes increased by two orders of magnitude (from 10^9 to 10^{11} nannofossils/m²/yr) during the corresponding time interval, mainly related to the rise of *Watznaueria* genus, whose relative abundance jumped from 2 % to 20 % of the total rock composition. The calculated amount of carbon derived from calcareous nannofossils deposited in the Early Bajocian seas was, however, 10 to 20 times lower than current levels. Mass balance calculations indicate that the increase of nannofossil flux throughout the studied interval was most likely not the main cause of the accompanying isotopic perturbation, suggesting a limited role of the Early Bajocian diversification on the global carbon cycle. Our results show that while the

diversification of *Watznaueria* throughout the Bajocian caused a major increase in the flux of pelagic carbonate to the deep ocean, it was most likely quantitatively insufficient to have a large impact on the global biogeochemistry of the oceans.

1. Introduction

Pelagic carbonate production is the main output of the carbon cycle from the ocean to the Earth's crust (Sundquist et al., 2003) and has a significant impact on climate (e.g., Westbroek et al., 1993; Rost and Riebesell, 2004 and citations within). At present, calcium carbonate (CaCO_3) in the open ocean is mainly produced by coccolithophores and planktonic foraminifera. Consequently, the $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ values of deep-sea carbonates should reflect the composition of the communities of calcareous nannofossils and foraminifers (Bralower, 2002; Stoll and Ziveri, 2004).

The calcareous nannofossils are composed of coccolithophores and other micrometric calcifying *incertae sedis* (e.g., *Schizosphaerella*, *Nannoconus*,...). Coccolithophores, a type of golden-brown algae producing small carbonate platelets called coccoliths, appeared during the Late Triassic, 225 Ma ago (Bown, 2005) and dominated pelagic carbonate production until the rise of planktonic foraminifers at the end of the Early Cretaceous (~100 Ma) (Norris, 1991; Hay, 2004). Various studies have pointed out the key role of calcareous nannofossils upon the Jurassic carbon cycle (e.g., Bornemann et al., 2003; Hay, 2004; Erba, 2006; Goddris et al., 2008; Mattioli et al., 2008; Mattioli et al., 2009). However, calcareous nannofossils may have been strictly restricted to shelves and shallow marine environments until the Late Jurassic and their abundance was too low to play the key role they are now playing in the modern global carbon cycle (Hay, 2004; Rost and Riebesell, 2004). The shift in carbonate production from shelves to open oceans by pelagic producers, termed the “Mid Mesozoic Revolution” (Ridgwell, 2005), is considered to be a tremendous event in ocean chemistry history, but its precise timing and impact on global carbon budgets remains unclear.

In this context, the Early Bajocian (Middle Jurassic, ~170 Ma) constitutes a key time interval of the “Mid Mesozoic Revolution” in that it witnessed the diversification of the important coccolith genus *Watznaueria* (Mattioli and Erba, 1999; Erba, 2006; Tiraboschi and Erba, 2010). Indeed, this genus dominated the coccolith community for over 80 Myr, and its initial diversification could have therefore triggered the dominance of coccolithophores over the oceanic carbonate production. Interestingly, the diversification of *Watznaueria* appears to have been time coincident with a major carbon cycle perturbation, as suggested by the marked positive carbon isotope excursion recorded by oceanic carbonates in several European Lower Bajocian marine successions (Corbin, 1994; Bartolini et al., 1996; Bartolini et al., 1999; Hesselbo et al., 2003; O'Dogherty et al., 2006). Nevertheless, the cause of this excursion remains unclear. It might be linked to an increase in oceanic primary productivity.

Furthermore, the change in calcareous nannofossil diversity and abundance are poorly quantified during this interval, hence precluding the reconstruction of potential cause-effect relationships between these events.

In this study, we present new measurements of bulk carbonate carbon isotope composition ($\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$) and calcareous nannofossil absolute abundance from the Aalenian-Bajocian reference section at Cabo Mondego, Portugal, in order to address the potential links between diversification of calcareous nannofossil assemblages and carbon cycle dynamics during the Mid Jurassic. Using these records, we quantitatively investigate: 1) the contribution of nannofossil carbonate to the global oceanic carbon cycle, and 2) whether the diversification of *Watznaueria* by changing the bulk carbonate composition may have driven the Early Bajocian positive carbon isotope excursion.

2. Geological setting

The Cabo Mondego section is located in the Lusitanian basin, on the western Atlantic coast of Portugal near Figueira da Foz (Fig. 1). The succession is represented by marine deposits of Late Toarcian to Kimmeridgian age (Ruget-Perrot, 1961). Cabo Mondego is the Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the Aalenian/Bajocian boundary (Pavia and Enay, 1997) as well as the Auxiliary Stratotype Section and Point (ASSP) for the Bajocian/Bathonian boundary (Fernandez-Lopez et al., 2009). Numerous ammonites, as well as other macro- or micro-paleontological remains such as belemnites, brachiopods, bivalves, ostracods, foraminifers, coccoliths, plant debris, and zoophycos trace fossils have been collected throughout the succession, allowing for the establishment of a precise biostratigraphical framework (Henriques et al., 1994).

The studied part of the Cabo Mondego section (Fig. 2) extends from the latest Aalenian (Concavum ammonite Zone) to the end of the Early Bajocian (base of the Humphriesianum ammonite Zone). The Early Bajocian is divided into four ammonite zones; Discites, Laeviuscula, Propinquans (equivalent of the Sauzei Zone of other regions), and Humphriesianum. The sedimentary succession consists of alternating marlstone and limestone (Fig. 2) and the carbonate fraction is exclusively micritic or microsparitic calcite (Henriques et al., 1994). The sediments corresponding to the Concavum (~5.5 meters thick) and Discites (~7.2 meters thick) zones are characterized by irregular nodular beds but fairly regular alternations of ~20 cm argillaceous limestone and marlstone beds. The interval corresponding to the base of the Laeviuscula (~36 m thick) Zone is limestone-dominated. At the base of the

Propinquans (~32 m thick) Zone, the argillaceous limestones beds become more regular and thicker in comparison to the base of the section through the Humphriesianum (~7 m) Zone. From the Propinquans Zone, the succession becomes limestone-dominated.

Fig.1: Paleogeographic distribution of oceans and lands during the Middle Jurassic (after Blakey, website, 2005). On the left, a global view with subduction zones and mid-ocean ridges; and on the right, focus on the western Tethys with the localisation of the Cabo Mondego section in the Lusitanian basin.

3. Material and methods

3.1. CaCO_3 quantification and bulk carbonate stable isotope measurements

Calcium carbonate (CaCO_3) content was measured on forty-one samples. Approximately 300 mg of powdered bulk sediment was dissolved using 1N HCl and the amount of CO_2 released from the sample was measured using a Dietrich-FrühlingTM calcimeter. Carbon isotope composition of bulk samples was measured using an auto sampler MultiprepTM coupled to a GV Isoprime[®] mass spectrometer. For each sample, an aliquot of 350 to 500 μg was reacted with anhydrous oversaturated phosphoric acid at 90°C for 20 minutes. Each sample has been duplicated two times. Isotopic compositions are quoted using delta notation in permil relative to VPDB. All sample measurements were duplicated and adjusted to the international reference NIST NBS19. Reproducibility is on average ~0.02 ‰ (2σ) for $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ values.

3.2. Nannofossil quantification and flux estimation

The forty-one samples selected for nannofossil analysis were from the same intervals as those analyzed for isotopes. Calcareous nannofossil abundance and pelagic carbonate production were calculated following the method developed by Mattioli and Pittet (2002). Samples were prepared following the random settling method for absolute abundance quantification described by Beaufort (1991) and modified by Geisen et al. (1999). Using a Zeiss Axioskop 40 optical microscope with a magnification x1000, at least 300 specimens per slide were counted. In seventeen slides, however, less than 300 specimens were counted, therefore counting was realized on at least one transverse corresponding to 150 fields of view. Three main nannofossil groups (*Schizosphaerella* spp., an *incertae sedis* frequently attributed to calcareous dinoflagellates (Bown, 1987), *Watznaueria* spp. and other coccoliths) were distinguished in order to separate the two main Jurassic pelagic producers, namely *Schizosphaerella* spp. and *Watznaueria* spp.. The fluxes were calculated using the sedimentation rate based on the duration of each ammonite zone according the chronostratigraphy in Gradstein et al. (2004). Due to the lack of data for both the sedimentation rate and dating of the Early Bajocian, we assumed that the sedimentation rate was constant throughout a given ammonite zone.

3.3. Carbon fluxes estimation at Cabo Mondego

In order to estimate the mass of inorganic carbon produced by nannofossils and preserved within the sediment, mass measurements of the three groups already defined (*Schizosphaerella* spp., *Watznaueria* spp. and other coccoliths) were performed following the methodology of Mattioli and Pittet (2002). Coccoliths are round to elliptical in shape and, the axis of maximum length is referred as the major axis, and its orthogonal as the minor axis. The lengths of both major and minor axes of coccoliths were measured, and for some species the lengths of major and minor axes of the central area were also measured. About two thousand five hundred measurements were performed on thirty-one nannofossil species. A carbon flux was calculated as follows:

$$\text{Eq.1 : } C_{\text{flux}} = (12/100) \times \text{Flux}_{\text{CaCO}_3}$$

$$\text{With } \text{Flux}_{\text{CaCO}_3} = \sum_{i=1}^n (\text{species}_i \text{ mass} \times \text{species}_i \text{ absolute abundance} \times \text{sedimentation rate} \times 2.7)$$

$\text{Flux}_{\text{CaCO}_3}$ in g/m²/yr is the flux of carbonate produced by calcareous nannofossils and preserved in the sediment, species mass is in grams and species absolute abundance

corresponds to the nannofossil/gram of rock. Sedimentation rates are in m/Ma, and 2.7 is the calcite density in g/cm³.

3.4. Carbon fluxes from nannofossils extrapolated at the world-scale

This model aims to quantify the mass of nannofossil calcite transferred to the oceanic sediments, which is the pelagic carbonate production minus the carbonate loss during dissolution in the water column. In fact, the carbonate dissolved in the water column remains in the oceanic reservoir, and only the carbon of the carbonate sediments (C_{Flux}) belongs to the lithospheric reservoir.

In order to estimate the possible contribution of nannofossil pelagic carbonate to the carbon cycle, we assume as a working hypothesis that biogenic carbonate sediments recovered from the Cabo Mondego reference section (GSSP) for the Aalenian/Bajocian boundary reflects global trends in oceanic sedimentation during the studied time interval. This section has been selected because 1) it is the international reference for the Aalenian-Bajocian interval, 2) no site in oceanic drilling project has reported continuous Bajocian calcareous deposits, and 3) the Lusitanian Basin was an open sea connected to the Tethys and proto-Atlantic oceans.

The total carbon flux is expressed as follows:

$$\text{Eq. 2 : } C_{\text{total}} = C_{\text{flux}} \times S$$

C_{total} in g C/yr is the total amount of carbon produced from calcareous nannofossils and preserved in the sediment, and S in m² is the surface of ocean floor covered by pelagic nannofossil carbonate sediments. Because S is unknown for the Aalenian-Early Bajocian, we tested three hypothetical S values. The first hypothesis takes into account a Middle Jurassic production of nannofossils restricted to the shallow seas of the continental shelf (Hay, 2004), which were located in between 60°N and 60°S. We selected this latitude range because sections from Siberia and Alaska located north of 60°N, and Canada and Scotland located slightly below 60°N during the Middle Jurassic do not contain limestone or marlstone deposits (Imlay, 1976; Morton, 1992; Hall et al., 2004; Basov et al., 2009). Following this hypothesis, S would correspond to ~6 % of the Earth's surface during this period (measured from Blakey's website, 2005). In the second hypothesis, nannofossil carbonate production was considered for both shallow seas and open-ocean. We have used the present-day estimates of S in this second hypothesis. Namely, we assume that the sedimentation was three times lower in the open-ocean than in the shelves, as it was demonstrated for modern oceans

(Baumann et al., 2004). Global S value corresponds to the present-day percentage of the seafloor shallower than the present-day Carbonate Compensation Depth (CCD). S reached 11 % of Earth's surface, shared between the shallow seas (6 %) and the open oceans (5 %). Depth of the CCD (Feely et al., 2004) was calculated using the GLODAP (Key et al., 2004) and CARINA (The CARINA group) databases coupled to ODV4 software (Schlitzer, 2010). No estimation of Middle Jurassic S has been done because of the lack of oceanic paleobathymetry map and reliable estimation of the CCD depth. The third hypothesis takes into account fluxes equivalent to those calculated at Cabo Mondego and applied to the global ocean. Thus, S corresponds to 70 % of the surface of the Earth (measured from Blakey's website, 2005).

3.5. Calculation of the $\delta^{13}C$ value of each nannofossil group

Mass carbonate production of each nannofossil groups (see sections 3.2. and 3.3.) was performed to estimate their contribution to the total carbonate content. The remaining unidentified carbonate, assumed to be carbonate fraction likely produced in shallow carbonate platforms then exported to the open-ocean (Mattioli and Pittet, 2002; Pittet and Mattioli, 2002), is attributed to a fourth group called unidentified carbonates. The mass of this group corresponds to the total carbonate mass minus the nannofossil mass calculations. From these mass balance calculations and from the bulk carbonate $\delta^{13}C$ values, we quantify the $\delta^{13}C$ of each group. We assume $\delta^{13}C$ of each group and seawater did not change through time as we want to explore the possibility that the observed bulk $\delta^{13}C$ variations only rely on the change in composition of bulk carbonate components. The bulk carbonate $\delta^{13}C$ can be calculated using the following mass balance equation:

$$\text{Eq.3 : } \delta^{13}C_{\text{carb}} = \sum_{i=1}^n M_i \times \delta^{13}C_i$$

M is the mass of component i and can also be expressed as the relative contribution of component i to the total amount of carbonate. $\delta^{13}C_i$ is the carbon isotope signature of the component i .

Assuming that $\delta^{13}C_i$ of each bulk carbonate components remained constant during the interval studied, Eq.3 gives rise to a linear system of N=41 equations (as many as the analyzed samples) with four unknowns values of $\delta^{13}C_i$, namely the three nannofossil groups and unidentified carbonates. This system of linear equations is therefore overdetermined and thus can be solved. This system of equations can be expressed in a matrix form:

Eq.4: $D = M \times d$

D is an $N \times 1$ dimensional vector that corresponds to all the measured $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ values. M is a $N \times 4$ matrix that represents the mass of each component i . d is a $4 \times N$ matrix that represents the $\delta^{13}\text{C}$ of each component i . Equation 4 can be solved for d :

Eq. 5: $d = (M^T \times M)^{-1} \times M^T \times D$

M^T is the transposed matrix of M . The resolution of this equation therefore provides least squares estimates (Sokal and Rohlf, 1995) of the $\delta^{13}\text{C}$ of each component i of the carbonate fraction.

Two scenarios are taken into account. In the first one, the complete dataset was used as input. Diagenetic alteration tends to decrease the bulk $\delta^{13}\text{C}$ (Allan and Matthews, 1982; Derry, 2010). In the second scenario, we have excluded from the entire dataset the lowest bulk $\delta^{13}\text{C}$ samples and we have randomly selected from this new dataset 24 samples. By using the mass balance equation, the $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ values are calculated and compared to the measured $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ values (Fig. 4).

4. Results

4.1. Calcium carbonate content and carbon isotope $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$

The percentage of CaCO_3 measured in the different samples varies between 52 % and 94 % (Fig. 2) with a mean value around 80 %. No stratigraphic trend is visible.

The $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ varies between 1.49 ‰ and 3.12 ‰ (Fig. 2). From the lowest part of the section up to the beginning of the Discites Zone (~5.6 m), the $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ fluctuates between 2.25 ‰ and 2.5 ‰, reflecting the lithological shift from marlstones to argillaceous limestones. The values increase from about 2.5 ‰ to 3 ‰ towards the top of the section. Eight samples have low $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ values (between 1.5 ‰ and 2.2 ‰) which may reflect the overprint of diagenesis in some parts of the section (Fig. 3A). Diagenesis often lowers the $\delta^{13}\text{C}$ values of carbonates due to either organic matter mineralization or fluid–rock interactions (Allan and Matthews, 1982; Derry, 2010). A $\delta^{13}\text{C}$ - $\delta^{18}\text{O}$ plot (Fig. 3B) shows no significant correlation ($r = 0.177$ with $p = 0.27$), which confirms that diagenesis has not affected all the samples.

Fig. 2: Data from the Cabo Mondego section from the latest Aalenian to the end of the Early Bajocian. This figure shows the amount of CaCO₃ (wt %), nannofossil flux (nanno/m²/yr), rock composition (wt %) separated in five component classes (*Watznaueria* spp., other coccoliths, *Schizosphaerella* spp., unidentified carbonates and siliciclastics, mostly clays) and the δ¹³C_{carb} curve. In the δ¹³C_{carb} curve, only full black circles corresponds to samples studied for nannofossil fluxes.

Fig. 3: A. Regression plot between CaCO_3 (wt %) and $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ with $r = 0.517$ ($p = 0.004$). B. Regression plot between $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ and $\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}$. No significant correlation is observed ($r = 0.177$ with $p = 0.27$). Full markers correspond to the selected dataset and open markers to the rest of the dataset.

4.2. Nannofossil absolute abundances and fluxes

There is an overall increase in nannofossil abundance and flux concomitant with an increase of $\delta^{13}\text{C}$ values upsection. The quantification of the absolute abundance of nannofossils varies between 9.4×10^6 nanno/g and 1.8×10^9 nanno/g over the interval studied (Fig. 2). In the Aalenian and the Discites Zone of the Early Bajocian, the absolute abundances vary between 2×10^7 nanno/g and 7×10^7 nanno/g, and they increase upsection. The short-term variations are linked to the calcium carbonate content with higher values in marlstones. Increasing absolute abundance continues until the middle of Laeviuscula Zone reaching values around 5×10^8 nanno/g. In the rest of the Early Bajocian, absolute abundances are higher than those of the Aalenian/Discites Zone and fluctuate between 2×10^8 nanno/g and 7×10^8 nanno/g. However, these fluctuations do not seem to be completely linked to the calcium carbonate content.

The reconstructed nannofossil fluxes vary between 4.3×10^8 nannofossil/m²/year and 3.7×10^{11} nanno/m²/yr over the interval studied (Fig. 2). At the end of the Aalenian, fluxes are around 10^9 nanno/m²/yr, and increase markedly within the Discites and Laeviuscula zones of the Bajocian up to values around 10^{11} nanno/m²/yr. Nannofossil fluxes remained rather constant around 10^{11} from the middle of the Laeviuscula Zone until the end of the Early Bajocian, but two samples (CM47 and CM53) show low fluxes similar to those recorded in Aalenian samples. Absolute abundances and fluxes are similar, thus the sedimentation rate variations do not explain the increase in nannofossil abundances.

4.3. Contribution of Nannofossils to the total carbonate content

We calculated the contribution of nannofossils to the rock composition (see Material and Methods section). The pelagic carbonate production is divided into three groups representing the main contributors, namely *Watznaueria* spp., *Schizosphaerella* spp. and other coccoliths. The rest of the sediment is assumed to be composed of unidentified carbonate sediment (carbonate fraction likely produced in shallow carbonate platforms, then exported to the open-ocean; Mattioli and Pittet, 2002; Pittet and Mattioli, 2002) and siliciclastics, mainly clays. Over the entire section, the main contributor to the rock composition is the unidentified carbonate fraction, with the exception of CM70, which is mainly composed of pelagic carbonate. Unidentified carbonate and siliciclastics account for at least 40 % and 10 % of the total rock composition, respectively. At the end of the Aalenian, the nannofossil contribution to the bulk rock is minor and mainly controlled by the abundance of *Schizosphaerella* spp. (Fig. 2). During the Early Bajocian, the nannofossil contribution is not negligible. In the Discites Zone, the contribution of *Schizosphaerella* spp. increases slightly and remains broadly constant up to the end of this Zone. In the middle of the Laeviuscula Zone, the contribution of *Watznaueria* spp. to the rock composition increases sharply and becomes as important as the contribution of *Schizosphaerella* spp. Other coccoliths are minor contributors throughout the whole section, except for a few samples (Fig. 2).

4.4. Estimations of nannofossil contribution to the global Mid-Jurassic carbon cycle

The results of the three hypotheses relative to the estimation of the surface S are presented in table 1. Hypotheses 1 and 2 provide similar estimations of carbon fluxes for the Aalenian ($\sim 2.3 \times 10^{12}$ g C/yr) and the Early Bajocian ($\sim 13 \times 10^{12}$ g C/yr). Hypothesis 3 generates fluxes ten times higher than in the case of the two previous hypotheses; indeed Aalenian and Early Bajocian fluxes equal $\sim 23 \times 10^{12}$ g C/yr and $\sim 130 \times 10^{12}$ g C/yr, respectively. It is noteworthy that calculations made for the Early Bajocian in the framework of the third hypothesis give results similar to present-day estimates.

References	Value (g C/yr)	lower error	higher error	Time interval
Hypothesis S1	2×10^{12}	1.5×10^{12}	3.7×10^{12}	Aalenian
Hypothesis S1	1.1×10^{13}	7.5×10^{12}	2.1×10^{13}	Early Bajocian
Hypothesis S2	2.6×10^{12}	1.9×10^{12}	4.7×10^{12}	Aalenian
Hypothesis S2	1.4×10^{13}	1.2×10^{13}	2.6×10^{13}	Early Bajocian
Hypothesis S3	2.3×10^{13}	1.7×10^{13}	4.2×10^{13}	Aalenian
Hypothesis S3	1.3×10^{14}	8.5×10^{13}	2.3×10^{14}	Early Bajocian
Mackenzie & Morse, 1992	1.4×10^{14}	----	----	Middle Jurassic
Milliman, 1993	3.6×10^{14}	----	----	Present
Westbroek et al., 1993	1.7×10^{14}	----	----	Present
Sundquist & Visser, 2003	2×10^{14}	----	----	Present
Emerson & Hedges, 2008	1.7×10^{14}	----	----	Present

Table 1: Worldwide sedimentary rates of inorganic carbon derived from pelagic carbonates. Flux value in g C/yr corresponds to the geometric mean. Errors were calculated based on the standard error around the mean. Four published estimated global carbon fluxes transferred to the modern seafloor are also given for comparison.

4.5. Modeled $\delta^{13}C$

In the first mass balance calculation (Fig. 4) taking into account all the carbon isotope data, twenty-four of the forty-one studied bulk rocks have modeled $\delta^{13}C_{carb}$ values that fit well with measured $\delta^{13}C_{carb}$ (considering that the difference between both values is lower than 0.2 ‰). In the second simulation (Fig. 4), modeled $\delta^{13}C_{carb}$ values are systematically shifted by ~0.2 ‰ towards higher $\delta^{13}C_{carb}$ values compared to the first experiment, a similar trend being nevertheless preserved. This isotopic shift could be due to the bias induced by the sample selection that would tend to overestimate the modeled $\delta^{13}C_{carb}$.

The unidentified carbonate is the main component of the carbonate fraction, representing from 50 to almost 100 % of the carbonate. Our results show that only half of the modeled $\delta^{13}C_{carb}$ values are in good agreement with the measured ones. The model fails to reproduce the $\delta^{13}C_{carb}$ values of eighteen out of the forty-one samples in the 0.2 ‰ range of accepted difference. Belonging to these outliers are the low $\delta^{13}C_{carb}$ values that may have been affected by diagenesis. The model also fails to reproduce the highly variable $\delta^{13}C_{carb}$ values of the samples located towards the top of the section. The failure of the model to reproduce some values is probably linked to changes in $\delta^{13}C_{carb}$ composition of possible producers of the

unidentified carbonate, which remains the main component of bulk carbonate or diagenetic transformation of the original $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$.

Based on modeled $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$, $\delta^{13}\text{C}$ for each of the four carbonate contributors have been calculated. For the whole dataset, $\delta^{13}\text{C}_{\text{Watznaueria}} = 4.3\text{‰}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{other coccolith}} = -2.8\text{‰}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{Schizosphaerella}} = 2.3\text{‰}$ and $\delta^{13}\text{C}_{\text{UnidentifiedCarb}} = 2.4\text{‰}$. For the set of samples excluding suspected diagenetic outliers, $\delta^{13}\text{C}_{\text{Watznaueria}} = 3.3\text{‰}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{other coccolith}} = 2\text{‰}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{Schizosphaerella}} = 1.9\text{‰}$ and $\delta^{13}\text{C}_{\text{UnidentifiedCarb}} = 2.6\text{‰}$.

5. Discussion

5.1. Diagenetic overprint on Cabo Mondego deposits

The diagenetic overprint must be taken into account in order to correctly identify carbon isotope variations from changes in the carbon cycle rather than in the burial history of the rock. The diagenetic perturbation by rock-water interactions is very efficient on $\delta^{18}\text{O}$ due to the oxygen isotopic composition of the water itself. Rainwater is depleted in ^{18}O in comparison to oceanic water. When circulating through the argillaceous limestones, water dissolves CaCO_3 and concentrates CO_3^{2-} ions. Similarly, $\delta^{13}\text{C}$ can be potentially affected by water with a high concentration of CO_3^{2-} ions. It is generally accepted that limestones are less affected by geochemical diagenesis than argillaceous limestones. Based on the correlation between $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$, the diagenetic overprint seems to be reduced (Fig. 3B) (Allan and Matthews, 1982) indicating that few samples have been altered according to our results. As a result, the most negative $\delta^{13}\text{C}$ values have been extracted from calculations in the model.

Nannofossils are generally more abundant in argillaceous limestones and marlstones than in limestones (Mattioli and Pittet, 2002; Pittet and Mattioli, 2002), although preservation is better in marlstones. Overgrowth of nannofossils is often observed in limestones (Roth and Thierstein, 1972). Hence, between nannofossil recrystallization (mostly observed in limestones) and isotopic diagenesis (mostly observed in marlstones), the diagenetic process seems to be different and probably not synchronous in the rock. Nevertheless, at Cabo Mondego the nannofossil preservation is generally moderate with few overgrowth; the central area structures are often broken but not lost. Moreover, large (e.g., *Crepidolithus crassus*) and very small (e.g., *Biscutum dubium*) coccoliths are preserved as well as rare specimens (e.g., *Triscutum tiziense*), allowing us to be confident in both our estimations of flux and in the preservation of the original nannofossil assemblage. The diagenetic effect by recrystallization has been carefully taken into account for the nannofossil measurements by avoiding affected

coccoliths. Even if few samples with diagenetic overprint have been identified from the isotopic geochemistry and nannofossil counts, it seems to be limited to few samples.

5.2. $\delta^{13}\text{C}$ events during the Aalenian-Early Bajocian

The Aalenian/Bajocian boundary is marked by a negative $\delta^{13}\text{C}$ excursion (Fig. 2). This negative excursion is recorded in various sequences of bulk carbonates in Italy, France and Spain (Corbin, 1994; Bartolini et al., 1996; Bartolini et al., 1999; O'Dogherty et al., 2006) as well as in fossil wood from England (Hesselbo et al., 2003) and in belemnites from Scotland (Jenkyns et al., 2002). Bartolini and Larson (2001) argued that this isotopic event may have been linked to an increase in volcanic activity, a conclusion based on the record of this negative excursion in various paleogeographic settings, along with perturbations of both marine and terrestrial carbon reservoirs. Volcanic activity injects carbon with low $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratios into the atmosphere relative to the seawater carbon reservoir. This increase in volcanic activity would be linked to contemporaneous major tectonic changes such as the opening of the Atlantic Ocean (Labails et al., 2010 and references within) and changes in the Pacific plate motions associated with subduction zones (Bartolini and Larson, 2001). At Cabo Mondego, the negative excursion is recorded but remains stratigraphically short.

A positive excursion is documented (Fig. 2) in carbonate deposits from Italy, France, and Spain (Corbin, 1994; Bartolini et al., 1996; Bartolini et al., 1999; O'Dogherty et al., 2006) subsequent to the negative excursion, even though it is poorly documented in terrestrial material (Hesselbo et al., 2003) and hence subject to discussion. Local changes in the DIC (Dissolved Inorganic Carbon), pool driven by changes in primary production are unlikely to account for that positive excursion since it has been identified in several basins. On a more global scale, an increase in the ocean's primary production would have affected the global DIC and eventually been recorded in the atmospheric reservoir. So far, there is a lack of carbon isotope data from the terrestrial realm. Nevertheless, several studies have proposed that this positive carbon isotope excursion may be linked to an increase in primary production (Bartolini et al., 1999; O'Dogherty et al., 2006; Brigaud et al., 2009). The diversification of *Watznaueria* (Tiraboschi and Erba, 2010) and radiolarians (Bartolini et al., 1996) could account for this increase in marine productivity. However, such a positive excursion would require a preferential sink of ^{12}C in the ocean such as a long-term sedimentary burial of organic matter. We test an alternative explanation for this positive $\delta^{13}\text{C}$ excursion since such organic matter-rich deposits have not yet been identified in the Early Bajocian.

Fig. 4: Comparison of measured (full black circles) and modeled (full grey and empty squares) bulk $\delta^{13}\text{C}$ values. The first simulation (full grey squares) has been made with all the dataset and the second simulation (empty squares) with a set a 17 selected data (empty points) in order to avoid a possible diagenetic effect. Modeled $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ values from the first simulation are systematically shifted by ~ 0.2 ‰ towards higher $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ values compared. The difference between measured and modeled $\delta^{13}\text{C}$ value is shown in the right panel.

5.3. Impact of the *Watznaueria* diversification on the Mid-Jurassic carbon cycle

Abundance of coccoliths and *Schizosphaerella* spp. were almost constant during the Early Bajocian whilst the diversification of *Watznaueria* accounted for the increase in the carbonate pelagic production during the Early Bajocian (Fig. 2). Three scenarios were tested for calculating the carbon flux derived from the pelagic carbonate produced by these three main nannofossil contributors (Table 1). The two first hypotheses are considered as plausible scenarios while the third one is an extreme scenario, considered to be unrealistic. Indeed, it seems unlikely that during Middle Jurassic high primary productivity would be present in the entire oceanic realm. However, this non-realistic third scenario is the only one able to generate a sizable effect on the Early Bajocian carbon cycle and to produce a carbon flux similar to that observed in the present-day pelagic realm. The first and second hypotheses gave similar outputs with emphasis on the low rate of production and exportation of pelagic carbonate to the deep ocean when compared to modern oceans. The computed carbon flux is ten times lower than the inorganic carbon flux estimated for the Middle Jurassic by Mackenzie and Morse (1992). Even if the pelagic carbonate production remained relatively low in comparison to the total carbonate production, both scenarios predict that the total carbon flux resulting from the pelagic carbonate production increased five times between the Aalenian and the Early Bajocian. Consequently, we propose that the *Watznaueria* diversification largely increased the pelagic carbonate production and the participation of pelagic carbonate producers in the oceanic carbon cycle.

Erba (2006) suggested that the diversification of *Watznaueria* during the Middle Jurassic had a noticeable impact on carbonate sedimentation while Hay (2004) proposed that the impact of nannofossils was limited until the Late Jurassic. Even though pelagic carbonate production increased throughout the Middle Jurassic in relation to the diversification of *Watznaueria*, our data and calculations show that the nannofossil production rate remained too low, precluding any sizable impact on the carbon cycle and changes in both the DIC concentration and carbon isotope composition. Hence, the Early Bajocian positive excursion was most likely not caused by an increase of the inorganic carbon flux resulting from pelagic carbonate producers.

5.4. Impact of *Watznaueria* on the $\delta^{13}C_{carb}$

The diversification of *Watznaueria* apparently did not have any sizable impact on the global carbon cycle during the Early Bajocian. Based on this result, we conclude that this diversification did not change the $\delta^{13}C$ value of the dissolved inorganic carbon (DIC) of the

seawater. However the increase of the pelagic carbonate production is concomitant with the changing carbon isotope composition of bulk carbonate rocks (Fig. 2). As Bralower (2002; p. 9) suggested about the PETM: “Thus it is theoretically possible that the 2.5 ‰ shift in bulk $\delta^{13}\text{C}$ values in the PETM at Site 690 that correlates with the major nannoplankton assemblage turnover event results from the turnover itself.” Our data show that the appearance of the genus *Watznaueria* represents a major turnover in the nannoplankton community and thereby highly increased the amount of pelagic carbonate. In modern species, the $\delta^{13}\text{C}$ of coccoliths is depending on the calcite growth rate (Ziveri et al., 2003). Assuming that *Watznaueria* had a similar production rate as *Emiliana huxleyi* (Erba, 2006), calculated $\delta^{13}\text{C}$ values for the *Watznaueria* spp. contributors based on selected dataset are close to cultured *E. huxleyi* (Ziveri et al., 2003). Nevertheless, our model failed to calculate $\delta^{13}\text{C}$ for other coccoliths close to measured values in living coccoliths (Ziveri et al., 2003) and *Schizosphaerella* spp. close to measured values in calcareous dinoflagellates (Zonneveld et al., 2007). We assume that the contribution of unidentified carbonate material is very important in the studied sediments and that micrite compositions are not homogenous during the Early Bajocian. Unfortunately, change in composition of this large fraction itself through the section cannot be quantified. However, given its large dominance in terms of mass, is very likely to have the most significant influence on the measured $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ values. Moreover, we note that the selected dataset is mainly based on limestone samples that limit the natural range of difference between limestone and marlstone $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$, hence precluding identification of possible influence of more important nannofossil contribution to the bulk carbonate. Nevertheless, our results demonstrate that the contribution of the calcareous nannofossil is not high enough to account for the Early Bajocian positive excursion by the rise of the pelagic carbonate and the increase of the genus *Watznaueria* primary production alone.

Based on our results, neither the increase in nannofossil flux nor change in the nannofossil community can explain the Early Bajocian $\delta^{13}\text{C}$ positive excursion. No oceanic sink of ^{12}C has yet been identified. We thus suggest that such large organic matter storage may have been concentrated in marginal seas and terrestrial realms as it has been proposed for a relatively similar geochemical event during the Late Valanginian (Weissert Event; Westermann et al., 2010).

6. Conclusion

The goal of this study was to identify the contribution of pelagic carbonate production to both carbon cycle and carbon isotope composition of Middle Jurassic bulk carbonate rocks. Based on our analyses and calculations, we conclude that:

- Pelagic carbonate fluxes increased from 10^9 to 10^{11} nannofossils/m²/yr during the Early Bajocian in relation to diversification of the genus *Watznaueria*,
- The flux of inorganic carbon produced by pelagic carbonate producers for the Mid Jurassic was 10 to 20 times lower than present day values,
- The contributions of the genus *Watznaueria* to the carbonate realm cannot explain the Early Bajocian $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ positive excursion.

Hence, the shift in carbonate production from platforms to the open ocean, called the Mid Mesozoic Revolution (Ridgwell, 2005), did not take place during the Early Bajocian. Even if this event started since the rise of the calcareous nannoplankton during the Late Triassic, the key change postdated the Early Bajocian and might have taken place during the Late Jurassic (Hay, 2004). However, after the diversification of the genus *Watznaueria* was an important step in pelagic carbonate development, as illustrated by the increase by a factor of five of the inorganic carbon flux to the deep ocean from the Aalenian to the Early Bajocian. The rise of *Watznaueria* did not explain the Early Bajocian $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ positive excursion. The cause of this major carbon cycle perturbation thus remains unclear.

Acknowledgements

We gratefully thank François Martineau for his help during geochemical analysis and Guillaume Suan for comments on an earlier version of the manuscript. Patrizio Vena kindly improved the English of the manuscript. We acknowledge Thomas M. Cronin and two anonymous reviewers for constructive comments and corrections. This manuscript is a part of Baptiste Suchéras-Marx PhD project funded by the French Ministry of Research and supported by a BQR UCBL Lyon1 2006 to FG, BQR UCBL Lyon1 2010 and INSU 2011 Syster/Intervie to EM. This paper is a contribution of the team Paléoenvironnements of the UMR CNRS 5276.

References

Allan, J.R., Matthews, R.K., 1982. Isotope signatures associated with early meteoric diagenesis. *Sedimentology* 29, 797-817.

- Bartolini, A., Baumgartner, P.O., Guex, J., 1999. Middle and Late Jurassic radiolarian palaeoecology versus carbon-isotope stratigraphy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 145 (1-3), 43-60.
- Bartolini, A., Baumgartner, P.O., Hunziker, J.C., 1996. Middle and Late Jurassic carbon stable-isotope stratigraphy and radiolarite sedimentation of the Umbria-Marche Basin (Central Italy). *Eclogae Geologicae Helvetiae* 89, 811-844.
- Bartolini, A., Larson, R.L., 2001. Pacific microplate and the Pangea supercontinent in the Early to Middle Jurassic. *Geology* 29 (8), 735-738.
- Basov, V., Nikitenko, B.L., Kupriyanova, N.V., 2009. Lower–Middle Jurassic foraminiferal and ostracode biostratigraphy of the Barents Sea shelf. *Russian Geology and Geophysics* 50, 396-416.
- Baumann, K.-H., Böckel, B., Frenz, M., 2004. Coccolith contribution to South Atlantic carbonate sedimentation. In: Thierstein, H.R., Young, J.R. (Eds.), *Coccolithophores: From molecular processes to global impact*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 367-402.
- Beaufort, L., 1991. Adaptation of the random settling method for quantitative studies of calcareous nannofossils. *Micropaleontology* 37, 415-418.
- Blakey, R., 2005. Global Paleogeography. <http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/globaltext2.html>.
- Bornemann, A., Aschwer, U., Mutterlose, J., 2003. The impact of calcareous nannofossils on the pelagic carbonate accumulation across the Jurassic-Cretaceous boundary. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 199, 187-228.
- Bown, P.R., 1987. Taxonomy, evolution, and biostratigraphy of the late Triassic-early Jurassic calcareous nannofossils. *Special papers in paleontology*. The Palaeontological Association, London, 118 pp.
- Bown, P.R., 2005. Calcareous nannoplankton evolution: a tale of two oceans. *Micropaleontology* 51 (4), 299-308.
- Bralower, T.J., 2002. Evidence of surface water oligotrophy during the Paleocene-Eocene thermal maximum: Nannofossil assemblage data from Ocean Drilling Program Site 690, Maud Rise, Weddell Sea. *Paleoceanography* 17 (2), 1023.
- 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* 222 (3-4), 181-206.

- Corbin, J.C., 1994. Evolution géochimique du Jurassique du Sud-Est de la France: influence du niveau marin et de la tectonique, Paris VI. Unpublished PhD thesis.
- Derry, L.A., 2010. A burial diagenesis origin for the Ediacaran Shuram-Wonoka carbon isotope anomaly. *Earth and Planetary Science Letters* 294 (1-2), 152-162.
- Erba, E., 2006. The first 150 million years history of calcareous nannoplankton: Biosphere-geosphere interactions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 232, 237-250.
- Feely, R.A., Sabine, C.L., Lee, K., Berelson, W., Kleypas, J., Fabry, V.J. and Millero, F.J., 2004. Impact of anthropogenic CO₂ on the CaCO₃ system in the oceans. *Science* 305, 362-366.
- Fernandez-Lopez, S., Pavia, G., Erba, E., Guiomar, M., Henriques, M.H., Lanza, R., Mangold, C., Olivero, D., Tiraboschi, D., 2009. The Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP) for base of the Bathonian Stage (Middle Jurassic), Ravin du Bès Section, SE France. *Episodes* 32 (4), 222-248.
- Geisen, M., Bollmann, J., Herrle, J.O., Mutterlose, J., Young, J.R., 1999. Calibration of the random settling technique for calculation of absolute abundances of calcareous nannoplankton. *Micropaleontology* 45 (4), 437-442.
- Goddéris, Y., Donnadieu, Y., Vargas, C. de, Pierrehumbert, R.T., Dromart, G., Schootbrugge, B. van de, 2008. Causal or casual link between the rise of nannoplankton calcification and a tectonically-driven massive decrease in Late Triassic atmospheric CO₂? *Earth and Planetary Science Letters* 267 (1-2), 247-255.
- Gradstein, F., Ogg, J. and Smith, A., 2004. A geologic time scale. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hall, R.L., McNicoll, V., Gröcke, D.R., Craig, J., Johnston, K., 2004. Integrated stratigraphy of the lower and middle Fernie Formation in Alberta and British Columbia, Western Canada. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 11 (1), 61-68.
- Hay, W.W., 2004. Carbonate fluxes and calcareous nannoplankton. In: Thierstein, H.R., Young, J.R. (Eds.), *Coccolithophores: From molecular processes to global impact*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 509-527.
- Henriques, M.H., Gardin, S., Gomes, C.R., Soares, A.F., Rocha, R.B., Marques, J.F., Lapa, M.R., Montenegro, J.D., 1994. The Aalenian-Bajocian boundary at Cabo Mondego (Portugal). In: Cresta, S., Pavia, G. (Eds.), *3rd International Meeting on Aalenian and Bajocian Stratigraphy*. Miscellanea Servizio Geologico Nazionale, Marrakesh, pp. 63-77.

- Hesselbo, S.P., Morgans-Bell, H.S., McElwain, J.C., Rees, P.M., Robinson, S.A., Ross, C.E., 2003. Carbon-cycle perturbation in the middle Jurassic and accompanying changes in the terrestrial paleoenvironment. *The Journal of Geology* 111, 259-276.
- Imlay, R.W., 1976. Middle Jurassic (Bajocian and Bathonian) Ammonites from Northern Alaska. Geological Survey Professional Paper, 854.
- Jenkyns, H.C., Jones, C.E., Gröcke, D.R., Hesselbo, S.P., Parkinson, P.N., 2002. Chemostratigraphy of the Jurassic System: applications, limitations and implications for palaeoceanography. *Journal of the Geological Society, London* 159, 351-378.
- Key, R.M., Kozyr, A., Sabine, C.L., Lee, K., Wanninkhof, R., Bullister, J.L., Feely, R.A., Millero, F.J., Mordy, C., Peng, T.H., 2004. A global ocean carbon climatology: Results from Global Data Analysis Project (GLODAP). *Global Biogeochemical Cycles* 18 (4), GB4031.
- Labails, C., Olivet, J.-L., Aslanian, D., Roest, W.R., 2010. An alternative early opening scenario for the Central Atlantic Ocean. *Earth and Planetary Science Letters* 297, 345-356.
- Mackenzie, F.T., Morse, J.W., 1992. Sedimentary carbonates through Phanerozoic time. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 56 (8), 3281-3295.
- Mattioli, E., Erba, E., 1999. Synthesis of calcareous nannofossil events in tethyan Lower and Middle Jurassic successions. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 105 (3), 343-376.
- Mattioli, E., Pittet, B., 2002. Contribution of calcareous nannoplankton to carbonate deposition: a new approach applied to the Lower Jurassic of central Italy. *Marine Micropaleontology* 45, 175-190.
- Mattioli, E., Pittet, B., Petitpierre, L., Mailliot, S., 2009. Dramatic decrease of pelagic carbonate production by nannoplankton across the Early Toarcian anoxic event (T-OAE). *Global and Planetary Change* 65 (3-4), 134-145.
- Mattioli, E., Pittet, B., Suan, G., Mailliot, S., 2008. Calcareous nannoplankton changes across the early Toarcian oceanic anoxic event in the Western Tethys. *Paleoceanography* 23, PA3208.
- Morton, N., 1992. Late Triassic to Middle Jurassic stratigraphy, palaeogeography and tectonics west of the British Isles. In: J. Parnell (Ed.), *Basins on the Atlantic Seaboard: Petroleum Geology, Sedimentology and Basin Evolution*. Geological Society Special Publication, London, pp. 53-68.
- Norris, R.D., 1991. Biased extinction and evolutionary trends. *Paleobiology* 17(4), 388-399.

- O'Dogherty, L., Sandoval, J., Bartolini, A., Bruchez, S., Bill, M., Guex, J., 2006. Carbon-isotope stratigraphy and ammonite faunal turnover for the Middle Jurassic in the Southern Iberian palaeomargin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 239 (3-4), 311-333.
- Pavia, G., Enay, R., 1997. Definition of the Aalenian-Bajocian Stage boundary. *Episodes* 20 (1), 16-22.
- Pittet, B., Mattioli, E., 2002. The carbonate signal and calcareous nannofossil distribution in an Upper Jurassic section (Balingen-Tieringen, Late Oxfordian, southern Germany). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 179 (1-2), 71-96.
- Ridgwell, A., 2005. A Mid Mesozoic Revolution in the regulation of ocean chemistry. *Marine Geology* 217 (3-4), 339-357.
- Roth, P.H., Thierstein, H.R., 1972. Calcareous nannoplankton: Leg 14 of the Deep Sea Drilling Project. In: J.M. Hayes and A.C. Pimm (Eds.), *Initial Report DSDP*. U.S. Government Printing Office, Washington, pp. 421-486.
- Rost, B., Riebesell, U., 2004. Coccolithophore calcification and the biological pump: response to environmental changes. In: H.R. Thierstein and J.R. Young (Eds.), *Coccolithophores: From molecular processes to global impact*, Springer, Berlin, pp. 99-125.
- Ruget-Perrot, C., 1961. Etudes stratigraphiques sur le Dogger et le Malm inférieur du Portugal au Nord du Tage. *Memoria Serviços Geológicos de Portugal* 7, 1-197.
- Schlitzer, R., 2010. Ocean Data View. <http://odv.awi.de>.
- Sokal, R.R., Rohlf, F.J., 1995. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. 3rd edition. W.H. Freeman and Co, New York.
- Stoll, H.M., Ziveri, P., 2004. Coccolithophorid-based geochemical paleoproxies. In: H.R. Thierstein, J.R. Young (Eds.), *Coccolithophores-From molecular processes to global impact*. Springer, Verlag, pp. 565.
- Sundquist, E.T., Visser, K., 2003. 8.09-The Geologic History of the Carbon Cycle, *Treatise on Geochemistry*. Pergamon, Oxford, pp. 425-472.
- Tiraboschi, D., Erba, E., 2010. Calcareous nannofossil biostratigraphy (Upper Bajocian-Lower Bathonian) of the Ravin du Bès section (Bas Auran, Subalpine Basin, SE France): Evolutionary trends of *Watznaueria barnesiae* and new findings of "Rucinolithus" morphotypes. *Geobios* 43 (1), 59-76.
- Westbroek, P., Brown, C.W., Bleijswijk, J. van, Brownlee, C., Brummer, G.J., Conte, M., Egge, J., Fernández, E., Jordan, R., Knappertsbush, M., Stefels, J., Vedhuis, M., van

- der Wal, P., Young, J., 1993. A model system approach to biological climate forcing. The example of *Emiliana huxleyi*. *Global and Planetary Change* 8 (1-2), 27-46.
- Westermann, S., Föllmi, K.B., Adatte, T., Matera, V., Schnyder, J., Fleitmann, D., Fiet, N., Ploch, I., Duchamp-Alphonse, S., 2010. The Valanginian $\delta^{13}\text{C}$ excursion may not be an expression of a global oceanic anoxic event. *Earth and Planetary Science Letters* 290 (1-2), 118-131.
- Ziveri, P., Stoll, H.M., Pronert, I., Klaas, C., Geisen, .M., Ganssen, G., Young, J.R., 2003. Stable isotope 'vital effects' in coccolith calcite. *Earth and Planetary Science Letters* 210, 137-149.
- Zonneveld, K.A.F., Mackensen, A., Baumann, K.-H., 2007. Stable oxygen isotopes of *Thoracosphaera heimii* (Dinophyceae) in relationship to temperature; a culture experiment. *Marine Micropaleontology* 64 (1-2), 80-90.

Chapitre 7 :

Conclusions et Perspectives

7.1. Conclusions

Le but de cette étude était de mieux comprendre l'impact de la diversification des *Watznaueria* au cours de l'intervalle fin Aalénien-Bajocien inférieur sur la production carbonatée pélagique et, plus en général, sur les cycles biogéochimiques des océans de l'époque. Pour répondre à cette question, la première étape (1) consistait à contraindre les cadres temporel et géochimique de la période étudiée. Puis ont été contraint (2) les modalités de la diversification des *Watznaueria* par la caractérisation des différentes espèces, (3) l'impact de la dominance progressive de ce genre sur l'assemblage de coccolithes ante-bajocien et (4) les conditions environnementales qui ont accompagné cette diversification. Au final, (5) un modèle mathématique simple d'estimation du taux de carbone transféré dans le réservoir lithosphérique par la production carbonatée pélagique est proposé. Plusieurs conclusions générales peuvent être résumées ici :

1. Le cadre temporel : à partir de l'étude de la concentration en carbonate de calcium des dépôts alternants marno-calcaire de la coupe de Chaudon-Norante et le traitement des valeurs obtenues de CaCO_3 par cyclostratigraphie, la durée proposée ici pour le Bajocien inférieur est d'environ 3,3 Ma. Les zones d'ammonites caractérisant ce sous-étage ont une durée d'environ 0,62 Ma pour la zone à Discites, 0,67 Ma pour la zone à Laeviuscula, 0,96 Ma pour la zone à Propinquans et 1,08 Ma pour la zone Humphriesianum. Le cadre temporel ainsi défini permet de subdiviser l'excursion positive du $\delta^{13}\text{C}$ en deux phases avec une première phase d'augmentation des valeurs d'une durée de 1,23 Ma et une seconde phase avec des valeurs stables (plateau) d'une durée de 2,06 Ma. L'estimation de la durée de l'excursion positive en $\delta^{13}\text{C}$ permet d'en discuter l'origine notamment par comparaison avec d'autres événements géochimiques comme l'excursion positive du Valanginien ou encore celle du passage Cénomanién-Turonien.

2. L'application du système de microscopie automatique et de reconnaissance automatique des coccolithes (SYRACO) aux échantillons du Bajocien inférieur de Cabo Mondego et de Chaudon-Norante permet d'obtenir des bonnes estimations de l'abondance absolue en coccolithes de manière plus rapide qu'avec une méthode d'analyse « classique ». Cependant, certaines limites dans l'application de ce système aux dépôts du Jurassique ont été observées. Tout d'abord, les Schizosphères, qui sont d'importants producteurs de carbonates pélagiques au Jurassique, ne sont pour l'instant pas identifiables par SYRACO. De plus, ce système génère encore trop de photos floues qui empêchent la reconnaissance des coccolithes par l'opérateur à l'échelle spécifique. De nouvelles améliorations, comme l'utilisation d'une

platine de microscope plus stable (voir 6.2.), seront nécessaires pour pouvoir exploiter au maximum les capacités de SYRACO.

3. L'étude de la biostratigraphie à nannofossiles calcaires permet de mettre en évidence plusieurs bioévénements robustes entre les deux coupes étudiées mais aussi à l'échelle de la Téthys. L'apparition de *W. britannica* est un marqueur de la limite Aalénien/Bajocien. Cet événement, déjà proposé par différents auteurs, est très robuste dans l'ensemble des bassins de la Téthys. L'apparition de *W. manivitiae*, qui se corrèle à la zone à ammonite à *Laeviuscula*, pourrait être utile pour des corrélations entre la France, le Portugal et l'Italie mais ne semble pas être utilisable dans le domaine Boréal. Enfin, la diversification des *Watznaueria* permet de reconnaître un intervalle allant de la limite Aalénien/Bajocien jusqu'à la zone d'ammonite à *Laeviuscula* et peut se révéler très solide pour des corrélations d'un bassin à un autre. Un schéma évolutif des *Watznaueria* est proposé à partir de l'observation de la morphologie des espèces, de leurs apparitions au cours du temps et de la bibliographie. Deux lignées principales sont identifiées avec d'un côté *W. fossacincta/barnesia*, et de l'autre côté la lignée de *W. colacicchii* donne *W. contracta*. De *W. contracta*, deux espèces filles avec *W. aff. contracta* et surtout *W. britannica*. Enfin, *W. britannica* a donné deux lignées : 1) la lignée *W. communis* et *W. aff. communis* et 2) la lignée *W. aff. manivitiae* et *W. manivitiae*.

4. Une augmentation de l'abondance absolue des nannofossiles calcaires est enregistrée au passage Aalénien-Bajocien. Le flux de nannofossiles calcaires, calculé grâce au taux de sédimentation obtenus par l'étude cyclostratigraphique, augmente parallèlement à l'abondance absolue. Cette augmentation résulte de la mise en place progressive de la dominance des *Watznaueria* qui se fait en trois étapes. D'abord avec *W. colacicchii* et *W. contracta* qui dominent les assemblages ; puis *W. britannica* et enfin *W. britannica* et *W. aff. manivitiae*. Si les deux premières étapes sont concomitantes avec des augmentations en abondance absolue de quelques genres de nannofossiles calcaires, comme *Biscutum* spp. + *Similiscutum* spp. et *Lotharingius* spp., la troisième étape de dominance des *Watznaueria* (*W. britannica* et *W. aff. manivitiae*) correspond à une période de forte abondance absolue chez tous les genres de nannofossiles calcaires. De fait, *W. britannica* et *W. aff. manivitiae* qui sont apparues entre la fin de l'Aalénien et au début du Bajocien se sont intégrées à la communauté de nannofossiles déjà en place. L'augmentation de l'abondance absolue et la dominance des *Watznaueria* sont reliées à une augmentation de la fertilité des océans mise en évidence notamment par l'excursion positive du $\delta^{13}\text{C}$. *W. britannica* et *W. aff. manivitiae* sont alors identifiées comme des espèces opportunistes dans un environnement eutrophe, capables

d'exploiter une niche écologique encore vierge, ou caractérisées par des capacités écologiques nouvelles. En effet, les plus anciennes évidences de prolifération, pouvant s'apparenter à des blooms, de coccolithophoridés sont enregistrées pour des *W. britannica* au Jurassique supérieur (Lees et al., 2004). Il est donc possible que ces *Watznaueria* aient développé la capacité de produire des blooms quand les autres espèces en étaient incapables. Enfin, un léger diachronisme est observé entre les augmentations de l'abondance absolue des nannofossiles calcaires et du $\delta^{13}\text{C}$ suggérant la présence d'autres organismes photosynthétiques probablement non-calcifiants qui auraient contrôlé la productivité primaire océanique de l'époque.

5. La dominance des *Watznaueria* a entraîné une nette augmentation de la production carbonatée pélagique et, de fait, une augmentation de la quantité de carbone transféré depuis le réservoir océanique vers le réservoir lithosphérique. Même significative, cette augmentation n'atteint pas les valeurs de carbone transféré estimé dans l'actuel. La « Mid-Mesozoic Revolution » est alors définie comme un événement étendu dans le temps. La diversification des *Watznaueria* n'est qu'une des étapes réalisée par les coccolithes dans cette révolution.

6. Les différents producteurs de carbonate de calcium ayant chacun une signature isotopique du carbone propre, notamment en lien avec leur vitesse de croissance, l'excursion positive du $\delta^{13}\text{C}$ enregistrée dans le carbonate total au Bajocien inférieur pourrait être la conséquence d'un changement de producteur des carbonates (par ex : dominance des *Watznaueria* sur les coccolithes anté-bajociens). L'analyse isotopique du carbonate total, qui donne une signature de l'ensemble du carbonate de la roche, ne permet pas d'identifier les variations de producteurs dans le carbonate sédimenté. La proportion de carbonate produit par les nannofossiles calcaires ainsi que celle issue de la plate-forme carbonatée ont donc été quantifiées sur la base des quantifications de nannofossiles et la mesure de la concentration en carbonate de calcium. Les résultats montrent que le changement de producteur pélagique au cours du Bajocien inférieur ne permet pas d'expliquer les variations de $\delta^{13}\text{C}$ observées. En effet, la quantité de carbonate pélagique produit à l'époque était encore trop faible par rapport à la quantité de carbonate issu des plates-formes et exporté vers le bassin. Ce constat implique que, pendant le Bajocien inférieur, il y a eu soit un changement de producteur de carbonate sur les plates-formes soit un changement global de la signature isotopique de l'eau de mer à l'origine de l'excursion positive.

Mon étude permet *in fine* de mettre en relation des événements géochimiques globaux avec un événement paléontologique majeur : la diversification des *Watznaueria*. Il est encore difficile d'écrire un scénario complet et de comprendre quels impacts ont pu avoir l'ouverture de l'Atlantique et les variations climatiques sur la diversification des *Watznaueria* et l'augmentation de la production carbonatée pélagique. Il manque encore des données isotopiques ($\delta^{18}\text{O}$) et minéralogiques (par ex. : argiles) fiables. Par contre, on peut noter des similitudes assez fortes entre le Bajocien inférieur et le Valanginien supérieur, où la présence d'une excursion positive des isotopes du carbone, la durée de cet événement isotopique, l'augmentation de l'abondance absolue en nannofossiles calcaires et de la production carbonatée pélagique et des changements climatiques importants (Gréselle et al., 2011) représentent un scénario similaire à ce observé au Bajocien. Une étude comparative approfondie de ces deux périodes de temps permettrait de mieux comprendre les mécanismes à l'origine de ces événements ainsi que l'origine de leur récurrence au cours du Mésozoïque. De plus, même si nous pouvons identifier la diversification des *Watznaueria* comme une étape majeure dans la « Mid-Mesozoic Revolution », nous ne savons toujours pas quand la production pélagique a pris le pas sur celle des plates-formes dans le bilan global de la production carbonatée. Plusieurs hypothèses sont envisageables mais restent à explorer comme le Jurassique supérieur proposé par Hay (2004) ou lors de l'émergence des foraminifères planctoniques au cours du Crétacé inférieur (Leckie et al., 2002).

9.2. Perspectives

S'il semble y avoir un lien entre l'excursion positive des isotopes stables du carbone au cours du Bajocien inférieur et l'augmentation de l'abondance absolue des nannofossiles, les mécanismes à l'origine de l'excursion positive restent mal compris. En effet, elle est bien observée sur le carbonate total et assez mal contrainte sur le carbonate des bélemnites. La possibilité d'un changement de producteurs de carbonate pélagique à l'origine de cette excursion positive a été testée afin de proposer une alternative au modèle d'augmentation de la productivité primaire proposé actuellement. Des données isotopiques sur la matière organique, mais aussi la caractérisation de cette matière organique permettrait de mieux appréhender les différents réservoirs en jeu dans le bilan isotopique du carbone, de mieux contraindre l'origine de l'excursion positive et d'estimer plus précisément la masse de carbone nécessaire à la mise en place de cette excursion positive.

Dans l'optique de mieux comprendre l'excursion positive du $\delta^{13}\text{C}$ du Bajocien inférieur, l'utilisation de la concentration du Phosphore comme indicateur de la fertilité des océans (Föllmi, 1996; Bodin et al., 2006) permettrait de tracer l'évolution de cette fertilité dans l'intervalle fin Aalénien-Bajocien inférieur. L'utilisation de ce proxy et sa comparaison avec les abondances absolues en nannofossiles devraient donner des indications sur la part de l'influence de l'environnement et celle des mécanismes évolutifs propres à la diversification des *Watznaueria* sur l'augmentation de productivité carbonatée pélagique.

La méthode de quantification automatique des coccolithes jurassiques nécessite des améliorations. Le changement à obtenir le plus important est la capacité à produire des photos de qualité qui permettraient à l'opérateur d'identifier les coccolithes à l'échelle de l'espèce. Cette amélioration devra donc passer par une platine de microscope plus stable et probablement par la mise en place d'un système de mise au point automatique. Cependant, une mise au point automatique qui soit adaptée à nos échantillons nécessite d'être testée, notamment à cause de la présence de gros débris dans les échantillons riches en carbonate de calcium. Par ailleurs, il serait utile d'adapter le système de quantification de masse des coccolithes par biréfringence (Beaufort, 2005) aux échantillons du Jurassique afin de permettre une meilleure estimation de la masse de carbonate pélagique produite sans devoir passer par un protocole de biométrie des coccolithes souvent long et fastidieux.

Mon étude était basée sur l'analyse d'échantillons collectés dans le bassin lusitanien au Portugal et le bassin du Sud-Est de la France, dans une aire géographique de petite taille à l'échelle du globe. L'étude du même intervalle de temps sur un site n'appartenant pas à la Téthys occidentale permettrait de confirmer le caractère global de la conquête océanique des *Watznaueria* et des excursions isotopiques du carbone de la fin de l'Aalénien et du Bajocien inférieur. Le choix d'un nouveau site d'étude devrait s'orienter vers des secteurs qui appartenaient à la Téthys orientale ; cela pourrait permettre d'estimer l'impact de l'ouverture de l'Atlantique sur la diversification des *Watznaueria* et l'augmentation de la fertilité des océans. Malheureusement, hormis dans le bassin du Neuquén en Argentine, qui est un bassin assez fermé, il n'existe pas de coupes présentant pour l'ensemble de l'intervalle traité dans cette étude des dépôts calcaires hémipélagiques à pélagiques avec un découpage biostratigraphique suffisamment fin pour permettre des corrélations solides.

L'étude de la chimie des coccolithes permet de mieux comprendre leur métabolisme notamment par le biais de la mesure du rapport Sr/Ca qui est très fortement influencé par la vitesse de croissance (Stoll et Ziveri, 2004). J'ai commencé, avec l'aide de collègues lyonnais et grenoblois, à faire des mesures de la concentration de 15 éléments dont le strontium, le

chlore, le manganèse et le phosphore sur différentes espèces de coccolithes jurassiques et notamment des *Watznaueria* (exemple Fig. 1). Cette étude, conduite en Juin 2011 à L'European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) à Grenoble, France, permet d'obtenir la concentration des différents éléments avec une résolution de 100 nm par 100 nm sur les cartographies 2D ainsi qu'une cartographie 3D sur un individu avec une résolution de 100 nm par 100 nm par 475 nm. Je compte à l'aide de ces résultats pouvoir mettre en évidence des préférences écologiques des coccolithophoridés au cours du Bajocien inférieur en lien avec 1) l'augmentation de la fertilité des eaux océaniques et 2) l'aspect opportuniste de certaines espèces de *Watznaueria*.

Figure 1 : Microfluorescence X d'un coccolithe de l'espèce *Watznaueria britannica* avec une résolution de 100 μm par 100 μm . Sont représentées les concentrations en Calcium, Strontium, Manganèse et Chlore. Les valeurs d'intensité sont présentées en photon par seconde.

Le modèle d'estimation de la masse de carbone transférée par la production carbonatée pélagique au réservoir lithosphérique impose des hypothèses qui pourraient être mieux calibrées. 1) La prise en compte de plusieurs sites d'étude, notamment grâce à des cartes de

productions pélagiques (Mattioli et al., 2009) limiterait les approximations sur la production carbonatée globale. 2) La création de cartes de la surface des fonds océaniques qui ne sont pas soumis à la dissolution des carbonates (au-dessus de la CCD) pour le Jurassique limiterait l'erreur induite par l'utilisation des valeurs de l'actuel. Pour être créées, ces cartes nécessitent d'une part des cartes de paléobathymétrie des fonds océaniques et, d'autre part, d'une estimation de la profondeur de la CCD. Des cartes de paléobathymétrie existent pour les 140 derniers millions d'années (Müller et al., 2008) et des nouvelles cartes couvrant les 250 derniers millions d'années sont en cours de publication (Seton et Müller, 2011). Par contre, les estimations de la profondeur de la CCD anté-Crétacé sont encore rares et restent très approximatives (Broecker, 2008).

Enfin, le modèle proposé dans ce travail pourrait être appliqué à l'ensemble du Jurassique et Crétacé à partir des données de quantification des abondances absolues déjà disponibles dans la littérature avec notamment les données sur le Pliensbachien (Reggiani et al., 2010), le Toarcien (Mailliot, 2006; Mattioli et al., 2008; Mattioli et al., 2009), le Kimmeridgien (Carcel et al., 2010), le passage Tithonien-Berriasien (Bornemann et al., 2003; Bornemann et Mutterlose, 2008), le Valanginien (Gréselle et al., 2011), l'Aptien (Herrle et al., 2010), l'Albien (Herrle, 2003 ; Peybernes et al., accepté), le passage Cénomani-Turonien (Hardas et Mutterlose, 2007; Linnert et al., 2010) et le Campanien-Maastrichtien (Linnert et Mutterlose, 2009; Linnert et al., 2011). Cette compilation de données permettrait de voir l'évolution de la production carbonatée pélagique au cours du Mésozoïque, comprendre les forçages environnementaux et géochimiques de long-terme qui s'exercent sur la production carbonatée pélagique (par ex. : niveau marin global, variations du Mg/Ca des océans, etc.) et finalement mieux caractériser la Mid-Mesozoic Revolution.

Références

- Beaufort, L., 2005, Weight estimates of coccoliths using the optical properties (birefringence) of calcite. *Micropaleontology* 51(4), 289-298.
- Bodin, S.p., Godet, A., Föllmi, K.B., Vermeulen, J., Arnaud, H., Strasser, A., Fiet, N., Adatte, T., 2006, The late Hauterivian Faraoni oceanic anoxic event in the western Tethys: Evidence from phosphorus burial rates. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 235(1-3), 245-264.

- Bornemann, A., Aschwer, U., Mutterlose, J., 2003, The impact of calcareous nannofossils on the pelagic carbonate accumulation across the Jurassic-Cretaceous boundary. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 199 187-228.
- Bornemann, A., Mutterlose, J., 2008, Calcareous nannofossil and $\delta^{13}\text{C}$ records from the early Cretaceous of the western Atlantic ocean: evidence for enhanced fertilization across the Berriasian-Valanginian transition. *Palaios* 23 821-832.
- Broecker, W.S., 2008, A need to improve reconstructions of the fluctuations in the calcite compensation depth over the course of the Cenozoic. *Paleoceanography* 23(1), PA1204.
- Carcel, D., Colombié, C., Giraud, F., Courtinat, B., 2010, Tectonic and eustatic control on a mixed siliciclastic-carbonate platform during the Late Oxfordian-Kimmeridgian (La Rochelle platform, western France). *Sedimentary Geology* 223 (3-4), 334-359.
- Föllmi, K.B., 1996, The phosphorus cycle, phosphogenesis and marine phosphate-rich deposits. *Earth-Science Reviews* 40(1-2), 55-124.
- Gréselle, B., Pittet, B., Mattioli, E., Joachimski, M., Barbarin, N., Riquier, L., Reboulet, S., Pucéat, E., 2011, The Valanginian isotope event: A complex suite of palaeoenvironmental perturbations. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 306(1-2), 41-57.
- Hardas, P., Mutterlose, J., 2007, Calcareous nannofossil assemblages of Oceanic Anoxic Event 2 in the equatorial Atlantic: Evidence of an eutrophication event. *Marine Micropaleontology* 66, 52-69.
- Hay, W.W., 2004. Carbonate fluxes and calcareous nanoplankton. In: Thierstein, H.R., Young, J.R. (Editors), *Coccolithophores : From molecular processes to global impact*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 509-527.
- Herrle, J.O., 2003, Reconstructing nutricline dynamics of mid-Cretaceous oceans: evidence from calcareous nannofossils from the Niveau Paquier black shale (SE France). *Marine Micropaleontology* 47(3-4), 307-321.
- Herrle, J.O., Kössler, P., Bollmann, J., 2010, Palaeoceanographic differences of early Late Aptian black shale events in the Vocontian Basin (SE France). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 297(2), 367-376.
- Leckie, R.M., Bralower, T.J., Cashman, R., 2002, Oceanic anoxic events and plankton evolution: Biotic response to tectonic forcing during the mid-Cretaceous. *Paleoceanography* 17(3), 1041.

- Lees, J.A., Bown, P.R., Young, J.R., Riding, J.B., 2004, Evidence for annual records of phytoplankton productivity in the Kimmeridge Clay Formation coccolith stone bands (Upper Jurassic, Dorset, UK). *Marine Micropaleontology* 52, 29-49.
- Linnert, C., Mutterlose, J., 2009, Evidence of increasing surface water oligotrophy during the Campanian-Maastrichtian boundary interval: Calcareous nannofossils from DSDP Hole 390A (Blake Nose). *Marine Micropaleontology* 73(1-2), 26-36.
- Linnert, C., Mutterlose, J., Erbacher, J., 2010, Calcareous nannofossils of the Cenomanian/Turonian boundary interval from the Boreal Realm (Wunstorf, northwest Germany). *Marine Micropaleontology* 74(1-2), 38-58.
- Linnert, C., Mutterlose, J., Herrle, J.O., 2011, Late Cretaceous (Cenomanian-Maastrichtian) calcareous nannofossils from Goban Spur (DSDP Sites 549, 551): Implications for the palaeoceanography of the proto North Atlantic. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 299(3-4), 507-528.
- Mailliot, S., 2006. Production carbonatée pélagique par les nannofossiles calcaires au cours de l'évènement anoxique du Toarcien inférieur. PhD Thesis, Université Claude Bernard Lyon1, 315 pp.
- Mattioli, E., Pittet, B., Petitpierre, L., Mailliot, S., 2009, Dramatic decrease of pelagic carbonate production by nanoplankton across the Early Toarcian anoxic event (T-OAE). *Global and Planetary Change* 65(3-4), 134-145.
- Mattioli, E., Pittet, B., Suan, G., Mailliot, S., 2008, Calcareous nanoplankton changes across the early Toarcian oceanic anoxic event in the Western Tethys. *Paleoceanography* 23, PA3208.
- Müller, R.D., Sdrolias, M., Gaina, C., Steinberger, B., Heine, C., 2008, Long-term sea-level fluctuations driven by ocean basin dynamics. *Science* 319, 1357-1362.
- Peybernes, C., Giraud, F., Jaillard, E., Robert, E., Masrour, M., Aoutem, M., Içame, N., Accepted, Calcareous nannofossil productivity and carbonate production on the southern tethyan margin (Morocco) during the Late Aptian-Early Albian: paleoclimatic implications. *Cretaceous Research*.
- Reggiani, L., Mattioli, E., Pittet, B., Duarte, L.V., Veiga de Oliveira, L.C., Comas-Rengifo, M.J., 2010, Pliensbachian (Early Jurassic) calcareous nannofossils from the Peniche section (Lusitanian Basin, Portugal): A clue for palaeoenvironmental reconstructions. *Marine Micropaleontology* 75(1-4), 1-16.
- Seton, M., Müller, R.D., 2011, Ocean basin volume constraints on global sea level since the Jurassic. AGU Fall Meeting San Francisco.

Stoll, H.M., Ziveri, P., 2004, Coccolithophorid-based geochemical paleoproxies. . In: Thierstein, H.R., Young, J.R. (Editors), Coccolithophores : From molecular processes to global impact. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 529-562.

Annexe 1 :

Guide d'utilisation du microscope automatique et de SYRACO

1. Introduction

Dans cette partie, je m'intéresserai principalement à l'explication de la mise en place du microscope automatique ainsi que du SYstème de ReconnAissance des COccolithes appelé SYRACO et de son application à du matériel mésozoïque. Le but de ce guide n'est pas de décrire le système informatique qui régit le microscope automatique ou la programmation du système neuronal à la base de SYRACO. Concernant SYRACO, l'ensemble des informations nécessaires est disponible dans la thèse de Denis Dollfus (1997) ou dans les articles Beaufort and Dollfus (2004) et Dollfus and Beaufort (1999).

Dans ce travail, nous avons tenté d'adapter le système de microscopie automatique et SYRACO utilisés en routine au CEREGE (France) pour quantifier les coccolithes du Néogène récent et actuels (Beaufort et al., 2008) à des échantillons du Mésozoïque. Les échantillons traités proviennent de l'Aalénien supérieur et du Bajocien inférieur du bassin Lusitanien (Portugal) et du bassin du Sud-Est (France). Cet intervalle de temps a été sélectionné car il correspond à la diversification d'un genre de coccolithes, les *Watznaueria* qui vont dominer par la suite la communauté de nannofossiles pendant 80 Ma, jusqu'à la fin du Crétacé. Par ailleurs, la diversité spécifique est relativement faible dans l'intervalle étudié avec ~35 espèces connues (Bown, 2005). Cet intervalle semble idéal car il permet de tester SYRACO sur des échantillons qui ne présentent pas une diversité spécifique trop importante tout en testant la reconnaissance des *Watznaueria* si abondantes dans les dépôts mésozoïques post-bajocien.

Dans ce guide, je présenterai tout d'abord un guide d'utilisation de la microscopie automatique à l'aide de photo du microscope et de la plate-forme d'exploitation informatique. Puis, comment créer une base de données nécessaire au fonctionnement de SYRACO en expliquant la méthode ainsi que les critères de sélection des photos. Enfin, un guide d'utilisation de SYRACO sera présenté. Pour conclure cette introduction j'aimerais signaler l'aide d'Yves Gally (CEREGE) dans la mise en place du système de microscopie automatique, de Nicolas Barbarin (CEREGE) et Luc Beaufort (CEREGE) dans la construction de la base de données de SYRACO.

2. Fonctionnement du microscope automatique

2.1. Démarrage et réglages de la luminosité

Tout d'abord, il faut allumer l'ensemble du matériel dans un ordre bien établi. Ces différents composants sont représentés sur la Photo 1. On peut observer un microscope Leica DM 2000, une caméra Spot Flex Monochromatic 15.0 64 Mpx et une platine motorisée Märzhäuser avec son joystick. Concernant la platine, elle possède deux modes de fonctionnement : 'manuel' qui actionne le joystick et 'auto' qui désactive le joystick au profit du programme informatique. Concernant la caméra, elle est monochromatique en niveau de gris ; elle va donc traduire les couleurs visibles au microscope qui vont du noir au jaune avec même parfois des teintes de rouge voir de bleu en 256 niveaux de gris pour une photo 8bit. Le système informatique du microscope automatique peut être mis en marche uniquement lorsque la caméra et la platine sont en marche. Ce programme est nommé 'Cocco-Scan-S'. Lors du démarrage du programme, la platine doit être en mode 'auto'. En effet, la platine se repositionne en Z au démarrage du programme.

Une fois l'ensemble fonctionnel, il faut régler la luminosité du microscope. La luminosité doit être très soigneusement choisie en fonction du matériel analysé. De la luminosité va dépendre une bonne reconnaissance des coccolithes par SYRACO, elle doit donc être parfaitement reproductible à chaque utilisation. Il faut que l'on puisse voir les coccolithes les moins lumineux tout en ne dépassant pas le jaune paille pour les coccolithes les plus lumineux. En effet, si la couleur des coccolithes les plus lumineux est dans le rouge, le niveau de gris extrait par la caméra monochromatique sera inférieur au jaune paille. Au final, pour une même gamme de gris on obtiendra des coccolithes de luminosité significativement différente. Pour sélectionner une luminosité adéquate, il faut alors jouer sur l'intensité de la lumière et l'ouverture du diaphragme. Enfin, il est possible de modifier la luminosité produite par le microscope en changeant l'exposition de la caméra. Dans notre cas, l'intensité lumineuse est au maximum, le diaphragme est assez refermé et l'exposition est à 350. Cette luminosité a été sélectionnée par soucis de reproductibilité (le variateur d'intensité de la luminosité manque de précision car il est dépourvu de graduation) et de visibilité des coccolithes les moins lumineux. En contre-partie, certains coccolithes très minoritaires et souvent très mal préservés sont rouges.

Photo 1 : Microscope automatique, caméra et platine motorisée.

2.2. Explications sur le système d'exploitation

Tout d'abord, je vais donner une description du système d'exploitation. Sur la Figure 1 on peut voir l'écran de navigation. Sur la gauche, sont visibles l'ensemble des indications et la fonctionnalité pour :

- Gérer l'exposition de la caméra.
- Connaître les coordonnées du champ de vue.
- Pouvoir se déplacer en X, Y et Z :
 - en absolu, c'est-à-dire aller à un point d'une coordonnée précise ;
 - en relatif, c'est-à-dire se déplacer d'un certain nombre de micromètres sur la lame.
- Sélectionner les outils ; seuls la loupe et le cadre de sélection sont véritablement utiles.
- Nommer le site ainsi que l'échantillon, nécessaire lors de l'enregistrement des photos.
- Programmer la prise de photo automatique en zigzag par focus prédictif.
- Régler le focus uniquement via le programme. Attention : Il suffit de passer la souris au-dessus du curseur. Les incréments par cette option sont très petits.
- Sélectionner de la taille du champ de vue nécessaire si l'on sélectionne la prise de champ de vue continue
- Sélectionner le nombre de champs de vue photographiés qui sera pris en compte si on ne sélectionne pas l'option 'Champ de vue continu'.

- La possibilité de travailler en manuel avec le nom du champ de vue et de la photo. Ce système permet de sélectionner grâce au joystick un champ de vue et de le prendre en photo.
- La prise de photo en focus manuel permet un déplacement de la platine en automatique mais avec un réglage du focus en manuel pour chaque champ de vue.
- La prise de photo en focus prédictif sur un transect, ceci nécessite la programmation préalable du focus de départ et d'arrivée.
- La prise de photo en focus prédictif en zigzag, il nécessite la programmation préalable du focus de départ et de l'arrivée ainsi que les coordonnées du centre du carré balayé par ce système ('Point de référence en X et Y pour le focus prédictif').
- L'arrêt du programme.
- Des caractéristiques du champ de vue (taille, zoom, luminosité, ...).

Au centre, on observe le champ de vue en niveau de gris transmis par la caméra. Enfin à gauche sont situées les options pour la construction des bases de données avec :

- Le nom de la base ;
- Les noms de chaque groupe prévu.
- Les numéros de la première photo prise pour chaque groupe prévu (Attention : incrémentation automatique après le 1^{er} clic. Cette incrémentation n'est pas affichée).
- Les boutons d'enregistrements des photos pour chaque groupe prévu.

2.3. Comment se déplacer ?

La platine peut être déplacée de deux manières différentes ; en manuel à l'aide du joystick et par ordinateur. Avec l'ordinateur, on peut se déplacer en absolu ou en relatif. J'estime cependant que le système de déplacement par ordinateur a ses limites. Il nécessite de bien situer les bords de la lame et surtout de faire très attention lorsqu'on se déplace en Z car une fois que l'on a sélectionné les coordonnées recherchées, on ne peut plus annuler le déplacement. La moindre erreur peut donc casser la lame ou pire endommager l'objectif. Je préconise donc de se déplacer en manuel avec le joystick, c'est plus aisé et moins risqué.

2.4. Comment prendre les photos pour créer une base de données ?

Le plus simple lors de la création d'une base de données est de se déplacer grâce au joystick. Une fois que l'on a trouvé un coccolithe que l'on souhaite prendre en photo, on utilise l'outil 'Sélection pour la base de données' (Fig.1). Cette option génère un carré, il faut faire bien attention à ne prendre que l'objet qui est intéressant sans les éventuels débris qui l'entourent dans le cadre tout en laissant quelques pixels du fond (noir) autour de l'objet. Si

jamais il n'est pas possible d'éviter un débri, il peut être encore éliminé grâce à Photoshop mais cela demande de retravailler les photos et donc du temps. Un module sera utilisé par ailleurs après avoir pris toutes les photos pour qu'elles aient toute une bordure de trois pixels noirs. Le contour étant défini, on va pouvoir prendre la photo. Au préalable, il faut avoir choisi dans la colonne de droite un nom pour cette base de données ainsi que les groupes que l'on souhaite créer. Dans la seconde partie de ce guide, je discuterai en détail de la réflexion à avoir lors de la création d'une base de données. Une fois que l'on a choisi le nom de la base et de chacun des groupes ainsi que le numéro de la photo (incrémentation automatique à partir du 1^{er} clic), il suffit de cliquer sur le petit carré gris associé.

2.5. Comment programmer la prise de photo automatique en focus prédictif ?

Il existe deux types de prise de photo automatique en focus prédictif. Dans les deux cas, on peut choisir un nombre précis de champs de vue lors du déplacement de la platine ou de prendre les champs de vue successifs. Pour avoir ces champs successifs, il faut connaître le diamètre du champ de vue (ici 150 μm) et cliquer sur le bouton 'Prise de champ de vue continu'.

Le premier type de prise de photo automatique en focus prédictif va prendre les photos souhaitées sur une seule transversale ($Y=0$). Le second type de prise de photo automatique en focus prédictif va prendre les photos souhaitées en zigzag comme sur la figure 2A. Le zigzag va former un quadrillage sur la lame, le centre de ce rectangle est le point de référence. Cependant, lors du collage de la lamelle, le centre de celle-ci peut être largement décalé du point de référence (X_0, Y_0) du logiciel. On pourra donc choisir de déplacer ce point de référence lors de la prise de photo automatique en focus prédictif. Ensuite on enregistrera le focus du X_{end} puis du X_{start} afin d'avoir la mise au point sur le point de départ et d'arrivée et ainsi calculer le focus en chaque variation en X. Ne pas oublier de bien choisir les valeurs de X_{end} et X_{start} en fonction de la distance que l'on veut parcourir sur la lame. Attention, plus la distance parcourue sera grande, plus on produit de photos mais aussi plus on a de chances d'avoir des champs de vue flous. Les déplacements ont été pré-enregistrés dans le logiciel de manière à faire 20 champs de vue en Y. La mise au point reste inchangée pour un X définie.

La platine va lors de son déplacement se déplacer en Y sur tous les champs de vue pour X_1 , puis se déplacer en X_2 et de nouveau se déplacer en Y sur tous les champs de vue et ainsi de suite (Figure 2A).

Ce système de déplacement a été développé spécifiquement pour les échantillons du Jurassique à cause de leur pauvreté relative en nannofossiles en comparaison avec les

échantillons de l'Actuel ou du Néogène. Cependant, ce système a une grosse faiblesse : la génération de champs de vue flous. En effet, comme on peut le voir sur la figure 2B, le focus prédictif, qu'il soit sur une transversale ou en zigzag, ne prend pas en compte l'aspect convexe de la lamelle et considère une ligne droite. Il existe au CEREGE un système de focus automatique. Malheureusement ce système est mal adapté à nos besoins. En effet, dans les échantillons du Jurassique on observe des amas de particules de grandes tailles qui peuvent générer une mise au point très différente de celle nécessaire pour voir les nannofossiles calcaires. En perspective, la possibilité de faire une mise au point sur le point de référence afin de générer deux droites de focus prédictif. Cependant, ce système nécessitera alors de bien faire correspondre le point de référence du système avec le centre de la lamelle. Si cette calibration du point de référence n'était pas exécutée, alors il sera possible de générer encore plus de champs de vue flous.

Pour conclure, ce système permet de générer beaucoup de champs de vue en peu de temps et de façon automatique, mais il faut bien connaître les limites de la méthode afin de ne pas générer trop de champs de vue flous et ensuite passer des heures à éliminer manuellement les photos parasites.

Figure 2 : A) Dessin du déplacement en X et Y lors du focus prédictif en zigzag et B) Dessin du déplacement en X et Z lors du focus prédictif en zigzag. X_{start} et X_{end} correspondent aux deux repères où la mise au point est faite pour le calcul du focus prédictif.

3. Création d'une base de données pour SYRACO

Le système neural SYRACO nécessite la création d'une base de données pour pouvoir fonctionner. Dans la partie 1 et surtout dans le chapitre 1.4, la méthodologie pour la prise des photos pour la création d'une base de données est décrite. Dans ce chapitre 2, je présente la réflexion qui a été conduite en amont de la prise de photos. Une base de données sera compilée et transformée en un 'réseau de neurones'. Je précise enfin que si les photos peuvent être prises, la création du réseau de neurones nécessite un programme particulier qui est géré au CEREGE.

3.1. Les critères de reconnaissance de SYRACO

Tout d'abord il faut bien comprendre que SYRACO n'est pas un système qui est capable de reconnaître les fines différences morphologiques entre les espèces. En effet, les trois grands critères de reconnaissance de SYRACO sont :

- la luminosité de l'objet ;
- la taille de l'objet au travers de sa surface (Attention : SYRACO n'est pas calibré en micromètre mais en pixel) ;
- la forme de l'objet (par exemple ; rond, elliptique, carré, ...)

Les critères utilisés par les taxonomistes sont souvent plus fins que ceux de SYRACO. En conséquence, lors de la création d'une base de données, il faut regrouper les nannofossiles qui se ressemblent avec une attention moindre à leur classification taxonomique. Ce point est particulièrement important et souvent difficile à comprendre pour la communauté des micropaléontologistes. Ainsi on définit des 'groupes' de nannofossiles qui peuvent contenir plusieurs espèces voir des genres différents.

3.2. Combien de réseaux de neurones ?

Si SYRACO ne peut fonctionner qu'avec un seul réseau de neurones à la fois, il est possible de traiter les mêmes photos avec plusieurs réseaux. C'est même une très bonne méthode lorsque l'ensemble des espèces à reconnaître est très diversifié avec des coccolithes mais aussi des nannolithes de formes très différentes. Si ces individus sont conservés comme groupe lors de la construction du réseau de neurones, ils vont introduire une variabilité morphologique trop grande et réduire les capacités de reconnaissance de SYRACO. Par exemple, concernant le Bajocien, l'ensemble des coccolithes en vue proximale et distale a été utilisé pour créer un réseau de neurones et les *Carinolithus* spp. en vue latérale pour un autre

Figure 3 : Espèces de nannofossiles prises en compte lors de la construction de la base de données. A partir de ces photos, deux réseaux de neurones ont été construits, le premier comprenant uniquement les *Carinolithus* spp. en vue latérale et le second l'ensemble des coccolithes dont la présence en proximal/distal est récurrente dans les échantillons de l'intervalle étudié.

groupe (Fig. 3). Cette méthode peut aussi être appliquée s'il est impossible de voir tous les nannofossiles lors de la sélection de l'intensité de la lumière. On pourra générer alors pour chaque champ de vue deux photos avec des expositions différentes. On créera en conséquence un réseau de neurones pour les nannofossiles de faible luminosité et un autre pour les nannofossiles de forte luminosité.

3.3. Combien de photos par groupe et quel critère de sélection d'un individu ?

Pour chaque groupe, il faut acquérir 150 photos. Mais attention, il faut pondérer les photos en fonction du nombre de morphologies différentes au sein d'un même groupe. Par exemple, s'il y a deux espèces dans un groupe, il faut absolument éviter de prendre 140 photos de l'espèce A et seulement 10 de l'espèce B. Ce cas échéant, la réduction de la variabilité morphologique au sein du groupe sera restreinte et pourra engendrer des 'oublis' lors du traitement par SYRACO.

De plus, il est très important de prendre des photos en fonction de la préservation dans les échantillons qui doivent être traités par SYRACO. En effet, si la base de données n'est composée que de photos de nannofossiles parfaitement préservés, le réseau de neurones ne sera pas ou peu efficace dans le traitement d'individus mal préservés. De ce fait, il est plus intéressant de créer un réseau de neurones par localité si elles ne sont pas comparables en termes de préservation.

3.4. Les 'RIEN'

Les 'rien' (nommés 'RIE' dans la base de données) sont les clastes, principalement du carbonate de calcium, qui ne sont pas attribuables à des nannofossiles. Ces particules dont l'origine est majoritairement non-identifiée possèdent une infinité de forme et de luminosité et leur taille est souvent comparable à celle des nannofossiles calcaires. Ces particules forment donc un bruit de fond énorme qui perturbe la reconnaissance automatique. Cette observation est particulièrement vraie dans les échantillons du Jurassique où la très grande majorité des objets observés au microscope appartiennent à ces particules. Afin de résoudre à ce problème, il est nécessaire de créer un groupe 'RIE' composé de 2500 de ces particules. Cette étape est absolument nécessaire au bon fonctionnement de SYRACO et se révèle assez rapide à faire tant ces particules sont abondantes dans le matériel analysé.

3.5. Tester un réseau de neurones

La création de réseaux de neurones à partir d'une base de données photographique se fait par itération d'apprentissage des formes (800 itérations). On obtient donc pour une même base de données de nombreux réseaux de neurones. Il est donc conseillé de tester quelques réseaux à différentes itérations pour voir lequel est le plus efficace.

Pour tester un réseau de neurones, je conseille de prendre une série de photos de champs de vue déjà analysés où les nannofossiles aient été comptabilisés afin de tester la capacité de SYRACO à la reconnaissance de nannofossiles dans une lame. En parallèle, je conseille de prendre une série de photos de nannofossiles isolés (photo du type de celles utilisées pour établir la base de données) afin de tester la capacité de SYRACO à attribuer correctement un nannofossile au groupe lui correspondant.

4. Utilisation de SYRACO

SYRACO affiche l'image traitée et encadre les objets reconnus en direct. Cependant SYRACO, qui est un exécutable fonctionnant uniquement sur Windows, est un programme relativement instable qui peut avoir des « bugs » si plusieurs logiciels travaillent en même temps. Il est donc conseillé de faire fonctionner SYRACO sur un autre ordinateur que celui utilisé pour la microscopie automatique afin de pouvoir travailler avec les deux systèmes simultanément.

4.1. Mise en marche de SYRACO

Pour utiliser SYRACO (version 3.5), il faut tout d'abord charger un réseau de neurones :

Files → *Open neural network* → Sélectionner le réseau de neurones voulu (.net).

Ensuite, il faut sélectionner le répertoire à traiter :

Processing → *Process directory* → Copier le chemin informatique du dossier (exemple : C:\SYRACO\CaboMondego).

Puis il faut créer le fichier texte (.txt) qui résumera les résultats dans un dossier où seront stockées les photos des nannofossiles reconnus par SYRACO. La boîte de dialogue concernant cette étape est directement ouverte après avoir choisi le répertoire à traiter. Il faut

donc bien créer le dossier accueillant les résultats avant d'ouvrir SYRACO. Une fois fini, il suffit de fermer le programme. Attention, SYRACO a tendance à « planter » après la première photo traitée, il est donc conseillé d'attendre au moins que deux photos soient traitées avant d'être sûr du bon fonctionnement du programme.

4.2. Comprendre les résultats obtenus

Une fois le traitement des photos effectué, SYRACO propose une série de photos des nannofossiles reconnus organisées par groupe dont les 'RIEN' et un fichier texte qui résume l'ensemble des objets reconnus. En ce qui concerne le Jurassique, du fait de l'abondance de 'RIEN', la majorité des objets répertoriés par SYRACO ne sont pas des nannofossiles. Il ne faut donc pas faire confiance au fichier texte mais bien comptabiliser les nannofossiles à partir des différentes photos obtenues par SYRACO.

5. Synthèse et perspectives

Pour obtenir une reconnaissance automatique des nannofossiles, plusieurs étapes clés sont identifiées.

- il faut régler le microscope automatique en choisissant une luminosité adaptée aux objets étudiés et une bonne mise au point ;
- il faut créer une base de données photographique pour l'établissement d'un réseau de neurones en adéquation avec les exigences de SYRACO mais aussi en fonction du matériel analysé ; et enfin,
- il est préférable faire fonctionner SYRACO sur un ordinateur à part et faire attention à ses exigences de travail.

Une fois utilisée en routine et bien contrôlée, cette méthode permet de générer rapidement beaucoup de données de très bonne qualité avec la possibilité de conserver les photos des nannofossiles pour des études biométriques sur un nombre très significatif d'échantillons.

Ce système a été créé sous l'impulsion de Luc Beaufort au CEREGE il y a plus de 10 ans. Mais pour l'étude du Jurassique, beaucoup de temps aura été nécessaire à l'organisation d'un réseau de neurones efficace ainsi qu'à l'amélioration de la microscopie automatique avec notamment le système de mise au point prédictif en zigzag.

En perspective, ce système peut être encore amélioré en ajoutant un point de référence de plus. On peut aussi envisager d'installer un système avec autofocus et la calibration de la

biréfringence pour la quantification de la masse des nannofossiles (Beaufort, 2005 ; « calcite analyzer » in Beaufort et al., 2008).

Références

- Beaufort, L., 2005. Weight estimates of coccoliths using the optical properties (birefringence) of calcite. *Micropaleontology* 51(4), 289-298.
- Beaufort, L., Couapel, M., Buchet, N., Claustre, H. and Goyet, C., 2008. Calcite production by Coccolithophores in the South East Pacific Ocean. *Biogeosciences* 5, 1101-1117.
- Beaufort, L. and Dollfus, D., 2004. Automatic recognition of coccoliths by dynamical neural networks. *Marine Micropaleontology* 51, 57-73.
- Bown, P.R., 2005. Calcareous nannoplankton evolution: a tale of two oceans. *Micropaleontology* 51(4), 299-308.
- Dollfus, D., 1997. Reconnaissance de formes naturelles par des réseaux de neurones artificiels : application au nannoplancton calcaire. Unpublished PhD thesis, Université Aix-Marseille III, 167 pp.
- Dollfus, D. and Beaufort, L., 1999. Fat neural network for recognition of position-normalised objects. *Neural Networks* 12, 553-560.

Annexe 2 :

Light microscope (LM) and scanning electron microscope (SEM) observation of coccoliths in the same sample

During my thesis, I have tried to observe the same *Watznaueria* specimen both in LM and SEM in order to better understand species-specific morphology. Half dozen methods do exist in the literature in order to obtain a LM/SEM same specimen interchanges (see Bown and Young, 1998, for a review). The method described here has been presented by Clémence and co-workers (2010) and is based upon the use of a copper grid with coordinate system. This method allows the observation of the very same individuals by the two microscopic methods.

A copper grid Maxtaform ($\Phi 3.05$ mm, Figure A) is glued on a circular slide ($\Phi 10$ mm) using a fine layer of optical glue (Grid coating pen). Then a drop of sample suspension is placed on the grid. When the suspension is dried, the copper grid is covered by cityfluor, an immersion medium easily removable. Eventually, the whole set is covered by a cover glass maintained by plasticine. The complete mounting device is represented in figures B and C. Nannofossils observed in optical microscopy can be located thanks to the copper grid coordinates. Once the optical microscopy observations are completed, the cover slide can be removed and the cityfluor cleaned out with ethanol. Hence, the circular slide with the copper grid glued on it can be fixed to a SEM stub and coated. Nannofossils located thanks to coordinates in the copper grid can easily be spotted in SEM thanks to the coordinate system of the copper grid.

Référence

- Bown, P.R., Young, J.R., 1998. Techniques. In: Bown P.R., Calcareous nannoplankton Biostratigraphy, British Micropaleontological Press, 16-28 pp.
- Clémence, M.-E., Bartolini, A., Gardin, S., Paris, G., Beaumont, V., Page, K.N., 2010. Early Hettangian benthic-planktonic coupling at Doniford (SW England) palaeoenvironmental implications for the aftermath of the end-Triassic crisis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 295, 102-115.

Remerciements

Me voici arrivé aux remerciements, une partie au combien importante qui laisse une fenêtre d'expression pour valoriser les soutiens diverses reçus au cours du long et éprouvant chemin vers la soutenance de thèse. Cette partie reste pour moi un moyen d'expression et j'espère que le lecteur ne tiendra pas rigueur de mes souvenirs divaguants, choix personnels ou autres blagues sans queue ni tête. Je vais donc sans plus tarder remercier l'ensemble des gens qui ont fait ce que je suis et qui m'ont permis d'arriver ici aujourd'hui.

Bien sur, je ne pouvais commencer par quelqu'un d'autre que ma mère qui m'a soutenu depuis si longtemps, sans faille, qui m'a permis de passer mes étés à creuser plutôt qu'à travailler, qui m'a sans hésitation soutenu durant mon année au Canada et qui m'aura aidé jusqu'à la fin (lors des dernières semaines de la thèse, ma gentille maman m'apportait des provisions). Sans elle, je serais ce que mes enseignants de collège et lycée voulaient que je sois, c'est-à-dire pas grand-chose. J'associerais à ma mère, ma grande sœur Marion qui fut une deuxième maman pour moi et le plus grand de mes petits frères Jonathan. Par la même occasion, je remercie ma grand-mère et mon défunt grand-père qui m'ont toujours soutenu quoi que je fasse. Merci à mon défunt oncle, qui nous aura quitté bien trop tôt, à ma cousine et mon cousin. Enfin, l'ensemble de la famille du côté de ma mère qui - même si du côté de son père il n'y a quasiment personne - décimés par la guerre et le temps, du côté de sa mère on retrouve la moitié de la France environ. Ils n'ont jamais manqué de me souhaiter bon courage à chaque occasion et je les en remercie chaudement. Par ailleurs, je remercie chaudement Nercès, Charles, Liliane et Martin Chauffret mais aussi Marie, autant d'amis de ma mère que je souhaite remercier.

Je remercie mon père qui m'a aussi soutenu, plus maladroitement. Par la même occasion je citerais mes frères même si le temps a avancé, l'accumulation de travail m'a empêché de les voir. J'aimerais aussi remercier ma grand-mère et mon défunt grand-père qui m'ont toujours soutenu même si elle pense toujours que je suis archéologue. Par la même occasion, je remercie Christine et Michel, toujours derrière moi. Enfin l'ensemble de la famille, que ce soit du côté de mon père même si je n'ai vu personne depuis plusieurs années ou du côté de ma belle-mère. Au cours de mes études, ils n'ont jamais manqué de me soutenir et je les en remercie.

Que serais-je sans mes amis qui depuis des années me soutiennent. Tout d'abord, les loosers. Cette bande de copains du collège et du lycée avec qui j'aurais presque tout fait même si récemment nos soirées se résument à être couché dans un salon et ne rien faire d'autre que rigoler, aller boire des bières et rigoler ou aller voir Bobo au parloir et rigoler. Rigoler reste le maître-mot tout de même. Merci Loulou, Chichi, Jc, Guy, Nath, Momo, Bobo, Charly, Philip et j'inclurais Jujax qui, même si je ne le connais depuis moins longtemps, fait parti de la bande. Je ne peux pas faire de remerciement sans mettre mes trois pitchounes. La première année de thèse n'aurait pas été la même sans Capucine, Flore et Mélodie, trois de mes meilleures amies. Merci de m'avoir supporté, écouté, conseillé et surtout avec qui je me suis tant amusé. Avec elles, merci à la charmante Perrine souvent accompagnée d'Alizée, à Pomme et Fred. Par la même occasion, merci à Solène inclassable et inclassée. Je n'oublie pas Patrizio qui m'aura notamment aidé dans l'écriture d'un article.

Mes jeunes années ont été saccadées par les campagnes de fouilles, j'ai passé plus de 6 mois cumulés en fouilles durant mes études chaque été. Et bien sur je remercie les organisateurs car j'ai énormément appris professionnellement et personnellement. Merci à Claude Guérin, Jean-Michel Mazin et Joane Pouech, Angela Delgado-Buscalioni et Jean-Michel (le petit). Du coup je remercie l'ensemble des gens que j'ai rencontré sur ces terrains divers et variés, les équipes de Senèze, Cherves, Las Hoyas, Loulle et bien sur les copains de Crayssac avec qui on essaye de se retrouver chaque année sur place. En vrac, merci au

Lieutenant qui m'a toujours aidé et soutenu, à Brahim, Nono, Zitoun, Juliette, bien sur Topher, ainsi qu'Aurélie, Pilou, Maria, Elsa, Vincou, Opale, Alex et j'en oublie sûrement involontairement. Je suis obligé de parler de mes collègues de fouilles de Belmont. Nous avons monté ce projet avec toute l'envie du monde et j'espère que cette première expérience ce terminera bien. Merci Alex avec son café et ses idées plein la tête, Kévin, Estel, Peggy, Jerem, Louis, Julien. En parlant d'Emiland, je remercie tout les anciens étudiants et thésards dont il fait partie, tant de « mecs en or » qui m'ont accueilli dès mon M1, qui m'ont intégré au laboratoire et qui m'ont tellement payé à boire. Je citerais ainsi Emiland (3 fois alors ne vient pas te plaindre après mec !), Jano notre touriste slovaque préféré, Toto, Nok Noy, Kellie, Wilsa, Lolo, Lutin, Poussin, Bibi, Ronan, Raph, Mél, Antoine, Marco, Seb, Francis (je remonte loin dans le temps), Damien, Benji, Samuel et j'en oublie forcément. Je remercie aussi les jeunes thésards, ceux qui sont arrivés après moi ayant été le seul de ma promotion à avoir intégré à l'époque le laboratoire PEPS. Je remercie donc chaleureusement Julien C., Julien P., Marie, Samer, Stéphanie, Martin, Klervia, Martina, Laurent, Cécile, Marine, Aurélien, Mimi (bon pas doctorante à Lyon mais ça compte) et tout particulièrement Anne-Sabine souffre douleur qui se révèle être une de mes meilleures amies. Je n'en dis pas plus mais merci à toi d'avoir été là, merci beaucoup.

A l'instar de KoolShen j'enchaîne, et j'aimerais remercier mes collègues de Lyon ou d'ailleurs qui m'ont aidé lors de ma thèse que ce soit pour la recherche ou l'enseignement. Ainsi je remercie Gilles toujours disponible pour un problème statistique, Frédéric, Marc, Pierre H., Régis, Pierre M., Claude toujours disponible pour m'aider dans l'enseignement, Nicolas O., Myette et ses amateurs ainsi que Hughes, Fafa et Nathalie au milieu de tout ça, Stéphane, Isabelle, Alexandre S., Rémi, Ponpon, Yves G. (spécial dédicace), Nicolas B., Raymond E., Vincent, Jean, Romain, Gatsby, Pascal, Gweltaz, Jean-Emmanuel, Muriel, Francis, Sylvain, Fabrice, Mariem, Silvia et j'en oublie. Mention spécial à Guy Plint pour son soutien lors de ma courte vie canadienne. Et enfin merci à Christophe et Luc d'avoir encadré ma thèse ainsi qu'à Paul R. Bown, Annachiara Bartolini, Jorijntje Henderiks et Yannick Donnadieu de prendre le temps et de se déplacer pour juger mon travail.

Je n'aurais jamais pu faire cette thèse sans le soutien quotidien de nombreux divertissements et j'aimerais remercier tout particulièrement The Cat Empire d'avoir tout compris, Wax Tailor, Chinese Man, Oldelaf et Monsieur D et Les Fatals Picards pour cet humour si revitalisant, tout particulièrement lors des interminables journées de broyage et de calcimétrie. Je ne peux pas oublier Pomf & Thud qui restent un bol d'air pur sans cesse renouvelé. Internet et l'ensemble du savoir et de n'importe quoi qui vous change les idées. Les jeux vidéos qui ont bercé ma jeunesse, le sport dont le basket et le rugby, le travail de palefrenier que je faisais les étés avant de faire des fouilles, cette ville de Lyon que j'aime tant, les voyages que j'ai pu faire en Chine, St Petersburg, Estonie, Japon, San Francisco et tellement d'autres à venir, toutes ces petites choses insignifiantes mais importantes. Mais que ferais-je si Dieu n'avait pas inventé les coccolithophoridés il y a 6000, honnêtement je m'ennuierais toute la journée. Je ne remercie pas Nicolas S. parce que voila je l'aime pas. Merci à l'inventeur de la guitare mais aussi à toutes les équipes de rugby de l'ENS successives que j'ai connu. J'en profite pour en mettre un peu dans la casquette de mes vieilles rancunes...allez non, on ne bâtit rien sur la haine.

Un lecteur avertit dirait que j'ai oublié pas mal de gens important. Bien sur, cet oubli volontaire vient pallier le fait qu'il ne peut avoir qu'une seule personne en premier. Donc tout d'abord, je ne serais jamais comment remercier mes anciens colocataires. Nous avons vécu 3 ans ensemble et chaque jours je regrette de ne plus pouvoir profiter de vous. Un soutien quotidien sans faille, chargé de bonne humeur et de chaleur. Autant de frères et sœurs avec qui j'ai grandi. Merci du fond du cœur à l'ensemble du staff du célèbre Picolloc Bar, merci Mathieu, Sophie, Aurélien, Céline et Mélanie. Vous me manquez tant.

Enfin, j'aimerais terminer en remerciant Emanuela, Bernard, Fabienne et Guillaume. En M1, à la recherche désespérée d'un stage je suis allé voir Emanuela avec une idée en tête. Elle m'a accueilli, m'a laissé ma chance et ça, je ne l'oublierais jamais. Dès lors, comme dirait Guillaume, j'ai été intégré à cette « famille ». J'ai tellement appris grâce à eux. Quelle chance d'avoir rencontré Guillaume si jeune, nos discussions quotidiennes sans fin m'ont inculqué un esprit critique essentiel à la recherche dès mes débuts. Le soutien d'Emanuela, de Bernard et un peu plus tard de Fabienne aura été quotidien, toujours en me poussant vers l'avant. Et dès que j'avais un problème, je trouvais un interlocuteur, j'avais même le choix. Je pense que je n'aurais jamais pu faire une thèse, voir même de la recherche, si je ne vous avais pas rencontré. Les mots me manquent pour vous exprimer ma gratitude mais je n'en pense pas moins. Un grand merci.

J'ai pu oublier de mentionner certaines personnes, ce n'est pas pour autant que je ne les garde pas dans mon cœur. Je terminerais cette partie en éludant un doute de l'esprit de certains lecteurs. Si vous pensiez que cette thèse répondrait à la question que tout le monde ce pose « Qui a laissé les chiens dehors ? » malheureusement vous n'êtes pas au bon endroit.

A ma mère, ma sœur et mon frère ;
A Mathieu, Sophie, Aurélien, Céline et Mélanie ;
A Emanuela, Bernard, Guillaume et Fabienne ;
Merci
Baptiste Suchéras-Marx

Tableaux de données

Chaudon-Norante, France p.190

Calcimétrie et géochimie isotopique des carbonates p.190

Niveaux de gris p.225

Production carbonatée en comptage manuel p.277

Production carbonatée en comptage automatique p.278

Cabo Mondego, Portugal p.280

Calcimétrie et géochimie isotopique des carbonates p.280

Production carbonatée en comptage manuel p.282

Production carbonatée en comptage automatique p.283

CHAUDON-NORANTE						
Etage	Zone d'ammonite	Echantillon	Côte (m)	CaCO ₃ (%wt)	δ ¹³ C (‰; VPDB)	δ ¹⁸ O (‰; VPDB)
Aalénien supérieur	Concavum	CN1	0	80,54097468	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN2	0,15	55,98424384	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN3	0,3	89,76312347	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN4	0,45	85,61826826	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN5	0,6	71,43300212	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN6	0,75	87,95319737	0,717527362	-5,421147481
Aalénien supérieur	Concavum	CN7	0,9	81,38852768	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN8	1,05	84,32319677	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN9	1,2	23,64583149	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN10	1,35	65,64359292	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN11	1,5	35,75895502	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN12	1,65	31,3152679	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN13	1,8	84,00300503	1,092503977	-4,599560086
Aalénien supérieur	Concavum	CN14	1,95	34,06431336	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN15	2,1	31,06584745	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN16	2,25	76,41183309	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN17	2,4	82,71170061	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN18	2,55	30,0022366	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN19	2,7	35,11594315	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN20	2,85	28,99523054	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN21	3	44,32064948	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN22	3,15	84,86976764	1,172843376	-4,777781756
Aalénien supérieur	Concavum	CN23	3,3	71,39674421	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN24	3,45	37,43451218	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN25	3,6	29,34994105	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN26	3,75	25,69797949	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN27	3,9	68,90624842	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN28	4,05	84,12150166	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN29	4,2	27,08440025	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN30	4,35	81,04987699	1,270227422	-4,626573867
Aalénien supérieur	Concavum	CN31	4,5	33,15569409	-	-

Aalénien supérieur	Concavum	CN32	4,65	35,96038268	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN33	4,8	83,76256653	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN34	4,95	81,07351763	1,173014964	-4,685756675	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN35	5,1	41,74573125	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN36	5,25	28,68883322	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN37	5,4	31,94326246	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN38	5,55	46,00469407	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN39	5,7	40,30801857	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN40	5,85	68,4266633	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN41	6	82,43857176	1,189235102	-4,9923792	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN42	6,15	40,71690063	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN43	6,3	38,42049914	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN44	6,45	82,1524989	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN45	6,6	40,56003384	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN46	6,75	19,23012002	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN47	6,9	25,51417382	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN48	7,05	42,82587845	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN49	7,2	86,78380147	1,003698832	-4,961796457	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN50	7,35	68,09126677	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN51	7,5	77,67440166	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN52	7,65	29,43467182	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN53	7,8	29,60454329	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN54	7,95	65,22349769	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN55	8,1	21,37495744	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN56	8,25	23,17303485	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN57	8,4	89,0796496	0,527818516	-4,976376707	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN58	8,55	79,51944581	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN59	8,7	28,68928082	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN60	8,85	25,94285905	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN61	9	28,96943721	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN62	9,15	40,83664353	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN63	9,3	31,29098713	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN64	9,45	47,60761002	-	-	-

Aalénien supérieur	Concavum	CN65	9,6	42,39803204	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN66	9,75	74,59233077	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN67	9,9	82,19856575	1,161683732	-	-4,90148548
Aalénien supérieur	Concavum	CN68	10,05	40,97632618	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN69	10,2	89,11360503	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN70	10,35	32,3462825	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN71	10,5	25,39564697	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN72	10,65	84,09812052	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN73	10,8	81,34200872	1,242022901	-	-4,679673442
Aalénien supérieur	Concavum	CN74	10,95	41,98633046	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN75	11,1	19,92916704	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN76	11,25	33,28679664	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN77	11,4	42,01011573	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN78	11,55	36,45956894	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN79	11,7	26,38233288	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN80	11,85	37,23622655	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN81	12	87,46536969	1,320986056	-	-4,685968771
Aalénien supérieur	Concavum	CN82	12,15	81,96228174	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN83	12,3	30,3036936	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN84	12,45	37,96784264	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN85	12,6	24,62101329	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN86	12,75	35,38387861	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN87	12,9	86,6425045	1,338566769	-	-4,86769813
Aalénien supérieur	Concavum	CN88	13,05	42,84944345	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN89	13,2	41,58565461	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN90	13,35	58,36675171	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN91	13,5	39,63836982	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN92	13,65	36,3903732	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN93	13,8	81,93383459	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN94	13,95	85,88643617	1,409329761	-	-4,649494591
Aalénien supérieur	Concavum	CN95	14,1	48,88712245	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN96	14,25	87,80115738	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN97	14,4	51,23015973	-	-	-

Aalénien supérieur	Concavum	CN98	14,55	44,78396985	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN99	14,7	35,82176496	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN100	14,85	85,33182148	1,654319852	-4,670695654	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN101	15	35,15543894	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN102	15,15	32,87331082	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN103	15,3	84,41169975	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN104	15,45	87,73470842	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN105	15,6	22,44102472	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN106	15,75	88,30612107	0,969434396	-5,34813053	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN107	15,9	45,74016556	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN108	16,05	51,96760487	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN109	16,2	78,74447247	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN110	16,35	66,44743931	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN111	16,5	87,3206377	1,526042969	-4,983420677	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN112	16,65	38,08548059	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN113	16,8	44,31559569	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN114	16,95	34,856145	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN115	17,1	79,13694968	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN116	17,25	85,28052251	1,248851355	-5,130617257	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN117	17,4	55,97364915	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN118	17,55	26,7913148	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN119	17,7	47,98898894	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN120	17,85	77,96922139	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN121	18	28,79416449	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN122	18,15	40,67190384	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN123	18,3	84,61556314	1,502972774	-4,394333641	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN124	18,45	64,77823083	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN125	18,6	73,19861596	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN126	18,75	49,77720114	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN127	18,9	30,63598459	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN128	19,05	37,68752087	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN129	19,2	48,42650843	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN130	19,35	85,12202766	1,642817939	-4,364623011	-

Aalénien supérieur	Concavum	CN131	19,5	42,42200228	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN132	19,65	41,8831467	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN133	19,8	40,76579381	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN134	19,95	29,81207964	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN135	20,1	86,76186507	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN136	20,25	87,52512462	1,574056633	-4,213559678	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN137	20,4	45,21012217	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN138	20,55	45,86186293	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN139	20,7	87,25506418	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN140	20,85	81,78939995	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN141	21	49,12936866	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN142	21,15	42,93738529	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN143	21,3	88,45231941	1,450269777	-4,682267677	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN144	21,45	39,84820665	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN145	21,6	45,8818094	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN146	21,75	89,60078143	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN147	21,9	38,92009753	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN148	22,05	41,42905719	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN149	22,2	69,59913467	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN150	22,35	84,66322931	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN151	22,5	34,40558862	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN152	22,65	49,58383507	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN153	22,8	85,22768712	1,484954443	-4,413448068	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN154	22,95	87,58298331	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN155	23,1	40,03453989	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN156	23,25	45,15726387	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN157	23,4	74,162689	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN158	23,55	33,952486	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN159	23,7	38,72273731	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN160	23,85	28,37952544	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN161	24	85,40670188	1,434723048	-4,402079913	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN162	24,15	89,27069824	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN163	24,3	41,90486827	-	-	-

Aalénien supérieur	Concavum	CN164	24,45	29,12244328	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN165	24,6	87,43148274	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN166	24,75	48,46784613	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN167	24,9	26,76242979	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN168	25,05	81,42594724	1,289644623	-4,778573935	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN169	25,2	44,03676651	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN170	25,35	29,88691443	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN171	25,5	46,78860299	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN172	25,65	37,52486341	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN173	25,8	41,80325332	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN174	25,95	83,91434519	1,198338649	-4,95774775	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN175	26,1	62,20837348	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN176	26,25	44,27236355	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN177	26,4	26,55257945	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN178	26,55	34,0613326	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN179	26,7	87,9679539	1,106508239	-4,168261289	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN180	26,85	54,15757846	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN181	27	22,46032541	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN182	27,15	64,29414218	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN183	27,3	53,24974354	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN184	27,45	38,71419437	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN185	27,6	43,38154507	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN186	27,75	88,4229609	1,163836196	-4,233966326	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN187	27,9	42,10546617	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN188	28,05	25,90288482	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN189	28,2	82,69616974	1,338304018	-4,918859513	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN190	28,35	69,95112126	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN191	28,5	80,6479784	1,470769656	-4,755787704	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN192	28,65	37,69057879	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN193	28,8	29,7519678	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN194	28,95	36,32354213	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN195	29,1	31,59679105	-	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN196	29,25	40,52520332	-	-	-

Aalénien supérieur	Concavum	CN197	29,4	38,28694962	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN198	29,55	41,75902528	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN199	29,7	79,38644223	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN200	29,85	79,04375468	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN201	30	41,68619471	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN202	30,15	35,76899728	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN203	30,3	18,94577516	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN204	30,45	18,52263407	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN205	30,6	74,13023951	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN206	30,75	65,1318324	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN207	30,9	86,57720142	1,163795735	-4,966660632
Aalénien supérieur	Concavum	CN208	31,05	28,88476501	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN209	31,2	28,2169707	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN210	31,35	85,55657131	1,027587492	-4,093602652
Aalénien supérieur	Concavum	CN211	31,5	82,02166797	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN212	31,65	48,20212162	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN213	31,8	37,76792091	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN214	31,95	30,50009157	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN215	32,1	35,23450424	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN216	32,25	77,64197611	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN217	32,4	84,83196869	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN218	32,55	82,73978533	1,170718297	-5,141961237
Aalénien supérieur	Concavum	CN219	32,7	43,58800823	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN220	32,85	33,45696886	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN221	33	34,79513582	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN222	33,15	36,71212409	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN223	33,3	30,01881339	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN224	33,45	28,82168538	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN225	33,6	47,63684833	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN226	33,75	51,4827668	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN227	33,9	83,91217683	1,288734204	-4,900820865
Aalénien supérieur	Concavum	CN228	34,05	46,16191317	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN229	34,2	51,22294224	-	-

Aalénien supérieur	Concavum	CN230	34,35	82,16830495	1,377353784	-4,371385635
Aalénien supérieur	Concavum	CN231	34,5	77,71135809	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN232	34,65	31,1135043	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN233	34,8	43,24895937	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN234	34,95	77,14580035	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN235	35,1	39,30326677	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN236	35,25	73,67315386	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN237	35,4	42,15621051	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN238	35,55	38,30732423	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN239	35,7	29,82487366	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN240	35,85	35,36460605	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN241	36	42,94115507	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN242	36,15	26,78989712	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN243	36,3	70,89409087	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN244	36,45	81,0135884	1,190643968	-5,150487634
Aalénien supérieur	Concavum	CN245	36,6	62,1588776	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN246	36,75	55,19772845	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN247	36,9	31,73699339	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN248	37,05	43,84681258	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN249	37,2	46,75405014	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN250	37,35	47,25501222	-	-
Aalénien supérieur	Concavum	CN251	37,5	40,58510841	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN252	37,65	82,5055451	1,321686964	-4,935075729
Bajocien inférieur	Discites	CN253	37,8	38,52431115	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN254	37,95	30,95994029	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN255	38,1	26,5823162	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN256	38,25	31,30240825	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN257	38,4	25,6251283	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN258	38,55	17,52465122	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN259	38,7	24,17008535	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN260	38,85	27,32204601	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN261	39	31,07656477	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN262	39,15	45,19486572	-	-

Bajocien inférieur	Discites	CN263	39,3	37,19955545	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN264	39,45	26,23103239	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN265	39,6	42,1270384	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN266	39,75	61,90852261	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN267	39,9	35,08393319	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN268	40,05	34,47465962	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN269	40,2	77,93770209	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN270	40,35	81,21439472	1,494631545	-4,594352098
Bajocien inférieur	Discites	CN271	40,5	28,91381469	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN272	40,65	27,07829158	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN273	40,8	54,7659	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN274	40,95	78,33772634	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN275	41,1	26,72789282	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN276	41,25	24,0003729	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN277	41,4	20,16577115	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN278	41,55	28,15637736	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN279	41,7	82,23688162	1,342772958	-4,938778041
Bajocien inférieur	Discites	CN280	41,85	28,165679	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN281	42	18,92916886	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN282	42,15	15,9666607	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN283	42,3	18,62898059	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN284	42,45	28,1233911	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN285	42,6	80,56664945	1,333043992	-4,870922991
Bajocien inférieur	Discites	CN286	42,75	39,94668926	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN287	42,9	35,6683505	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN288	43,05	39,49851339	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN289	43,2	37,36524496	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN290	43,35	26,07174367	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN291	43,5	24,84192133	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN292	43,65	28,23688422	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN293	43,8	83,32824767	1,38570619	-4,499703637
Bajocien inférieur	Discites	CN294	43,95	41,91913695	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN295	44,1	42,79601533	-	-

Bajocien inférieur	Discites	CN296	44,25	30,45893499	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN297	44,4	20,37653645	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN298	44,55	16,90712214	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN299	44,7	17,58864486	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN300	44,85	81,9875057	1,36362301	-4,88148203	
Bajocien inférieur	Discites	CN301	45	79,14962578	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN302	45,15	49,96215272	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN303	45,3	41,86863146	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN304	45,45	28,25480715	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN305	45,6	41,80850489	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN306	45,75	83,07829874	1,374490275	-5,099181837	
Bajocien inférieur	Discites	CN307	45,9	44,34773122	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN308	46,05	42,72503134	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN309	46,2	60,20525282	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN310	46,35	85,96129253	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN311	46,5	51,05524816	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN312	46,65	49,4971506	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN313	46,8	36,62584789	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN314	46,95	30,89447205	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN315	47,1	82,44645968	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN316	47,25	82,13958827	1,348463654	-5,16402431	
Bajocien inférieur	Discites	CN317	47,4	80,10086374	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN318	47,55	54,30463419	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN319	47,7	26,09098821	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN320	47,85	24,33356405	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN321	48	21,75315061	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN322	48,15	19,8278457	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN323	48,3	19,36720633	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN324	48,45	18,69264981	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN325	48,6	22,99035766	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN326	48,75	42,13302787	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN327	48,9	85,47956752	1,419936949	-5,325057326	
Bajocien inférieur	Discites	CN328	49,05	60,98390887	-	-	

Bajocien inférieur	Discites	CN329	49,2	55,33881987	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN330	49,35	56,4576612	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN331	49,5	87,83584203	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN332	49,65	73,93197784	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN333	49,8	28,39593266	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN334	49,95	33,27691945	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN335	50,1	39,74807741	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN336	50,25	25,79208675	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN337	50,4	36,70081362	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN338	50,55	33,55011464	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN339	50,7	46,86762146	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN340	50,85	46,82595717	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN341	51	28,70947804	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN342	51,15	52,88389011	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN343	51,3	52,35508659	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN344	51,45	85,99316958	1,504302236	-4,746779006
Bajocien inférieur	Discites	CN345	51,6	77,41737566	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN346	51,75	43,28126179	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN347	51,9	42,82793502	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN348	52,05	87,56371709	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN349	52,2	29,56018701	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN350	52,35	29,9415997	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN351	52,5	22,168544	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN352	52,65	53,51153448	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN353	52,8	51,47692743	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN354	52,95	87,41615836	1,505055082	-4,758893649
Bajocien inférieur	Discites	CN355	53,1	69,8886926	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN356	53,25	71,61607031	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN357	53,4	85,74363784	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN358	53,55	57,26478411	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN359	53,7	44,19214083	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN360	53,85	34,20544291	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN361	54	48,42686977	-	-

Bajocien inférieur	Discites	CN362	54,15	44,56960263	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN363	54,3	38,18480891	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN364	54,45	74,78737934	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN365	54,6	42,85056269	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN366	54,75	57,85853842	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN367	54,9	87,52974629	1,627964552	-4,706183819	
Bajocien inférieur	Discites	CN368	55,05	64,94886388	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN369	55,2	49,05460917	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN370	55,35	37,30884701	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN371	55,5	34,37595586	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN372	55,65	34,73780066	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN373	55,8	37,11489828	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN374	55,95	27,83881171	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN375	56,1	27,58498115	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN376	56,25	52,60052414	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN377	56,4	52,11891944	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN378	56,55	74,26946021	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN379	56,7	69,51781802	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN380	56,85	42,36572226	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN381	57	49,47857032	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN382	57,15	78,96835157	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN383	57,3	69,84042764	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN384	57,45	58,09706778	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN385	57,6	36,27044465	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN386	57,75	50,7255154	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN387	57,9	63,49871648	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN388	58,05	80,12348386	1,848864421	-5,145481697	
Bajocien inférieur	Discites	CN389	58,2	50,20770146	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN390	58,35	33,8009448	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN391	58,5	27,94906542	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN392	58,65	20,39322134	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN393	58,8	25,63869025	-	-	
Bajocien inférieur	Discites	CN394	58,95	29,44626021	-	-	

Bajocien inférieur	Discites	CN395	59,1	32,3201599	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN396	59,25	30,59778771	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN397	59,4	28,49480067	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN398	59,55	30,54445134	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN399	59,7	30,23449359	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN400	59,85	35,74066648	-	-
Bajocien inférieur	Discites	CN401	60	30,06407465	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN402	60,15	69,63951571	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN403	60,3	77,62367994	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN404	60,45	47,84984608	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN405	60,6	52,35059308	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN406	60,75	83,92388872	1,679219834	-5,062825385
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN407	60,9	72,47197543	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN408	61,05	47,29381437	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN409	61,2	34,49624392	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN410	61,35	82,04831815	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN411	61,5	56,27489031	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN412	61,65	34,50574486	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN413	61,8	54,57513377	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN414	61,95	81,95360137	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN415	62,1	52,06050006	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN416	62,25	53,12697765	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN417	62,4	83,42512146	1,791145701	-5,130264156
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN418	62,55	54,85578268	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN419	62,7	48,54299658	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN420	62,85	67,20491494	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN421	63	53,33693044	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN422	63,15	41,08727952	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN423	63,3	79,20844239	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN424	63,45	81,26585087	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN425	63,6	36,02950403	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN426	63,75	73,84408332	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN427	63,9	54,39834865	-	-

Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN428	64,05	43,1655936	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN429	64,2	50,60332589	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN430	64,35	57,40032356	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN431	64,5	48,38672621	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN432	64,65	85,97494831	1,944004591	-5,119431004	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN433	64,8	78,16090019	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN434	64,95	51,84045993	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN435	65,1	45,12006722	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN436	65,25	85,81230776	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN437	65,4	82,18729804	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN438	65,55	73,40945064	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN439	65,7	42,54492703	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN440	65,85	33,24376359	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN441	66	68,75717145	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN442	66,15	56,45797826	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN443	66,3	57,3015786	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN444	66,45	81,35716547	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN445	66,6	85,58895209	2,065865186	-4,894880712	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN446	66,75	48,54007165	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN447	66,9	54,17959928	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN448	67,05	68,07416131	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN449	67,2	80,13222996	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN450	67,35	83,85931399	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN451	67,5	50,02583313	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN452	67,65	77,41930641	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN453	67,8	77,31054395	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN454	67,95	83,72600595	2,027986426	-5,134086689	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN455	68,1	77,81999683	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN456	68,25	57,69301802	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN457	68,4	35,50602962	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN458	68,55	56,51850289	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN459	68,7	85,86292321	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN460	68,85	83,36009068	-	-	-

Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN461	69	44,66768657	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN462	69,15	27,32951796	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN463	69,3	82,15558908	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN464	69,45	84,21413452	2,080044125	-4,783535942	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN465	69,6	41,10473194	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN466	69,75	58,32677838	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN467	69,9	85,53167162	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN468	70,05	74,40785193	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN469	70,2	46,88386666	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN470	70,35	51,89204972	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN471	70,5	72,44021961	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN472	70,65	68,56109177	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN473	70,8	86,88503271	2,128236904	-4,871238578	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN474	70,95	47,0240001	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN475	71,1	43,76485957	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN476	71,25	63,04373181	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN477	71,4	84,38416437	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN478	71,55	33,04658898	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN479	71,7	86,93096086	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN480	71,85	86,2170285	2,110788956	-4,813649966	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN481	72	64,49748528	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN482	72,15	37,82349788	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN483	72,3	55,42248943	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN484	72,45	70,41464357	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN485	72,6	63,37072335	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN486	72,75	69,46000299	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN487	72,9	63,88428945	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN488	73,05	57,60697472	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN489	73,2	65,40819449	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN490	73,35	76,55302456	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN491	73,5	73,71342412	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN492	73,65	60,05940382	-	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN493	73,8	39,64138772	-	-	-

Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN494	73,95	67,40962954	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN495	74,1	83,54952965	2,298735822	-4,77233101
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN496	74,25	30,5277107	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN497	74,4	75,66836672	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN498	74,55	64,74305838	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN499	74,7	59,42276237	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN500	74,85	54,79345937	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN501	75	52,24106841	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN502	75,15	43,89158849	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN503	75,3	59,71486007	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN504	75,45	86,15862643	2,247337842	-4,900740363
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN505	75,6	65,37646918	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN506	75,75	79,81688005	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN507	75,9	86,59215054	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN508	76,05	67,57065296	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN509	76,2	88,32970975	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN510	76,35	62,5317625	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN511	76,5	81,6513015	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN512	76,65	61,17664659	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN513	76,8	83,79172138	2,409354193	-4,805985602
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN514	76,95	40,18592916	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN515	77,1	59,36474589	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN516	77,25	81,0705104	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN517	77,4	88,32234364	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN518	77,55	89,04743093	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN519	77,7	70,71032028	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN520	77,85	86,6533068	2,534649573	-4,992488835
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN521	78	86,57261497	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN522	78,15	66,5680168	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN523	78,3	80,75581395	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN524	78,45	54,66098544	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN525	78,6	83,87007593	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN526	78,75	31,1170336	-	-

Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN527	78,9	82,70984758	2,460850478	-5,05955326
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN528	79,05	80,76245992	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN529	79,2	69,60756451	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN530	79,35	87,16970112	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN531	79,5	69,05800546	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN532	79,65	85,91512083	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN533	79,8	67,03219014	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN534	79,95	65,34919942	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN535	80,1	85,68434238	2,574490723	-4,8128516
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN536	80,25	80,13450004	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN537	80,4	75,97362156	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN538	80,55	37,35801135	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN539	80,7	52,14935857	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN540	80,85	48,24797812	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN541	81	36,07602734	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN542	81,15	63,10192425	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN543	81,3	53,59563676	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN544	81,45	43,48239539	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN545	81,6	77,29108302	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN546	81,75	74,8864759	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN547	81,9	80,03246689	2,690466304	-4,761128211
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN548	82,05	80,98791994	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN549	82,2	53,75905534	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN550	82,35	72,26865689	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN551	82,5	77,32915381	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN552	82,65	52,14581538	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN553	82,8	65,24630038	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN554	82,95	84,63266198	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN555	83,1	88,30776797	2,728190867	-4,818322949
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN556	83,25	82,19848934	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN557	83,4	59,59519222	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN558	83,55	50,02704253	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN559	83,7	58,94708094	-	-

Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN560	83,85	49,29418703	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN561	84	63,05210094	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN562	84,15	82,04546776	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN563	84,3	53,06501403	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN564	84,45	83,50188906	2,701355579	-4,561222026
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN565	84,6	84,64567793	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN566	84,75	43,12158273	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN567	84,9	52,21764349	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN568	85,05	83,72860266	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN569	85,2	42,89126233	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN570	85,35	56,76979467	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN571	85,5	79,98880942	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN572	85,65	83,51761381	2,613715489	-4,660744529
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN573	85,8	39,89310679	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN574	85,95	81,20350769	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN575	86,1	77,19080968	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN576	86,25	50,76267695	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN577	86,4	37,24951333	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN578	86,55	51,76895546	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN579	86,7	83,7991497	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN580	86,85	50,69405213	-	-
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN581	87	67,17150456	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN582	87,15	84,73892433	2,589969815	-4,907610665
Bajocien inférieur	Sauzei	CN583	87,3	68,52133716	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN584	87,45	28,26512851	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN585	87,6	57,45337825	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN586	87,75	78,64368589	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN587	87,9	42,85566073	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN588	88,05	84,62718595	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN589	88,2	70,06247655	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN590	88,35	51,73557693	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN591	88,5	49,37946167	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN592	88,65	85,11621828	-	-

Bajocien inférieur	Sauzei	CN593	88,8	83,40190642	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN594	88,95	45,57101367	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN595	89,1	41,26670307	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN596	89,25	84,43735788	2,606765092	-4,872354654	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN597	89,4	52,09864075	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN598	89,55	37,97909197	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN599	89,7	84,33489112	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN600	89,85	78,67013568	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN601	90	85,50224888	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN602	90,15	37,76349751	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN603	90,3	48,7180096	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN604	90,45	83,11446795	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN605	90,6	79,38257551	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN606	90,75	50,04652128	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN607	90,9	48,43853771	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN608	91,05	74,82190184	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN609	91,2	60,42984879	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN610	91,35	46,58047875	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN611	91,5	45,43058416	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN612	91,65	82,45346959	2,655025827	-5,111258409	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN613	91,8	57,614259	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN614	91,95	75,05003432	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN615	92,1	83,19965836	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN616	92,25	35,23934701	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN617	92,4	41,56130821	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN618	92,55	47,02058883	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN619	92,7	39,63063574	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN620	92,85	41,8331025	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN621	93	82,80235264	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN622	93,15	70,01518457	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN623	93,3	80,12658278	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN624	93,45	34,37485889	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN625	93,6	46,20734106	-	-	

Bajocien inférieur	Sauzei	CN626	93,75	71,13910904	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN627	93,9	81,15006162	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN628	94,05	82,8707121	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN629	94,2	68,3932565	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN630	94,35	82,72246471	2,621778763	-5,042085811	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN631	94,5	57,36918725	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN632	94,65	48,05216485	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN633	94,8	78,35848006	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN634	94,95	82,19112974	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN635	95,1	66,44412668	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN636	95,25	61,12536156	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN637	95,4	64,74123978	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN638	95,55	80,67392567	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN639	95,7	31,53902448	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN640	95,85	79,11555643	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN641	96	75,5390076	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN642	96,15	78,12747637	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN643	96,3	48,08071487	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN644	96,45	53,95128087	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN645	96,6	42,97892619	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN646	96,75	67,95073116	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN647	96,9	84,16502594	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN648	97,05	84,24762366	2,552503363	-5,150290493	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN649	97,2	84,14476692	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN650	97,35	66,74096428	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN651	97,5	41,04735069	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN652	97,65	80,51916026	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN653	97,8	81,05727059	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN654	97,95	82,81223834	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN655	98,1	54,15520571	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN656	98,25	29,35323998	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN657	98,4	37,36993417	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN658	98,55	80,14206443	-	-	

Bajocien inférieur	Sauzei	CN659	98,7	77,61183154	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN660	98,85	30,37402505	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN661	99	47,06329287	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN662	99,15	80,31501495	2,41835169	-4,905214649	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN663	99,3	68,90053736	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN664	99,45	47,16709106	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN665	99,6	52,01610029	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN666	99,75	77,63751292	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN667	99,9	79,10802438	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN668	100,05	73,819767	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN669	100,2	46,56374583	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN670	100,35	43,24821563	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN671	100,5	72,51629984	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN672	100,65	83,49876825	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN673	100,8	82,84175686	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN674	100,95	66,02020869	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN675	101,1	48,00489353	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN676	101,25	46,50747338	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN677	101,4	64,91631698	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN678	101,55	67,47126467	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN679	101,7	43,84515293	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN680	101,85	74,41749753	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN681	102	85,07156987	2,413602808	-5,32779193	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN682	102,15	73,45816393	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN683	102,3	38,79328326	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN684	102,45	40,30290739	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN685	102,6	76,52945378	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN686	102,75	82,81323831	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN687	102,9	54,35536747	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN688	103,05	50,56278555	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN689	103,2	81,31814121	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN690	103,35	55,87529619	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN691	103,5	78,56385694	-	-	-

Bajocien inférieur	Sauzei	CN692	103,65	81,77686151	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN693	103,8	42,67686897	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN694	103,95	82,4158067	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN695	104,1	79,17480464	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN696	104,25	74,90936293	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN697	104,4	86,16182516	2,491411785	-	-5,007331669
Bajocien inférieur	Sauzei	CN698	104,55	52,19977725	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN699	104,7	36,03634544	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN700	104,85	69,42270607	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN701	105	64,26018321	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN702	105,15	54,74006339	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN703	105,3	31,65651523	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN704	105,45	82,16747176	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN705	105,6	78,26842133	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN706	105,75	82,78530132	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN707	105,9	36,9934967	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN708	106,05	84,01476473	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN709	106,2	82,45772185	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN710	106,35	46,09711918	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN711	106,5	38,63916357	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN712	106,65	74,88143477	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN713	106,8	85,00184249	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN714	106,95	86,55053981	2,458519113	-	-5,243838904
Bajocien inférieur	Sauzei	CN715	107,1	79,34583186	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN716	107,25	45,12888137	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN717	107,4	61,65393835	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN718	107,55	74,0059356	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN719	107,7	42,81608094	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN720	107,85	63,99508042	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN721	108	82,30304401	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN722	108,15	77,27936695	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN723	108,3	47,06688221	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN724	108,45	80,46619359	-	-	-

Bajocien inférieur	Sauzei	CN725	108,6	76,02205251	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN726	108,75	65,83771538	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN727	108,9	62,62435461	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN728	109,05	84,95078546	2,444643939	-4,627983976	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN729	109,2	51,95098873	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN730	109,35	65,43598805	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN731	109,5	53,67845867	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN732	109,65	39,96037094	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN733	109,8	86,85403198	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN734	109,95	64,65915867	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN735	110,1	43,46972702	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN736	110,25	84,36382335	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN737	110,4	83,94692605	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN738	110,55	-	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN739	110,7	81,12515089	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN740	110,85	64,26500479	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN741	111	57,96734355	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN742	111,15	48,15602322	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN743	111,3	80,94703288	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN744	111,45	84,3994054	2,663785887	-5,141893619	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN745	111,6	57,01341004	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN746	111,75	82,65848445	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN747	111,9	84,3950203	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN748	112,05	64,0438725	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN749	112,2	57,66214023	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN750	112,35	80,63743973	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN751	112,5	85,95658797	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN752	112,65	40,32705729	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN753	112,8	75,84882392	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN754	112,95	85,11367041	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN755	113,1	48,91211948	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN756	113,25	70,69867234	-	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN757	113,4	77,38729455	-	-	-

Bajocien inférieur	Sauzei	CN758	113,55	86,5480563	2,609798606	-5,406109535
Bajocien inférieur	Sauzei	CN759	113,7	78,8457501	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN760	113,85	70,00735692	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN761	114	86,22782379	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN762	114,15	64,01231745	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1638	114,3	82,18815722	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1639	114,45	79,34878094	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1640	114,6	67,04562125	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1641	114,75	71,00981667	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1642	114,9	85,25458845	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1643	115,05	64,65432784	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1644	115,2	84,42179052	2,797538313	-5,173322378
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1645	115,35	73,91994192	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1646	115,5	81,35347561	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1647	115,65	59,73514096	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1648	115,8	71,10060681	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1649	115,95	74,6995311	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1650	116,1	75,76338186	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1651	116,25	55,85105842	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1652	116,4	85,73739918	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1653	116,55	74,2106917	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1654	116,7	57,3819806	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1655	116,85	81,34926633	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1656	117	85,88863956	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1657	117,15	74,56662349	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1658	117,3	42,42219808	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1659	117,45	86,28382798	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1660	117,6	85,57827965	2,768898476	-5,399815572
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1661	117,75	73,5158538	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1662	117,9	73,76197418	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1663	118,05	74,07864203	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1664	118,2	84,7176998	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1665	118,35	47,1389254	-	-

Bajocien inférieur	Sauzei	CN1666	118,5	81,64320143	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1667	118,65	71,27362979	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1668	118,8	69,26094204	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1669	118,95	84,26545371	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1670	119,1	76,00127915	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1671	119,25	37,96145398	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1672	119,4	80,54827182	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1673	119,55	80,1600313	2,479921541	-5,519156058	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1674	119,7	84,50598852	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1675	119,85	45,06697352	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1676	120	81,41142673	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1677	120,15	75,62331196	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1678	120,3	43,11680657	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1679	120,45	73,33552606	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1680	120,6	60,52550701	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1681	120,75	43,30999576	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1682	120,9	69,54359739	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1683	121,05	69,91685444	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1684	121,2	75,17159114	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1685	121,35	84,71492535	2,581436844	-5,255447531	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1686	121,5	74,5766649	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1687	121,65	42,38481038	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1688	121,8	76,48263822	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1689	121,95	74,70853008	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1690	122,1	81,61451762	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1691	122,25	48,76292639	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1692	122,4	45,0975559	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1693	122,55	82,22455738	2,492305796	-5,366729006	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1694	122,7	76,56233682	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1695	122,85	49,43303188	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1696	123	78,1409392	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1697	123,15	85,57157496	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1698	123,3	66,58523893	-	-	

Bajocien inférieur	Sauzei	CN1699	123,45	54,24827438	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1700	123,6	54,36302387	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1701	123,75	76,3174667	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1702	123,9	64,36162843	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1703	124,05	43,79061058	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1704	124,2	79,5796074	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1705	124,35	80,64214329	2,43550657	-5,138762379
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1706	124,5	65,72660356	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1707	124,65	40,14389384	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1708	124,8	54,97736157	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1709	124,95	47,9176907	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1710	125,1	51,46435106	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1711	125,25	83,48861656	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1712	125,4	66,17478285	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1713	125,55	53,66055742	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1714	125,7	83,70268041	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1715	125,85	81,02558002	2,453378113	-5,495668967
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1716	126	58,64693481	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1717	126,15	62,35843652	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1718	126,3	80,10230195	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1719	126,45	51,02383596	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1720	126,6	77,98478872	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1721	126,75	81,93034287	2,601154923	-4,960297334
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1722	126,9	54,22551034	-	-
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1723	127,05	48,63045321	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1724	127,2	67,51507911	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1725	127,35	77,58998839	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1726	127,5	82,85594393	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1727	127,65	58,8522701	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1728	127,8	67,30458301	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1729	127,95	41,49720145	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1730	128,1	72,65857588	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1731	128,25	80,8109535	2,502832341	-4,983101033

Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1732	128,4	44,64957867	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1733	128,55	54,68454126	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1734	128,7	50,69701771	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1735	128,85	72,62740694	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1736	129	40,73862667	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1737	129,15	58,86381888	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1738	129,3	78,23819972	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1739	129,45	81,3907204	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1740	129,6	79,99975018	2,400949246	-5,236346024	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1741	129,75	59,65864125	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1742	129,9	70,92937618	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1743	130,05	65,10384815	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1744	130,2	82,22025488	2,347523203	-5,231420748	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1745	130,35	44,01042659	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1746	130,5	50,84073777	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1747	130,65	79,09654826	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1748	130,8	76,00515961	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1749	130,95	74,40433557	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1750	131,1	45,13727005	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1751	131,25	74,55972366	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1752	131,4	77,88309662	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1753	131,55	41,04144524	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1754	131,7	51,60709067	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1755	131,85	78,35884957	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1756	132	47,07535435	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1757	132,15	51,646069	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1758	132,3	64,43797585	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1759	132,45	73,28265172	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1760	132,6	80,29737374	2,38247538	-4,978030632	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1761	132,75	47,64447398	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1762	132,9	37,13772496	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1763	133,05	71,23561112	-	-	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1764	133,2	63,14889115	-	-	

Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1765	133,35	42,14627803	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1766	133,5	61,85049868	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1767	133,65	74,01818547	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1768	133,8	57,46248722	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1769	133,95	53,83364142	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1770	134,1	62,98231574	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1771	134,25	65,89630139	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1772	134,4	47,86481773	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1773	134,55	42,06944783	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1774	134,7	59,96981998	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1775	134,85	40,88667013	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1776	135	55,85254163	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1777	135,15	79,3000709	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1778	135,3	74,40815837	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1779	135,45	39,37820579	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1780	135,6	47,9759235	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1781	135,75	36,68659186	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1782	135,9	48,02774442	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1783	136,05	76,62605845	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1784	136,2	42,0147552	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1785	136,35	50,15119025	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1786	136,5	72,72351403	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1787	136,65	42,47264216	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1788	136,8	45,49351101	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1789	136,95	70,23638673	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1790	137,1	77,51283857	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1791	137,25	47,44629406	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1792	137,4	37,81193342	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1793	137,55	53,08979867	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1794	137,7	77,50596468	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1795	137,85	36,25384557	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1796	138	47,52118815	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1797	138,15	50,43595607	-	-

Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1798	138,3	44,67120051	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1799	138,45	44,72485346	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1800	138,6	40,46725107	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1801	138,75	46,42638163	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1802	138,9	77,53123086	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1803	139,05	75,79832133	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1804	139,2	34,20500058	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1805	139,35	50,21284227	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1806	139,5	58,10299123	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1807	139,65	58,34819817	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1808	139,8	38,00517163	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1809	139,95	37,10803649	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1810	140,1	76,14039351	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1811	140,25	83,31274957	2,366614384	-4,966999741
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1812	140,4	28,26945678	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1813	140,55	37,82437912	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1814	140,7	64,73511046	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1815	140,85	55,30009866	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1816	141	39,43763055	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1817	141,15	35,63262969	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1818	141,3	54,15468091	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1819	141,45	59,6479227	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1820	141,6	34,12162857	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1821	141,75	48,97274963	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1822	141,9	65,60031275	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1823	142,05	75,48486174	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1824	142,2	61,79685105	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1825	142,35	25,72365806	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1826	142,5	62,6202181	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1827	142,65	78,91111743	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1828	142,8	37,81434869	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1829	142,95	51,12219877	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1830	143,1	77,390252	-	-

Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1831	143,25	67,70060301	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1832	143,4	40,0064289	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1833	143,55	51,12239484	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1834	143,7	77,50221671	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1835	143,85	41,17957367	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1836	144	43,44169218	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1837	144,15	41,46960794	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1838	144,3	31,88414968	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1839	144,45	57,98675747	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1840	144,6	79,24119889	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1841	144,75	81,62614702	1,918651814	-5,598844846
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1842	144,9	41,52972965	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1843	145,05	36,79576648	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1844	145,2	68,58467224	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1845	145,35	50,99107979	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1846	145,5	48,2142641	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1847	145,65	77,51649759	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1848	145,8	55,67240134	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1849	145,95	40,83975101	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1850	146,1	67,96351017	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1851	146,25	46,52432897	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1852	146,4	41,49410556	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1853	146,55	40,76640832	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1854	146,7	57,92541063	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1855	146,85	50,27966214	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1856	147	56,70680084	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1857	147,15	55,55731757	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1858	147,3	38,49493989	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1859	147,45	38,59759306	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1860	147,6	46,97949083	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1861	147,75	59,70403246	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1862	147,9	68,038237	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1863	148,05	51,19025162	-	-

Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1864	148,2	41,66793903	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1865	148,35	52,05416331	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1866	148,5	78,272841	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1867	148,65	43,20348045	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1868	148,8	40,24230553	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1869	148,95	64,54464946	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1870	149,1	47,79601229	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1871	149,25	41,88678199	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1872	149,4	57,86488464	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1873	149,55	76,51799492	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1874	149,7	45,44044347	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1875	149,85	43,68530686	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1876	150	77,72640498	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1877	150,15	81,33453958	2,087519846	-5,202450374
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1878	150,3	82,17742607	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1879	150,45	43,25582445	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1880	150,6	63,76937854	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1881	150,75	68,55160762	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1882	150,9	80,20250786	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1883	151,05	53,88867893	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1884	151,2	57,99483747	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1885	151,35	39,0086589	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1886	151,5	35,20638024	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1887	151,65	56,18501419	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1888	151,8	81,51124021	2,321144165	-4,497900706
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1889	151,95	33,07705393	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1890	152,1	49,52067388	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1891	152,25	79,99053186	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1892	152,4	57,37856913	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1893	152,55	45,6149538	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1894	152,7	39,9137646	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1895	152,85	72,2992614	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1896	153	38,96473823	-	-

Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1897	153,15	35,49514559	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1898	153,3	52,03143564	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1899	153,45	61,51420797	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1900	153,6	40,21106023	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1901	153,75	43,23875898	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1902	153,9	45,13623705	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1903	154,05	53,4467276	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1904	154,2	44,98329083	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1905	154,35	72,45145815	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1906	154,5	74,44021727	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1907	154,65	80,44921559	2,333632006	-4,870884519
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1908	154,8	38,33139074	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1909	154,95	59,9961237	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1910	155,1	79,516844	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1911	155,25	79,95246233	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1912	155,4	45,16135556	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1913	155,55	49,73512914	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1914	155,7	76,12701944	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1915	155,85	68,31606826	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1916	156	48,35920223	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1917	156,15	60,00091377	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1918	156,3	71,75841389	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1919	156,45	46,14800562	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1920	156,6	53,37786861	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1921	156,75	54,05157721	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1922	156,9	79,18489288	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1923	157,05	82,59375355	2,336960083	-5,205245127
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1924	157,2	50,37082079	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1925	157,35	55,58610533	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1926	157,5	75,51734156	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1927	157,65	59,81598755	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1928	157,8	53,2056893	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1929	157,95	77,29684419	-	-

Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1930	158,1	50,08463964	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1931	158,25	71,02895159	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1932	158,4	48,51336059	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1933	158,55	77,3086937	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1934	158,7	43,0597404	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1935	158,85	47,32376369	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1936	159	81,93719875	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1937	159,15	46,42446285	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1938	159,3	56,3072292	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1939	159,45	83,03443703	2,500337145	-5,339896092
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1940	159,6	53,01717004	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1941	159,75	52,98712925	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1942	159,9	77,88421843	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1943	160,05	82,3852739	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1944	160,2	48,64864911	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1945	160,35	58,66644746	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1946	160,5	43,48633301	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1947	160,65	76,14572379	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1948	160,8	84,32437596	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1949	160,95	53,99436285	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1950	161,1	83,20462821	2,4159032	-5,557718482
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1951	161,25	85,35509552	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1952	161,4	54,96080011	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1953	161,55	83,30384657	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1954	161,7	55,16838628	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1955	161,85	82,25848332	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1956	162	82,37673113	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1957	162,15	81,91871346	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1958	162,3	62,20911226	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1959	162,45	76,10386932	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1960	162,6	76,45170022	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1961	162,75	59,49138868	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1962	162,9	73,51283169	-	-

Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1963	163,05	73,95137307	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1964	163,2	84,77908282	-	2,244927597	-5,474462477
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1965	163,35	66,85022447	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1966	163,5	84,2428325	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1967	163,65	70,54089092	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1968	163,8	49,06718737	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1969	163,95	65,54840575	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1970	164,1	51,71392607	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1971	164,25	79,88581887	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1972	164,4	77,01694691	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1973	164,55	80,38109322	-	2,26596002	-5,675527971
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1974	164,7	51,56129501	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1975	164,85	72,2876508	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1976	165	52,63906068	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1977	165,15	70,93892268	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1978	165,3	76,86227285	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1979	165,45	50,58513429	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1980	165,6	52,87923682	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1981	165,75	52,28856426	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1982	165,9	53,01606274	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1983	166,05	48,13094356	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1984	166,2	79,1568303	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1985	166,35	74,51825993	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1986	166,5	53,18938945	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1987	166,65	40,05094079	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1988	166,8	74,14286315	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1989	166,95	73,95246879	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1990	167,1	45,21634676	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1991	167,25	54,96306208	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1992	167,4	48,25901258	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1993	167,55	57,49694781	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1994	167,7	40,50383744	-		
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1995	167,85	81,60928358	-	2,052483484	-5,217573934

Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1996	168	52,55984812	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1997	168,15	59,30847478	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1998	168,3	71,04651923	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1999	168,45	38,77067521	-	-
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN2000	168,6	78,44054153	-	-

CHAUDON-NORANTE					
Etage	Zone ammonite	Chaudon-Norante Côte (m)	Chaudon-Norante EchelleGris	Dourbes Côte (m)	Dourbes EchelleGris
Aalénien supérieur	Concavum	0	0	0	255
Aalénien supérieur	Concavum	0,071019377	0	0,054423344	255
Aalénien supérieur	Concavum	0,142038753	255	0,108846688	255
Aalénien supérieur	Concavum	0,21305813	254	0,163270032	255
Aalénien supérieur	Concavum	0,284077506	255	0,217693377	63
Aalénien supérieur	Concavum	0,355096883	60	0,272116721	0
Aalénien supérieur	Concavum	0,426116259	1	0,326540065	0
Aalénien supérieur	Concavum	0,497135636	1	0,380963409	0
Aalénien supérieur	Concavum	0,568155013	1	0,435386753	0
Aalénien supérieur	Concavum	0,639174389	1	0,489810097	0
Aalénien supérieur	Concavum	0,710193766	1	0,544233441	0
Aalénien supérieur	Concavum	0,781213142	1	0,598656786	0
Aalénien supérieur	Concavum	0,852232519	1	0,65308013	0
Aalénien supérieur	Concavum	0,923251896	1	0,707503474	0
Aalénien supérieur	Concavum	0,994271272	1	0,761926818	0
Aalénien supérieur	Concavum	1,065290649	1	0,816350162	0
Aalénien supérieur	Concavum	1,136310025	1	0,870773506	0
Aalénien supérieur	Concavum	1,207329402	1	0,92519685	0
Aalénien supérieur	Concavum	1,278348778	1	0,979620195	0
Aalénien supérieur	Concavum	1,349368155	1	1,034043539	0
Aalénien supérieur	Concavum	1,420387532	1	1,088466883	0
Aalénien supérieur	Concavum	1,491406908	1	1,142890227	0
Aalénien supérieur	Concavum	1,562426285	1	1,197313571	0
Aalénien supérieur	Concavum	1,633445661	1	1,251736915	0
Aalénien supérieur	Concavum	1,704465038	1	1,306160259	0
Aalénien supérieur	Concavum	1,775484414	1	1,360583604	0
Aalénien supérieur	Concavum	1,846503791	1	1,415006948	0
Aalénien supérieur	Concavum	1,917523168	1	1,469430292	0
Aalénien supérieur	Concavum	1,988542544	1	1,523853636	0
Aalénien supérieur	Concavum	2,059561921	1	1,57827698	0
Aalénien supérieur	Concavum	2,130581297	1	1,632700324	0
Aalénien supérieur	Concavum	2,201600674	1	1,687123668	0
Aalénien supérieur	Concavum	2,272620051	1	1,741547013	0
Aalénien supérieur	Concavum	2,343639427	0	1,795970357	0
Aalénien supérieur	Concavum	2,414658804	0	1,850393701	0
Aalénien supérieur	Concavum	2,48567818	0	1,904817045	0
Aalénien supérieur	Concavum	2,556697557	2	1,959240389	0
Aalénien supérieur	Concavum	2,627716933	0	2,013663733	0
Aalénien supérieur	Concavum	2,69873631	63	2,068087077	0
Aalénien supérieur	Concavum	2,769755687	255	2,122510421	0
Aalénien supérieur	Concavum	2,840775063	255	2,176933766	0
Aalénien supérieur	Concavum	2,91179444	194	2,23135711	0
Aalénien supérieur	Concavum	2,982813816	0	2,285780454	0
Aalénien supérieur	Concavum	3,053833193	1	2,340203798	0
Aalénien supérieur	Concavum	3,12485257	0	2,394627142	0
Aalénien supérieur	Concavum	3,195871946	0	2,449050486	0
Aalénien supérieur	Concavum	3,266891323	2	2,50347383	0
Aalénien supérieur	Concavum	3,337910699	0	2,557897175	0
Aalénien supérieur	Concavum	3,408930076	190	2,612320519	0
Aalénien supérieur	Concavum	3,479949452	253	2,666743863	0
Aalénien supérieur	Concavum	3,550968829	255	2,721167207	0
Aalénien supérieur	Concavum	3,621988206	255	2,775590551	0
Aalénien supérieur	Concavum	3,693007582	192	2,830013895	0
Aalénien supérieur	Concavum	3,764026959	0	2,884437239	0
Aalénien supérieur	Concavum	3,835046335	1	2,938860584	0
Aalénien supérieur	Concavum	3,906065712	1,263157895	2,993283928	0
Aalénien supérieur	Concavum	3,977085088	0,736842105	3,047707272	0
Aalénien supérieur	Concavum	4,048104465	2,026315789	3,102130616	0
Aalénien supérieur	Concavum	4,119123842	1,315789474	3,15655396	0
Aalénien supérieur	Concavum	4,190143218	49,60526316	3,210977304	0
Aalénien supérieur	Concavum	4,261162595	241,6052632	3,265400648	0
Aalénien supérieur	Concavum	4,332181971	253,3157895	3,319823993	0
Aalénien supérieur	Concavum	4,403201348	254,3157895	3,374247337	0
Aalénien supérieur	Concavum	4,474220725	196,2368421	3,428670681	0
Aalénien supérieur	Concavum	4,545240101	1,026315789	3,483094025	0
Aalénien supérieur	Concavum	4,616259478	0,973684211	3,537517369	0
Aalénien supérieur	Concavum	4,687278854	0,973684211	3,591940713	0
Aalénien supérieur	Concavum	4,758298231	1	3,646364057	0
Aalénien supérieur	Concavum	4,829317607	0,447368421	3,700787402	0
Aalénien supérieur	Concavum	4,900336984	1,657894737	3,755210746	0
Aalénien supérieur	Concavum	4,971356361	0,473684211	3,80963409	0
Aalénien supérieur	Concavum	5,042375737	0	3,864057434	0
Aalénien supérieur	Concavum	5,113395114	1	3,918480778	0
Aalénien supérieur	Concavum	5,18441449	0	3,972904122	0
Aalénien supérieur	Concavum	5,255433867	0	4,027327466	0
Aalénien supérieur	Concavum	5,326453243	193	4,081750811	0
Aalénien supérieur	Concavum	5,39747262	252	4,136174155	0
Aalénien supérieur	Concavum	5,468491997	62	4,190597499	0
Aalénien supérieur	Concavum	5,539511373	1	4,245020843	0
Aalénien supérieur	Concavum	5,61053075	1	4,299444187	0
Aalénien supérieur	Concavum	5,681550126	1	4,353867531	0
Aalénien supérieur	Concavum	5,752569503	1	4,408290875	0

Aalénien supérieur	Concavum	5,82358888	1	4,46271422	0
Aalénien supérieur	Concavum	5,894608256	1	4,517137564	0
Aalénien supérieur	Concavum	5,965627633	1	4,571560908	0
Aalénien supérieur	Concavum	6,036647009	1	4,625984252	0
Aalénien supérieur	Concavum	6,107666386	1	4,680407596	0
Aalénien supérieur	Concavum	6,178685762	1	4,73483094	0
Aalénien supérieur	Concavum	6,249705139	0	4,789254284	0
Aalénien supérieur	Concavum	6,320724516	0	4,843677629	0
Aalénien supérieur	Concavum	6,391743892	2	4,898100973	0
Aalénien supérieur	Concavum	6,462763269	2	4,952524317	0
Aalénien supérieur	Concavum	6,533782645	253	5,006947661	0
Aalénien supérieur	Concavum	6,604802022	128	5,061371005	0
Aalénien supérieur	Concavum	6,675821398	0	5,115794349	0
Aalénien supérieur	Concavum	6,746840775	1	5,170217693	0
Aalénien supérieur	Concavum	6,817860152	1	5,224641038	0
Aalénien supérieur	Concavum	6,888879528	1	5,279064382	0
Aalénien supérieur	Concavum	6,959898905	1	5,333487726	0
Aalénien supérieur	Concavum	7,030918281	1	5,38791107	0
Aalénien supérieur	Concavum	7,101937658	1	5,442334414	0
Aalénien supérieur	Concavum	7,172957035	1	5,496757758	0
Aalénien supérieur	Concavum	7,243976411	1	5,551181102	0
Aalénien supérieur	Concavum	7,314995788	1	5,605604447	0
Aalénien supérieur	Concavum	7,386015164	1	5,660027791	0
Aalénien supérieur	Concavum	7,457034541	1	5,714451135	0
Aalénien supérieur	Concavum	7,528053917	1	5,768874479	0
Aalénien supérieur	Concavum	7,599073294	1	5,823297823	0
Aalénien supérieur	Concavum	7,670092671	1	5,877721167	0
Aalénien supérieur	Concavum	7,741112047	1	5,932144511	0
Aalénien supérieur	Concavum	7,812131424	1	5,986567855	0
Aalénien supérieur	Concavum	7,8831508	0	6,0409912	0
Aalénien supérieur	Concavum	7,954170177	0	6,095414544	0
Aalénien supérieur	Concavum	8,025189553	0	6,149837888	0
Aalénien supérieur	Concavum	8,09620893	127	6,204261232	0
Aalénien supérieur	Concavum	8,167228307	254	6,258684576	0
Aalénien supérieur	Concavum	8,238247683	253	6,31310792	0
Aalénien supérieur	Concavum	8,30926706	3	6,367531264	0
Aalénien supérieur	Concavum	8,380286436	0	6,421954609	0
Aalénien supérieur	Concavum	8,451305813	1	6,476377953	0
Aalénien supérieur	Concavum	8,52232519	1	6,530801297	0
Aalénien supérieur	Concavum	8,593344566	1	6,585224641	0
Aalénien supérieur	Concavum	8,664363943	1	6,639647985	0
Aalénien supérieur	Concavum	8,735383319	1	6,694071329	0
Aalénien supérieur	Concavum	8,806402696	1	6,748494673	0
Aalénien supérieur	Concavum	8,877422072	1	6,802918018	0
Aalénien supérieur	Concavum	8,948441449	1	6,857341362	0
Aalénien supérieur	Concavum	9,019460826	1	6,911764706	0
Aalénien supérieur	Concavum	9,090480202	0	6,96618805	0
Aalénien supérieur	Concavum	9,161499579	2	7,020611394	0
Aalénien supérieur	Concavum	9,232518955	1	7,075034738	0
Aalénien supérieur	Concavum	9,303538332	2	7,129458082	0
Aalénien supérieur	Concavum	9,374557709	0	7,183881427	0
Aalénien supérieur	Concavum	9,445577085	255	7,238304771	0
Aalénien supérieur	Concavum	9,516596462	253	7,292728115	0
Aalénien supérieur	Concavum	9,587615838	255	7,347151459	0
Aalénien supérieur	Concavum	9,658635215	255	7,401574803	0
Aalénien supérieur	Concavum	9,729654591	255	7,455998147	0
Aalénien supérieur	Concavum	9,800673968	255	7,510421491	0
Aalénien supérieur	Concavum	9,871693345	215	7,564844836	0
Aalénien supérieur	Concavum	9,942712721	212	7,61926818	0
Aalénien supérieur	Concavum	10,0137321	44	7,673691524	0
Aalénien supérieur	Concavum	10,08475147	0	7,728114868	0
Aalénien supérieur	Concavum	10,15577085	2	7,782538212	0
Aalénien supérieur	Concavum	10,22679023	0	7,836961556	0
Aalénien supérieur	Concavum	10,2978096	0	7,8913849	0
Aalénien supérieur	Concavum	10,36882898	1	7,945808245	0
Aalénien supérieur	Concavum	10,43984836	0	8,000231589	0
Aalénien supérieur	Concavum	10,51086773	194	8,054654933	0
Aalénien supérieur	Concavum	10,58188711	255	8,109078277	0
Aalénien supérieur	Concavum	10,65290649	255	8,163501621	63
Aalénien supérieur	Concavum	10,72392586	253	8,217924965	255
Aalénien supérieur	Concavum	10,79494524	194	8,272348309	255
Aalénien supérieur	Concavum	10,86596462	0	8,326771654	255
Aalénien supérieur	Concavum	10,93698399	0	8,381194998	255
Aalénien supérieur	Concavum	11,00800337	1	8,435618342	255
Aalénien supérieur	Concavum	11,07902275	0	8,490041686	255
Aalénien supérieur	Concavum	11,15004212	0	8,54446503	255
Aalénien supérieur	Concavum	11,2210615	0	8,598888374	255
Aalénien supérieur	Concavum	11,29208088	1	8,653311718	255
Aalénien supérieur	Concavum	11,36310025	1	8,707735063	255
Aalénien supérieur	Concavum	11,43411963	1	8,762158407	255
Aalénien supérieur	Concavum	11,50513901	1	8,816581751	0
Aalénien supérieur	Concavum	11,57615838	1	8,871005095	0
Aalénien supérieur	Concavum	11,64717776	1	8,925428439	0
Aalénien supérieur	Concavum	11,71819714	1	8,979851783	0

Aalénien supérieur	Concavum	11,78921651	1	9,034275127	0
Aalénien supérieur	Concavum	11,86023589	0	9,088698472	0
Aalénien supérieur	Concavum	11,93125527	0	9,143121816	0
Aalénien supérieur	Concavum	12,00227464	1	9,19754516	0
Aalénien supérieur	Concavum	12,07329402	0	9,251968504	0
Aalénien supérieur	Concavum	12,1443134	192	9,306391848	191
Aalénien supérieur	Concavum	12,21533277	254	9,360815192	255
Aalénien supérieur	Concavum	12,28635215	254	9,415238536	255
Aalénien supérieur	Concavum	12,35737152	255	9,469661881	255
Aalénien supérieur	Concavum	12,4283909	254	9,524085225	255
Aalénien supérieur	Concavum	12,49941028	254	9,578508569	255
Aalénien supérieur	Concavum	12,57042965	255	9,632931913	234
Aalénien supérieur	Concavum	12,64144903	251	9,687355257	171
Aalénien supérieur	Concavum	12,71246841	255	9,741778601	171
Aalénien supérieur	Concavum	12,78348778	255	9,796201945	171
Aalénien supérieur	Concavum	12,85450716	254	9,850625289	171
Aalénien supérieur	Concavum	12,92552654	62	9,905048634	213
Aalénien supérieur	Concavum	12,99654591	1	9,959471978	127
Aalénien supérieur	Concavum	13,06756529	1	10,01389532	0
Aalénien supérieur	Concavum	13,13858467	1	10,06831867	0
Aalénien supérieur	Concavum	13,20960404	1	10,12274201	0
Aalénien supérieur	Concavum	13,28062342	1	10,17716535	0
Aalénien supérieur	Concavum	13,3516428	1	10,2315887	0
Aalénien supérieur	Concavum	13,42266217	1	10,28601204	0
Aalénien supérieur	Concavum	13,49368155	1	10,34043539	63
Aalénien supérieur	Concavum	13,56470093	1	10,39485873	234
Aalénien supérieur	Concavum	13,6357203	1	10,44928208	171
Aalénien supérieur	Concavum	13,70673968	1	10,50370542	171
Aalénien supérieur	Concavum	13,77775906	1	10,55812876	171
Aalénien supérieur	Concavum	13,84877843	1	10,61255211	171
Aalénien supérieur	Concavum	13,91979781	1	10,66697545	171
Aalénien supérieur	Concavum	13,99081719	1	10,7213988	171
Aalénien supérieur	Concavum	14,06183656	1	10,77582214	171
Aalénien supérieur	Concavum	14,13285594	2	10,83024548	171
Aalénien supérieur	Concavum	14,20387532	0	10,88466883	171
Aalénien supérieur	Concavum	14,27489469	62	10,93909217	255
Aalénien supérieur	Concavum	14,34591407	255	10,99351552	255
Aalénien supérieur	Concavum	14,41693345	255	11,04793886	255
Aalénien supérieur	Concavum	14,48795282	253	11,1023622	255
Aalénien supérieur	Concavum	14,5589722	255	11,15678555	255
Aalénien supérieur	Concavum	14,62999158	0	11,21120889	255
Aalénien supérieur	Concavum	14,70101095	2	11,26563224	255
Aalénien supérieur	Concavum	14,77203033	0	11,32005558	127
Aalénien supérieur	Concavum	14,84304971	0	11,37447893	0
Aalénien supérieur	Concavum	14,91406908	3	11,42890227	0
Aalénien supérieur	Concavum	14,98508846	0	11,48332561	0
Aalénien supérieur	Concavum	15,05610783	3	11,53774896	0
Aalénien supérieur	Concavum	15,12712721	125	11,5921723	0
Aalénien supérieur	Concavum	15,19814659	255	11,64659565	255
Aalénien supérieur	Concavum	15,26916596	255	11,70101899	255
Aalénien supérieur	Concavum	15,34018534	255	11,75544233	255
Aalénien supérieur	Concavum	15,41120472	255	11,80986568	191
Aalénien supérieur	Concavum	15,48222409	126	11,86428902	0
Aalénien supérieur	Concavum	15,55324347	1	11,91871237	0
Aalénien supérieur	Concavum	15,62426285	0	11,97313571	127
Aalénien supérieur	Concavum	15,69528222	4	12,02755906	255
Aalénien supérieur	Concavum	15,7663016	0	12,0819824	255
Aalénien supérieur	Concavum	15,83732098	1	12,13640574	255
Aalénien supérieur	Concavum	15,90834035	1	12,19082909	255
Aalénien supérieur	Concavum	15,97935973	1	12,24525243	255
Aalénien supérieur	Concavum	16,05037911	1	12,29967578	255
Aalénien supérieur	Concavum	16,12139848	1	12,35409912	255
Aalénien supérieur	Concavum	16,19241786	1	12,40852246	255
Aalénien supérieur	Concavum	16,26343724	1	12,46294581	0
Aalénien supérieur	Concavum	16,33445661	1	12,51736915	0
Aalénien supérieur	Concavum	16,40547599	1	12,5717925	0
Aalénien supérieur	Concavum	16,47649537	1	12,62621584	0
Aalénien supérieur	Concavum	16,54751474	1	12,68063918	0
Aalénien supérieur	Concavum	16,61853412	1	12,73506253	127
Aalénien supérieur	Concavum	16,6895535	1	12,78948587	255
Aalénien supérieur	Concavum	16,76057287	1	12,84390922	255
Aalénien supérieur	Concavum	16,83159225	1	12,89833256	255
Aalénien supérieur	Concavum	16,90261163	1	12,95275591	255
Aalénien supérieur	Concavum	16,973631	1	13,00717925	255
Aalénien supérieur	Concavum	17,04465038	1	13,06160259	171
Aalénien supérieur	Concavum	17,11566976	1	13,11602594	171
Aalénien supérieur	Concavum	17,18668913	1	13,17044928	171
Aalénien supérieur	Concavum	17,25770851	1	13,22487263	171
Aalénien supérieur	Concavum	17,32872789	1	13,27929597	171
Aalénien supérieur	Concavum	17,39974726	1	13,33371931	171
Aalénien supérieur	Concavum	17,47076664	1	13,38814266	171
Aalénien supérieur	Concavum	17,54178602	1	13,442566	171
Aalénien supérieur	Concavum	17,61280539	0	13,49698935	234
Aalénien supérieur	Concavum	17,68382477	193	13,55141269	63

Aalénien supérieur	Concavum	17,75484414	253	13,60583604	0
Aalénien supérieur	Concavum	17,82586352	253	13,66025938	0
Aalénien supérieur	Concavum	17,8968829	255	13,71468272	0
Aalénien supérieur	Concavum	17,96790227	255	13,76910607	0
Aalénien supérieur	Concavum	18,03892165	255	13,82352941	0
Aalénien supérieur	Concavum	18,10994103	1	13,87795276	0
Aalénien supérieur	Concavum	18,1809604	0	13,9323761	63
Aalénien supérieur	Concavum	18,25197978	2	13,98679944	255
Aalénien supérieur	Concavum	18,32299916	0	14,04122279	255
Aalénien supérieur	Concavum	18,39401853	0	14,09564613	255
Aalénien supérieur	Concavum	18,46503791	253	14,15006948	255
Aalénien supérieur	Concavum	18,53605729	255	14,20449282	255
Aalénien supérieur	Concavum	18,60707666	255	14,25891616	255
Aalénien supérieur	Concavum	18,67809604	1	14,31333951	255
Aalénien supérieur	Concavum	18,74911542	1	14,36776285	255
Aalénien supérieur	Concavum	18,82013479	1	14,4221862	255
Aalénien supérieur	Concavum	18,89115417	1	14,47660954	255
Aalénien supérieur	Concavum	18,96217355	1	14,53103289	0
Aalénien supérieur	Concavum	19,03319292	1	14,58545623	0
Aalénien supérieur	Concavum	19,1042123	1	14,63987957	0
Aalénien supérieur	Concavum	19,17523168	1	14,69430292	0
Aalénien supérieur	Concavum	19,24625105	2	14,74872626	0
Aalénien supérieur	Concavum	19,31727043	0	14,80314961	0
Aalénien supérieur	Concavum	19,38828981	0	14,85757295	0
Aalénien supérieur	Concavum	19,45930918	1	14,91199629	0
Aalénien supérieur	Concavum	19,53032856	0	14,96641964	191
Aalénien supérieur	Concavum	19,60134794	194	15,02084298	255
Aalénien supérieur	Concavum	19,67236731	255	15,07526633	255
Aalénien supérieur	Concavum	19,74338669	255	15,12968967	255
Aalénien supérieur	Concavum	19,81440607	255	15,18411302	255
Aalénien supérieur	Concavum	19,88542544	254	15,23853636	0
Aalénien supérieur	Concavum	19,95644482	255	15,2929597	0
Aalénien supérieur	Concavum	20,0274642	63	15,34738305	0
Aalénien supérieur	Concavum	20,09848357	0	15,40180639	0
Aalénien supérieur	Concavum	20,16950295	64	15,45622974	0
Aalénien supérieur	Concavum	20,24052233	254	15,51065308	0
Aalénien supérieur	Concavum	20,3115417	255	15,56507642	0
Aalénien supérieur	Concavum	20,38256108	126	15,61949977	0
Aalénien supérieur	Concavum	20,45358045	0	15,67392311	0
Aalénien supérieur	Concavum	20,52459983	0	15,72834646	0
Aalénien supérieur	Concavum	20,59561921	0	15,7827698	0
Aalénien supérieur	Concavum	20,66663858	0	15,83719314	0
Aalénien supérieur	Concavum	20,73765796	0	15,89161649	0
Aalénien supérieur	Concavum	20,80867734	4	15,94603983	255
Aalénien supérieur	Concavum	20,87969671	0	16,00046318	255
Aalénien supérieur	Concavum	20,95071609	126	16,05488652	255
Aalénien supérieur	Concavum	21,02173547	255	16,10930987	255
Aalénien supérieur	Concavum	21,09275484	253	16,16373321	191
Aalénien supérieur	Concavum	21,16377422	255	16,21815655	0
Aalénien supérieur	Concavum	21,2347936	191	16,2725799	0
Aalénien supérieur	Concavum	21,30581297	1	16,32700324	0
Aalénien supérieur	Concavum	21,37683235	1	16,38142659	0
Aalénien supérieur	Concavum	21,44785173	0	16,43584993	0
Aalénien supérieur	Concavum	21,5188711	1	16,49027327	0
Aalénien supérieur	Concavum	21,58989048	62	16,54469662	0
Aalénien supérieur	Concavum	21,66090986	254	16,59911996	0
Aalénien supérieur	Concavum	21,73192923	255	16,65354331	63
Aalénien supérieur	Concavum	21,80294861	61	16,70796665	255
Aalénien supérieur	Concavum	21,87396799	0	16,76239	255
Aalénien supérieur	Concavum	21,94498736	0	16,81681334	255
Aalénien supérieur	Concavum	22,01600674	0	16,87123668	255
Aalénien supérieur	Concavum	22,08702612	190	16,92566003	255
Aalénien supérieur	Concavum	22,15804549	255	16,98008337	255
Aalénien supérieur	Concavum	22,22906487	253	17,03450672	255
Aalénien supérieur	Concavum	22,30008425	255	17,08893006	255
Aalénien supérieur	Concavum	22,37110362	2	17,1433534	63
Aalénien supérieur	Concavum	22,442123	0	17,19777675	0
Aalénien supérieur	Concavum	22,51314238	0	17,25220009	0
Aalénien supérieur	Concavum	22,58416175	1	17,30662344	0
Aalénien supérieur	Concavum	22,65518113	1	17,36104678	0
Aalénien supérieur	Concavum	22,72620051	1	17,41547013	0
Aalénien supérieur	Concavum	22,79721988	1	17,46989347	0
Aalénien supérieur	Concavum	22,86823926	1	17,52431681	0
Aalénien supérieur	Concavum	22,93925864	1	17,57874016	127
Aalénien supérieur	Concavum	23,01027801	1	17,6331635	255
Aalénien supérieur	Concavum	23,08129739	1	17,68758685	255
Aalénien supérieur	Concavum	23,15231676	1	17,74201019	255
Aalénien supérieur	Concavum	23,22333614	1	17,79643353	255
Aalénien supérieur	Concavum	23,29435552	1	17,85085688	255
Aalénien supérieur	Concavum	23,36537489	1	17,90528022	63
Aalénien supérieur	Concavum	23,43639427	1	17,95970357	0
Aalénien supérieur	Concavum	23,50741365	1	18,01412691	0
Aalénien supérieur	Concavum	23,57843302	1	18,06855025	0
Aalénien supérieur	Concavum	23,6494524	1	18,1229736	0

Aalénien supérieur	Concavum	23,72047178	1	18,17739694	0
Aalénien supérieur	Concavum	23,79149115	1	18,23182029	0
Aalénien supérieur	Concavum	23,86251053	1	18,28624363	0
Aalénien supérieur	Concavum	23,93352991	1	18,34066698	0
Aalénien supérieur	Concavum	24,00454928	1	18,39509032	0
Aalénien supérieur	Concavum	24,07556866	1	18,44951366	0
Aalénien supérieur	Concavum	24,14658804	1	18,50393701	191
Aalénien supérieur	Concavum	24,21760741	1	18,55836035	255
Aalénien supérieur	Concavum	24,28862679	1	18,6127837	255
Aalénien supérieur	Concavum	24,35964617	43	18,66720704	255
Aalénien supérieur	Concavum	24,43066554	172	18,72163038	255
Aalénien supérieur	Concavum	24,50168492	171	18,77605373	255
Aalénien supérieur	Concavum	24,5727043	172	18,83047707	0
Aalénien supérieur	Concavum	24,64372367	86	18,88490042	63
Aalénien supérieur	Concavum	24,71474305	0	18,93932376	234
Aalénien supérieur	Concavum	24,78576243	1	18,99374711	171
Aalénien supérieur	Concavum	24,8567818	0	19,04817045	171
Aalénien supérieur	Concavum	24,92780118	0	19,10259379	171
Aalénien supérieur	Concavum	24,99882056	65	19,15701714	234
Aalénien supérieur	Concavum	25,06983993	255	19,21144048	255
Aalénien supérieur	Concavum	25,14085931	255	19,26586383	255
Aalénien supérieur	Concavum	25,21187869	255	19,32028717	255
Aalénien supérieur	Concavum	25,28289806	150	19,37471051	255
Aalénien supérieur	Concavum	25,35391744	169	19,42913386	255
Aalénien supérieur	Concavum	25,42493682	173	19,4835572	255
Aalénien supérieur	Concavum	25,49595619	127	19,53798055	0
Aalénien supérieur	Concavum	25,56697557	0	19,59240389	0
Aalénien supérieur	Concavum	25,63799495	0	19,64682723	0
Aalénien supérieur	Concavum	25,70901432	0	19,70125058	0
Aalénien supérieur	Concavum	25,7800337	2	19,75567392	0
Aalénien supérieur	Concavum	25,85105307	0	19,81009727	0
Aalénien supérieur	Concavum	25,92207245	1	19,86452061	0
Aalénien supérieur	Concavum	25,99309183	171	19,91894396	0
Aalénien supérieur	Concavum	26,0641112	173	19,9733673	0
Aalénien supérieur	Concavum	26,13513058	190	20,02779064	0
Aalénien supérieur	Concavum	26,20614996	255	20,08221399	0
Aalénien supérieur	Concavum	26,27716933	255	20,13663733	0
Aalénien supérieur	Concavum	26,34818871	234	20,19106068	0
Aalénien supérieur	Concavum	26,41920809	172	20,24548402	0
Aalénien supérieur	Concavum	26,49022746	44	20,29990736	0
Aalénien supérieur	Concavum	26,56124684	0	20,35433071	0
Aalénien supérieur	Concavum	26,63226622	1	20,40875405	0
Aalénien supérieur	Concavum	26,70328559	1	20,4631774	0
Aalénien supérieur	Concavum	26,77430497	1	20,51760074	0
Aalénien supérieur	Concavum	26,84532435	1	20,57202409	0
Aalénien supérieur	Concavum	26,91634372	1	20,62644743	0
Aalénien supérieur	Concavum	26,9873631	1	20,68087077	0
Aalénien supérieur	Concavum	27,05838248	1	20,73529412	0
Aalénien supérieur	Concavum	27,12940185	1	20,78971746	0
Aalénien supérieur	Concavum	27,20042123	1	20,84414081	255
Aalénien supérieur	Concavum	27,27144061	1	20,89856415	171
Aalénien supérieur	Concavum	27,34245998	1	20,95298749	171
Aalénien supérieur	Concavum	27,41347936	1	21,00741084	171
Aalénien supérieur	Concavum	27,48449874	1	21,06183418	171
Aalénien supérieur	Concavum	27,55551811	1	21,11625753	171
Aalénien supérieur	Concavum	27,62653749	1	21,17068087	213
Aalénien supérieur	Concavum	27,69755687	1	21,22510421	255
Aalénien supérieur	Concavum	27,76857624	1	21,27952756	255
Aalénien supérieur	Concavum	27,83959562	1	21,3339509	255
Aalénien supérieur	Concavum	27,910615	1	21,38837425	255
Aalénien supérieur	Concavum	27,98163437	1	21,44279759	255
Aalénien supérieur	Concavum	28,05265375	1	21,49722094	255
Aalénien supérieur	Concavum	28,12367313	1	21,55164428	0
Aalénien supérieur	Concavum	28,1946925	1	21,60606762	0
Aalénien supérieur	Concavum	28,26571188	1	21,66049097	63
Aalénien supérieur	Concavum	28,33673126	1	21,71491431	255
Aalénien supérieur	Concavum	28,40775063	1	21,76933766	255
Aalénien supérieur	Concavum	28,47877001	1	21,823761	255
Aalénien supérieur	Concavum	28,54978939	1	21,87818434	127
Aalénien supérieur	Concavum	28,62080876	1	21,93260769	0
Aalénien supérieur	Concavum	28,69182814	1	21,98703103	191
Aalénien supérieur	Concavum	28,76284751	1	22,04145438	255
Aalénien supérieur	Concavum	28,83386689	1	22,09587772	255
Aalénien supérieur	Concavum	28,90488627	0	22,15030107	255
Aalénien supérieur	Concavum	28,97590564	43	22,20472441	255
Aalénien supérieur	Concavum	29,04692502	169	22,25914775	255
Aalénien supérieur	Concavum	29,1179444	172	22,3135711	255
Aalénien supérieur	Concavum	29,18896377	169	22,36799444	255
Aalénien supérieur	Concavum	29,25998315	171	22,42241779	255
Aalénien supérieur	Concavum	29,33100253	1	22,47684113	255
Aalénien supérieur	Concavum	29,4020219	0	22,53126447	255
Aalénien supérieur	Concavum	29,47304128	0	22,58568782	127
Aalénien supérieur	Concavum	29,54406066	0	22,64011116	0
Aalénien supérieur	Concavum	29,61508003	2	22,69453451	0

Aalénien supérieur	Concavum	29,68609941	255	22,74895785	0
Aalénien supérieur	Concavum	29,75711879	255	22,80338119	0
Aalénien supérieur	Concavum	29,82813816	252	22,85780454	0
Aalénien supérieur	Concavum	29,89915754	255	22,91222788	0
Aalénien supérieur	Concavum	29,97017692	254	22,96665123	0
Aalénien supérieur	Concavum	30,04119629	255	23,02107457	0
Aalénien supérieur	Concavum	30,11221567	0	23,07549792	0
Aalénien supérieur	Concavum	30,18323505	1	23,12992126	0
Aalénien supérieur	Concavum	30,25425442	0	23,1843446	63
Aalénien supérieur	Concavum	30,3252738	0	23,23876795	255
Aalénien supérieur	Concavum	30,39629318	1	23,29319129	255
Aalénien supérieur	Concavum	30,46731255	0	23,34761464	255
Aalénien supérieur	Concavum	30,53833193	255	23,40203798	255
Aalénien supérieur	Concavum	30,60935131	253	23,45646132	255
Aalénien supérieur	Concavum	30,68037068	255	23,51088467	255
Aalénien supérieur	Concavum	30,75139006	61	23,56530801	63
Aalénien supérieur	Concavum	30,82240944	1	23,61973136	0
Aalénien supérieur	Concavum	30,89342881	2	23,6741547	0
Aalénien supérieur	Concavum	30,96444819	0	23,72857805	0
Aalénien supérieur	Concavum	31,03546757	0	23,78300139	255
Aalénien supérieur	Concavum	31,10648694	1	23,83742473	255
Aalénien supérieur	Concavum	31,17750632	126	23,89184808	255
Aalénien supérieur	Concavum	31,2485257	255	23,94627142	255
Aalénien supérieur	Concavum	31,31954507	253	24,00069477	255
Aalénien supérieur	Concavum	31,39056445	255	24,05511811	255
Aalénien supérieur	Concavum	31,46158382	127	24,10954145	255
Aalénien supérieur	Concavum	31,5326032	86	24,1639648	255
Aalénien supérieur	Concavum	31,60362258	89	24,21838814	255
Aalénien supérieur	Concavum	31,67464195	84	24,27281149	255
Aalénien supérieur	Concavum	31,74566133	254	24,32723483	255
Aalénien supérieur	Concavum	31,81668071	255	24,38165818	255
Aalénien supérieur	Concavum	31,88770008	252	24,43608152	255
Aalénien supérieur	Concavum	31,95871946	255	24,49050486	255
Aalénien supérieur	Concavum	32,02973884	255	24,54492821	255
Aalénien supérieur	Concavum	32,10075821	2	24,59935155	191
Aalénien supérieur	Concavum	32,17177759	0	24,6537749	0
Aalénien supérieur	Concavum	32,24279697	0	24,70819824	0
Aalénien supérieur	Concavum	32,31381634	191	24,76262158	0
Aalénien supérieur	Concavum	32,38483572	255	24,81704493	0
Aalénien supérieur	Concavum	32,4558551	172	24,87146827	0
Aalénien supérieur	Concavum	32,52687447	252	24,92589162	191
Aalénien supérieur	Concavum	32,59789385	255	24,98031496	255
Aalénien supérieur	Concavum	32,66891323	0	25,0347383	255
Aalénien supérieur	Concavum	32,7399326	0	25,08916165	255
Aalénien supérieur	Concavum	32,81095198	0	25,14358499	255
Aalénien supérieur	Concavum	32,88197136	2	25,19800834	255
Aalénien supérieur	Concavum	32,95299073	189	25,25243168	191
Aalénien supérieur	Concavum	33,02401011	255	25,30685503	0
Aalénien supérieur	Concavum	33,09502949	255	25,36127837	0
Aalénien supérieur	Concavum	33,16604886	255	25,41570171	0
Aalénien supérieur	Concavum	33,23706824	255	25,47012506	0
Aalénien supérieur	Concavum	33,30808762	189	25,5245484	0
Aalénien supérieur	Concavum	33,37910699	2	25,57897175	0
Aalénien supérieur	Concavum	33,45012637	0	25,63339509	0
Aalénien supérieur	Concavum	33,52114575	0	25,68781843	0
Aalénien supérieur	Concavum	33,59216512	2	25,74224178	0
Aalénien supérieur	Concavum	33,6631845	252	25,79666512	0
Aalénien supérieur	Concavum	33,73420388	255	25,85108847	0
Aalénien supérieur	Concavum	33,80522325	234	25,90551181	255
Aalénien supérieur	Concavum	33,87624263	172	25,95993516	255
Aalénien supérieur	Concavum	33,94726201	170	26,0143585	255
Aalénien supérieur	Concavum	34,01828138	171	26,06878184	255
Aalénien supérieur	Concavum	34,08930076	171	26,12320519	255
Aalénien supérieur	Concavum	34,16032013	171	26,17762853	255
Aalénien supérieur	Concavum	34,23133951	171	26,23205188	255
Aalénien supérieur	Concavum	34,30235889	171	26,28647522	255
Aalénien supérieur	Concavum	34,37337826	171	26,34089856	255
Aalénien supérieur	Concavum	34,44439764	171	26,39532191	255
Aalénien supérieur	Concavum	34,51541702	171	26,44974525	255
Aalénien supérieur	Concavum	34,58643639	213	26,5041686	255
Aalénien supérieur	Concavum	34,65745577	252	26,55859194	255
Aalénien supérieur	Concavum	34,72847515	255	26,61301528	255
Aalénien supérieur	Concavum	34,79949452	254	26,66743863	255
Aalénien supérieur	Concavum	34,8705139	253	26,72186197	255
Aalénien supérieur	Concavum	34,94153328	255	26,77628532	191
Aalénien supérieur	Concavum	35,01255265	0	26,83070866	0
Aalénien supérieur	Concavum	35,08357203	0	26,88513201	0
Aalénien supérieur	Concavum	35,15459141	0	26,93955535	0
Aalénien supérieur	Concavum	35,22561078	3	26,99397869	0
Aalénien supérieur	Concavum	35,29663016	0	27,04840204	0
Aalénien supérieur	Concavum	35,36764954	0	27,10282538	0
Aalénien supérieur	Concavum	35,43866891	61	27,15724873	0
Aalénien supérieur	Concavum	35,50968829	255	27,21167207	0
Aalénien supérieur	Concavum	35,58070767	254	27,26609541	0

Aalénien supérieur	Concavum	35,65172704	213	27,32051876	0
Aalénien supérieur	Concavum	35,72274642	125	27,3749421	0
Aalénien supérieur	Concavum	35,7937658	255	27,42936545	0
Aalénien supérieur	Concavum	35,86478517	252	27,48378879	0
Aalénien supérieur	Concavum	35,93580455	191	27,53821214	0
Aalénien supérieur	Concavum	36,00682393	0	27,59263548	0
Aalénien supérieur	Concavum	36,0778433	2	27,64705882	0
Aalénien supérieur	Concavum	36,14886268	0	27,70148217	0
Aalénien supérieur	Concavum	36,21988206	0	27,75590551	0
Aalénien supérieur	Concavum	36,29090143	0	27,81032886	0
Aalénien supérieur	Concavum	36,36192081	0	27,8647522	0
Aalénien supérieur	Concavum	36,43294019	128	27,91917554	0
Aalénien supérieur	Concavum	36,50395956	255	27,97359889	0
Aalénien supérieur	Concavum	36,57497894	253	28,02802223	0
Aalénien supérieur	Concavum	36,64599832	129	28,08244558	0
Aalénien supérieur	Concavum	36,71701769	85	28,13686892	0
Aalénien supérieur	Concavum	36,78803707	87	28,19129226	0
Aalénien supérieur	Concavum	36,85905644	86	28,24571561	127
Aalénien supérieur	Concavum	36,93007582	86	28,30013895	213
Aalénien supérieur	Concavum	37,0010952	169	28,3545623	171
Aalénien supérieur	Concavum	37,07211457	254	28,40898564	171
Aalénien supérieur	Concavum	37,14313395	255	28,46340899	171
Aalénien supérieur	Concavum	37,21415333	255	28,51783233	234
Aalénien supérieur	Concavum	37,2851727	254	28,57225567	63
Aalénien supérieur	Concavum	37,35619208	1	28,62667902	0
Aalénien supérieur	Concavum	37,42721146	1	28,68110236	0
Aalénien supérieur	Concavum	37,49823083	0	28,73552571	0
Bajocien inférieur	Discites	37,56925021	0	28,78994905	0
Bajocien inférieur	Discites	37,64026959	2	28,84437239	0
Bajocien inférieur	Discites	37,71128896	1	28,89879574	0
Bajocien inférieur	Discites	37,78230834	61	28,95321908	0
Bajocien inférieur	Discites	37,85332772	255	29,00764243	0
Bajocien inférieur	Discites	37,92434709	253	29,06206577	0
Bajocien inférieur	Discites	37,99536647	254	29,11648912	0
Bajocien inférieur	Discites	38,06638585	255	29,17091246	0
Bajocien inférieur	Discites	38,13740522	254	29,2253358	0
Bajocien inférieur	Discites	38,2084246	253	29,27975915	0
Bajocien inférieur	Discites	38,27944398	255	29,33418249	0
Bajocien inférieur	Discites	38,35046335	60	29,38860584	0
Bajocien inférieur	Discites	38,42148273	0	29,44302918	63
Bajocien inférieur	Discites	38,49250211	1	29,49745252	255
Bajocien inférieur	Discites	38,56352148	1	29,55187587	255
Bajocien inférieur	Discites	38,63454086	61	29,60629921	255
Bajocien inférieur	Discites	38,70556024	255	29,66072256	255
Bajocien inférieur	Discites	38,77657961	255	29,7151459	255
Bajocien inférieur	Discites	38,84759899	253	29,76956925	255
Bajocien inférieur	Discites	38,91861837	255	29,82399259	255
Bajocien inférieur	Discites	38,98963774	255	29,87841593	255
Bajocien inférieur	Discites	39,06065712	255	29,93283928	255
Bajocien inférieur	Discites	39,1316765	253	29,98726262	255
Bajocien inférieur	Discites	39,20269587	255	30,04168597	0
Bajocien inférieur	Discites	39,27371525	0	30,09610931	0
Bajocien inférieur	Discites	39,34473463	2	30,15053265	0
Bajocien inférieur	Discites	39,415754	1	30,204956	0
Bajocien inférieur	Discites	39,48677338	2	30,25937934	0
Bajocien inférieur	Discites	39,55779275	0	30,31380269	0
Bajocien inférieur	Discites	39,62881213	1	30,36822603	0
Bajocien inférieur	Discites	39,69983151	1	30,42264937	0
Bajocien inférieur	Discites	39,77085088	61	30,47707272	0
Bajocien inférieur	Discites	39,84187026	255	30,53149606	0
Bajocien inférieur	Discites	39,91288964	255	30,58591941	191
Bajocien inférieur	Discites	39,98390901	253	30,64034275	255
Bajocien inférieur	Discites	40,05492839	255	30,6947661	255
Bajocien inférieur	Discites	40,12594777	255	30,74918944	255
Bajocien inférieur	Discites	40,19696714	255	30,80361278	255
Bajocien inférieur	Discites	40,26798652	0	30,85803613	255
Bajocien inférieur	Discites	40,3390059	0	30,91245947	255
Bajocien inférieur	Discites	40,41002527	0	30,96688282	255
Bajocien inférieur	Discites	40,48104465	1	31,02130616	191
Bajocien inférieur	Discites	40,55206403	0	31,0757295	0
Bajocien inférieur	Discites	40,6230834	0	31,13015285	0
Bajocien inférieur	Discites	40,69410278	194	31,18457619	0
Bajocien inférieur	Discites	40,76512216	253	31,23899954	0
Bajocien inférieur	Discites	40,83614153	255	31,29342288	0
Bajocien inférieur	Discites	40,90716091	254	31,34784623	0
Bajocien inférieur	Discites	40,97818029	253	31,40226957	255
Bajocien inférieur	Discites	41,04919966	63	31,45669291	171
Bajocien inférieur	Discites	41,12021904	0	31,51111626	171
Bajocien inférieur	Discites	41,19123842	0	31,5655396	171
Bajocien inférieur	Discites	41,26225779	3	31,61996295	171
Bajocien inférieur	Discites	41,33327717	0	31,67438629	171
Bajocien inférieur	Discites	41,40429655	2	31,72880963	171
Bajocien inférieur	Discites	41,47531592	124	31,78323298	171
Bajocien inférieur	Discites	41,5463353	255	31,83765632	171

Bajocien inférieur	Discites	41,61735468	255	31,89207967	171
Bajocien inférieur	Discites	41,68837405	255	31,94650301	171
Bajocien inférieur	Discites	41,75939343	254	32,00092635	171
Bajocien inférieur	Discites	41,83041281	171	32,0553497	171
Bajocien inférieur	Discites	41,90143218	172	32,10977304	255
Bajocien inférieur	Discites	41,97245156	171	32,16419639	255
Bajocien inférieur	Discites	42,04347094	171	32,21861973	255
Bajocien inférieur	Discites	42,11449031	171	32,27304308	255
Bajocien inférieur	Discites	42,18550969	174	32,32746642	255
Bajocien inférieur	Discites	42,25652906	170	32,38188976	191
Bajocien inférieur	Discites	42,32754844	236	32,43631311	0
Bajocien inférieur	Discites	42,39856782	255	32,49073645	127
Bajocien inférieur	Discites	42,46958719	255	32,5451598	255
Bajocien inférieur	Discites	42,54060657	255	32,59958314	255
Bajocien inférieur	Discites	42,61162595	254	32,65400648	255
Bajocien inférieur	Discites	42,68264532	254	32,70842983	255
Bajocien inférieur	Discites	42,7536647	192	32,76285317	255
Bajocien inférieur	Discites	42,82468408	0	32,81727652	255
Bajocien inférieur	Discites	42,89570345	1	32,87169986	255
Bajocien inférieur	Discites	42,96672283	0	32,92612321	255
Bajocien inférieur	Discites	43,03774221	0	32,98054655	255
Bajocien inférieur	Discites	43,10876158	2	33,03496989	255
Bajocien inférieur	Discites	43,17978096	0	33,08939324	255
Bajocien inférieur	Discites	43,25080034	1	33,14381658	255
Bajocien inférieur	Discites	43,32181971	255	33,19823993	255
Bajocien inférieur	Discites	43,39283909	255	33,25266327	127
Bajocien inférieur	Discites	43,46385847	255	33,30708661	0
Bajocien inférieur	Discites	43,53487784	125	33,36150996	0
Bajocien inférieur	Discites	43,60589722	1	33,4159333	0
Bajocien inférieur	Discites	43,6769166	0	33,47035665	0
Bajocien inférieur	Discites	43,74793597	192	33,52477999	0
Bajocien inférieur	Discites	43,81895535	255	33,57920333	0
Bajocien inférieur	Discites	43,88997473	255	33,63362668	0
Bajocien inférieur	Discites	43,9609941	255	33,68805002	0
Bajocien inférieur	Discites	44,03201348	255	33,74247337	0
Bajocien inférieur	Discites	44,10303286	255	33,79689671	0
Bajocien inférieur	Discites	44,17405223	253	33,85132006	0
Bajocien inférieur	Discites	44,24507161	2	33,9057434	0
Bajocien inférieur	Discites	44,31609099	0	33,96016674	0
Bajocien inférieur	Discites	44,38711036	0	34,01459009	0
Bajocien inférieur	Discites	44,45812974	3	34,06901343	0
Bajocien inférieur	Discites	44,52914912	0	34,12343678	0
Bajocien inférieur	Discites	44,60016849	3	34,17786012	0
Bajocien inférieur	Discites	44,67118787	125	34,23228346	0
Bajocien inférieur	Discites	44,74220725	255	34,28670681	0
Bajocien inférieur	Discites	44,81322662	255	34,34113015	0
Bajocien inférieur	Discites	44,884246	189	34,3955535	0
Bajocien inférieur	Discites	44,95526537	1	34,44997684	0
Bajocien inférieur	Discites	45,02628475	0	34,50440019	0
Bajocien inférieur	Discites	45,09730413	192	34,55882353	0
Bajocien inférieur	Discites	45,1683235	254	34,61324687	127
Bajocien inférieur	Discites	45,23934288	63	34,66767022	255
Bajocien inférieur	Discites	45,31036226	0	34,72209356	255
Bajocien inférieur	Discites	45,38138163	0	34,77651691	255
Bajocien inférieur	Discites	45,45240101	0	34,83094025	255
Bajocien inférieur	Discites	45,52342039	0	34,88536359	255
Bajocien inférieur	Discites	45,59443976	1	34,93978694	255
Bajocien inférieur	Discites	45,66545914	0	34,99421028	0
Bajocien inférieur	Discites	45,73647852	0	35,04863363	0
Bajocien inférieur	Discites	45,80749789	194	35,10305697	0
Bajocien inférieur	Discites	45,87851727	253	35,15748031	0
Bajocien inférieur	Discites	45,94953665	255	35,21190366	0
Bajocien inférieur	Discites	46,02055602	254	35,266327	0
Bajocien inférieur	Discites	46,0915754	255	35,32075035	0
Bajocien inférieur	Discites	46,16259478	255	35,37517369	0
Bajocien inférieur	Discites	46,23361415	168	35,42959704	0
Bajocien inférieur	Discites	46,30463353	171	35,48402038	0
Bajocien inférieur	Discites	46,37565291	170	35,53844372	0
Bajocien inférieur	Discites	46,44667228	84	35,59286707	0
Bajocien inférieur	Discites	46,51769166	0	35,64729041	0
Bajocien inférieur	Discites	46,58871104	3	35,70171376	255
Bajocien inférieur	Discites	46,65973041	0	35,7561371	255
Bajocien inférieur	Discites	46,73074979	0	35,81056044	255
Bajocien inférieur	Discites	46,80176917	63	35,86498379	255
Bajocien inférieur	Discites	46,87278854	253	35,91940713	255
Bajocien inférieur	Discites	46,94380792	254	35,97383048	255
Bajocien inférieur	Discites	47,0148273	255	36,02825382	255
Bajocien inférieur	Discites	47,08584667	0	36,08267717	255
Bajocien inférieur	Discites	47,15686605	0	36,13710051	255
Bajocien inférieur	Discites	47,22788543	1	36,19152385	255
Bajocien inférieur	Discites	47,2989048	66	36,2459472	255
Bajocien inférieur	Discites	47,36992418	252	36,30037054	63
Bajocien inférieur	Discites	47,44094356	255	36,35479389	0
Bajocien inférieur	Discites	47,51196293	1	36,40921723	0

Bajocien inférieur	Discites	47,58298231	0	36,46364057	0
Bajocien inférieur	Discites	47,65400168	1	36,51806392	0
Bajocien inférieur	Discites	47,72502106	0	36,57248726	0
Bajocien inférieur	Discites	47,79604044	1	36,62691061	0
Bajocien inférieur	Discites	47,86705981	83	36,68133395	0
Bajocien inférieur	Discites	47,93807919	171	36,7357573	0
Bajocien inférieur	Discites	48,00909857	88	36,79018064	0
Bajocien inférieur	Discites	48,08011794	0	36,84460398	0
Bajocien inférieur	Discites	48,15113732	0	36,89902733	0
Bajocien inférieur	Discites	48,2221567	1	36,95345067	0
Bajocien inférieur	Discites	48,29317607	0	37,00787402	0
Bajocien inférieur	Discites	48,36419545	2	37,06229736	0
Bajocien inférieur	Discites	48,43521483	0	37,1167207	0
Bajocien inférieur	Discites	48,5062342	0	37,17114405	0
Bajocien inférieur	Discites	48,57725358	253	37,22556739	255
Bajocien inférieur	Discites	48,64827296	255	37,27999074	255
Bajocien inférieur	Discites	48,71929233	255	37,33441408	255
Bajocien inférieur	Discites	48,79031171	63	37,38883742	255
Bajocien inférieur	Discites	48,86133109	128	37,44326077	213
Bajocien inférieur	Discites	48,93235046	193	37,49768411	171
Bajocien inférieur	Discites	49,00336984	255	37,55210746	171
Bajocien inférieur	Discites	49,07438922	254	37,6065308	171
Bajocien inférieur	Discites	49,14540859	255	37,66095415	171
Bajocien inférieur	Discites	49,21642797	254	37,71537749	171
Bajocien inférieur	Discites	49,28744735	127	37,76980083	171
Bajocien inférieur	Discites	49,35846672	0	37,82422418	255
Bajocien inférieur	Discites	49,4294861	1	37,87864752	255
Bajocien inférieur	Discites	49,50050548	0	37,93307087	255
Bajocien inférieur	Discites	49,57152485	191	37,98749421	255
Bajocien inférieur	Discites	49,64254423	255	38,04191755	234
Bajocien inférieur	Discites	49,71356361	255	38,0963409	171
Bajocien inférieur	Discites	49,78458298	230	38,15076424	171
Bajocien inférieur	Discites	49,85560236	172	38,20518759	171
Bajocien inférieur	Discites	49,92662174	172	38,25961093	171
Bajocien inférieur	Discites	49,99764111	168	38,31403428	171
Bajocien inférieur	Discites	50,06866049	1	38,36845762	171
Bajocien inférieur	Discites	50,13967987	1	38,42288096	171
Bajocien inférieur	Discites	50,21069924	0	38,47730431	234
Bajocien inférieur	Discites	50,28171862	255	38,53172765	255
Bajocien inférieur	Discites	50,35273799	255	38,586151	255
Bajocien inférieur	Discites	50,42375737	193	38,64057434	255
Bajocien inférieur	Discites	50,49477675	0	38,69499768	191
Bajocien inférieur	Discites	50,56579612	0	38,74942103	0
Bajocien inférieur	Discites	50,6368155	0	38,80384437	0
Bajocien inférieur	Discites	50,70783488	1	38,85826772	0
Bajocien inférieur	Discites	50,77885425	0	38,91269106	0
Bajocien inférieur	Discites	50,84987363	0	38,9671144	0
Bajocien inférieur	Discites	50,92089301	194	39,02153775	0
Bajocien inférieur	Discites	50,99191238	253	39,07596109	0
Bajocien inférieur	Discites	51,06293176	255	39,13038444	0
Bajocien inférieur	Discites	51,13395114	254	39,18480778	0
Bajocien inférieur	Discites	51,20497051	254	39,23923113	255
Bajocien inférieur	Discites	51,27598989	192	39,29365447	255
Bajocien inférieur	Discites	51,34700927	0	39,34807781	255
Bajocien inférieur	Discites	51,41802864	1	39,40250116	255
Bajocien inférieur	Discites	51,48904802	0	39,4569245	191
Bajocien inférieur	Discites	51,5600674	0	39,51134785	0
Bajocien inférieur	Discites	51,63108677	255	39,56577119	127
Bajocien inférieur	Discites	51,70210615	255	39,62019453	255
Bajocien inférieur	Discites	51,77312553	254	39,67461788	255
Bajocien inférieur	Discites	51,8441449	255	39,72904122	255
Bajocien inférieur	Discites	51,91516428	255	39,78346457	255
Bajocien inférieur	Discites	51,98618366	255	39,83788791	255
Bajocien inférieur	Discites	52,05720303	0	39,89231126	255
Bajocien inférieur	Discites	52,12822241	3	39,9467346	63
Bajocien inférieur	Discites	52,19924179	0	40,00115794	0
Bajocien inférieur	Discites	52,27026116	63	40,05558129	0
Bajocien inférieur	Discites	52,34128054	255	40,11000463	0
Bajocien inférieur	Discites	52,41229992	254	40,16442798	0
Bajocien inférieur	Discites	52,48331929	125	40,21885132	0
Bajocien inférieur	Discites	52,55433867	0	40,27327466	0
Bajocien inférieur	Discites	52,62535805	2	40,32769801	0
Bajocien inférieur	Discites	52,69637742	62	40,38212135	0
Bajocien inférieur	Discites	52,7673968	255	40,4365447	0
Bajocien inférieur	Discites	52,83841618	0	40,49096804	0
Bajocien inférieur	Discites	52,90943555	0	40,54539138	0
Bajocien inférieur	Discites	52,98045493	0	40,59981473	0
Bajocien inférieur	Discites	53,0514743	0	40,65423807	0
Bajocien inférieur	Discites	53,12249368	127	40,70866142	0
Bajocien inférieur	Discites	53,19351306	126	40,76308476	0
Bajocien inférieur	Discites	53,26453243	0	40,81750811	0
Bajocien inférieur	Discites	53,33555181	64	40,87193145	0
Bajocien inférieur	Discites	53,40657119	255	40,92635479	0
Bajocien inférieur	Discites	53,47759056	254	40,98077814	0

Bajocien inférieur	Discites	53,54860994	255	41,03520148	127
Bajocien inférieur	Discites	53,61962932	255	41,08962483	213
Bajocien inférieur	Discites	53,69064869	253	41,14404817	171
Bajocien inférieur	Discites	53,76166807	128	41,19847151	171
Bajocien inférieur	Discites	53,83268745	0	41,25289486	234
Bajocien inférieur	Discites	53,90370682	0	41,3073182	63
Bajocien inférieur	Discites	53,9747262	0	41,36174155	0
Bajocien inférieur	Discites	54,04574558	2	41,41616489	0
Bajocien inférieur	Discites	54,11676495	255	41,47058824	0
Bajocien inférieur	Discites	54,18778433	255	41,52501158	0
Bajocien inférieur	Discites	54,25880371	252	41,57943492	0
Bajocien inférieur	Discites	54,32982308	255	41,63385827	0
Bajocien inférieur	Discites	54,40084246	254	41,68828161	0
Bajocien inférieur	Discites	54,47186184	2	41,74270496	0
Bajocien inférieur	Discites	54,54288121	0	41,7971283	127
Bajocien inférieur	Discites	54,61390059	125	41,85155164	255
Bajocien inférieur	Discites	54,68491997	255	41,90597499	255
Bajocien inférieur	Discites	54,75593934	255	41,96039833	255
Bajocien inférieur	Discites	54,82695872	253	42,01482168	255
Bajocien inférieur	Discites	54,8979781	255	42,06924502	255
Bajocien inférieur	Discites	54,96899747	255	42,12366836	255
Bajocien inférieur	Discites	55,04001685	254	42,17809171	0
Bajocien inférieur	Discites	55,11103623	62	42,23251505	0
Bajocien inférieur	Discites	55,1820556	0	42,2869384	0
Bajocien inférieur	Discites	55,25307498	0	42,34136174	0
Bajocien inférieur	Discites	55,32409436	1	42,39578509	0
Bajocien inférieur	Discites	55,39511373	0	42,45020843	0
Bajocien inférieur	Discites	55,46613311	0	42,50463177	0
Bajocien inférieur	Discites	55,53715249	1	42,55905512	0
Bajocien inférieur	Discites	55,60817186	255	42,61347846	0
Bajocien inférieur	Discites	55,67919124	64	42,66790181	0
Bajocien inférieur	Discites	55,75021061	1	42,72232515	0
Bajocien inférieur	Discites	55,82122999	0	42,77674849	0
Bajocien inférieur	Discites	55,89224937	2	42,83117184	255
Bajocien inférieur	Discites	55,96326874	0	42,88559518	255
Bajocien inférieur	Discites	56,03428812	131	42,94001853	255
Bajocien inférieur	Discites	56,1053075	254	42,99444187	255
Bajocien inférieur	Discites	56,17632687	255	43,04886522	255
Bajocien inférieur	Discites	56,24734625	61	43,10328856	255
Bajocien inférieur	Discites	56,31836563	0	43,1577119	255
Bajocien inférieur	Discites	56,389385	0	43,21213525	127
Bajocien inférieur	Discites	56,46040438	0	43,26655859	0
Bajocien inférieur	Discites	56,53142376	0	43,32098194	0
Bajocien inférieur	Discites	56,60244313	61	43,37540528	191
Bajocien inférieur	Discites	56,67346251	255	43,42982862	192
Bajocien inférieur	Discites	56,74448189	253	43,48425197	171
Bajocien inférieur	Discites	56,81550126	255	43,53867531	171
Bajocien inférieur	Discites	56,88652064	253	43,59309866	171
Bajocien inférieur	Discites	56,95754002	190	43,647522	171
Bajocien inférieur	Discites	57,02855939	255	43,70194535	171
Bajocien inférieur	Discites	57,09957877	255	43,75636869	171
Bajocien inférieur	Discites	57,17059815	254	43,81079203	171
Bajocien inférieur	Discites	57,24161752	126	43,86521538	213
Bajocien inférieur	Discites	57,3126369	0	43,91963872	127
Bajocien inférieur	Discites	57,38365628	0	43,97406207	0
Bajocien inférieur	Discites	57,45467565	2	44,02848541	0
Bajocien inférieur	Discites	57,52569503	255	44,08290875	191
Bajocien inférieur	Discites	57,59671441	255	44,1373321	255
Bajocien inférieur	Discites	57,66773378	252	44,19175544	255
Bajocien inférieur	Discites	57,73875316	255	44,24617879	255
Bajocien inférieur	Discites	57,80977254	254	44,30060213	255
Bajocien inférieur	Discites	57,88079191	1	44,35502547	255
Bajocien inférieur	Discites	57,95181129	0	44,40944882	191
Bajocien inférieur	Discites	58,02283067	0	44,46387216	0
Bajocien inférieur	Discites	58,09385004	2	44,51829551	0
Bajocien inférieur	Discites	58,16486942	0	44,57271885	0
Bajocien inférieur	Discites	58,2358888	189	44,6271422	0
Bajocien inférieur	Discites	58,30690817	129	44,68156554	0
Bajocien inférieur	Discites	58,37792755	190	44,73598888	0
Bajocien inférieur	Discites	58,44894693	254	44,79041223	0
Bajocien inférieur	Discites	58,5199663	255	44,84483557	0
Bajocien inférieur	Discites	58,59098568	252	44,89925892	0
Bajocien inférieur	Discites	58,66200505	255	44,95368226	0
Bajocien inférieur	Discites	58,73302443	255	45,0081056	0
Bajocien inférieur	Discites	58,80404381	2	45,06252895	0
Bajocien inférieur	Discites	58,87506318	0	45,11695229	0
Bajocien inférieur	Discites	58,94608256	0	45,17137564	0
Bajocien inférieur	Discites	59,01710194	1	45,22579898	0
Bajocien inférieur	Discites	59,08812131	0,894736842	45,28022233	127
Bajocien inférieur	Discites	59,15914069	0,789473684	45,33464567	255
Bajocien inférieur	Discites	59,23016007	0,473684211	45,38906901	255
Bajocien inférieur	Discites	59,30117944	1	45,44349236	255
Bajocien inférieur	Discites	59,37219882	1,868421053	45,4979157	255
Bajocien inférieur	Discites	59,4432182	0,763157895	45,55233905	255

Bajocien inférieur	Discites	59,51423757	176,9210526	45,60676239	63
Bajocien inférieur	Discites	59,58525695	123,4473684	45,66118573	0
Bajocien inférieur	Discites	59,65627633	1,421052632	45,71560908	0
Bajocien inférieur	Discites	59,7272957	0,368421053	45,77003242	0
Bajocien inférieur	Discites	59,79831508	253,3157895	45,82445577	0
Bajocien inférieur	Discites	59,86933446	254,3421053	45,87887911	0
Bajocien inférieur	Discites	59,94035383	254,2631579	45,93330245	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	60,01137321	0,052631579	45,9877258	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	60,08239259	1,157894737	46,04214914	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	60,15341196	127	46,09657249	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	60,22443134	255	46,15099583	191
Bajocien inférieur	Laeviuscula	60,29545072	255	46,20541918	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	60,36647009	254	46,25984252	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	60,43748947	255	46,31426586	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	60,50850885	254	46,36868921	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	60,57952822	3	46,42311255	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	60,6505476	0	46,4775359	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	60,72156698	2	46,53195924	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	60,79258635	0	46,58638258	191
Bajocien inférieur	Laeviuscula	60,86360573	1	46,64080593	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	60,93462511	255	46,69522927	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	61,00564448	255	46,74965262	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	61,07666386	255	46,80407596	191
Bajocien inférieur	Laeviuscula	61,14768324	125	46,85849931	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	61,21870261	1	46,91292265	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	61,28972199	0	46,96734599	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	61,36074136	4	47,02176934	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	61,43176074	0	47,07619268	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	61,50278012	172	47,13061603	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	61,57379949	254	47,18503937	234
Bajocien inférieur	Laeviuscula	61,64481887	255	47,23946271	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	61,71583825	255	47,29388606	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	61,78685762	254	47,3483094	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	61,857877	255	47,40273275	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	61,92889638	125	47,45715609	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	61,99991575	0	47,51157943	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	62,07093513	0	47,56600278	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	62,14195451	1	47,62042612	234
Bajocien inférieur	Laeviuscula	62,21297388	0	47,67484947	63
Bajocien inférieur	Laeviuscula	62,28399326	192	47,72927281	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	62,35501264	255	47,78369616	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	62,42603201	255	47,8381195	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	62,49705139	254	47,89254284	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	62,56807077	253	47,94696619	191
Bajocien inférieur	Laeviuscula	62,63909014	63	48,00138953	63
Bajocien inférieur	Laeviuscula	62,71010952	0	48,05581288	234
Bajocien inférieur	Laeviuscula	62,7811289	0	48,11023622	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	62,85214827	3	48,16465956	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	62,92316765	0	48,21908291	234
Bajocien inférieur	Laeviuscula	62,99418703	0	48,27350625	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	63,0652064	60	48,3279296	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	63,13622578	255	48,38235294	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	63,20724516	253	48,43677629	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	63,27826453	255	48,49119963	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	63,34928391	0	48,54562297	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	63,42030329	0	48,60004632	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	63,49132266	0	48,65446966	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	63,56234204	0	48,70889301	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	63,63336142	193	48,76331635	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	63,70438079	254	48,81773969	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	63,77540017	255	48,87216304	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	63,84641955	255	48,92658638	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	63,91743892	255	48,98100973	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	63,9884583	191	49,03543307	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	64,05947767	130	49,08985642	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	64,13049705	0	49,14427976	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	64,20151643	0	49,1987031	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	64,2725358	0	49,25312645	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	64,34355518	1	49,30754979	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	64,41457456	126	49,36197314	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	64,48559393	255	49,41639648	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	64,55661331	255	49,47081982	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	64,62763269	128	49,52524317	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	64,69865206	0	49,57966651	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	64,76967144	3	49,63408986	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	64,84069082	0	49,6885132	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	64,91171019	255	49,74293654	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	64,98272957	255	49,79735989	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	65,05374895	255	49,85178323	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	65,12476832	254	49,90620658	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	65,1957877	191	49,96062992	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	65,26680708	2	50,01505327	63
Bajocien inférieur	Laeviuscula	65,33782645	0	50,06947661	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	65,40884583	0	50,12389995	255

Bajocien inférieur	Laeviuscula	65,47986521	1	50,1783233	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	65,55088458	0	50,23274664	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	65,62190396	194	50,28716999	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	65,69292334	255	50,34159333	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	65,76394271	255	50,39601667	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	65,83496209	255	50,45044002	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	65,90598147	255	50,50486336	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	65,97700084	194	50,55928671	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	66,04802022	0	50,61371005	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	66,1190396	1	50,6681334	191
Bajocien inférieur	Laeviuscula	66,19005897	0	50,72255674	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	66,26107835	0	50,77698008	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	66,33209773	2	50,83140343	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	66,4031171	190	50,88582677	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	66,47413648	255	50,94025012	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	66,54515586	253	50,99467346	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	66,61617523	255	51,0490968	191
Bajocien inférieur	Laeviuscula	66,68719461	2	51,10352015	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	66,75821398	0	51,15794349	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	66,82923336	0	51,21236684	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	66,90025274	1	51,26679018	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	66,97127211	127	51,32121352	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	67,04229149	255	51,37563687	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	67,11331087	255	51,43006021	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	67,18433024	254	51,48448356	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	67,25534962	254	51,5389069	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	67,326369	255	51,59333025	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	67,39738837	252	51,64775359	127
Bajocien inférieur	Laeviuscula	67,46840775	255	51,70217693	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	67,53942713	128	51,75660028	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	67,6104465	0	51,81102362	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	67,68146588	2	51,86544697	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	67,75248526	0	51,91987031	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	67,82350463	1	51,97429365	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	67,89452401	0	52,028717	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	67,96554339	190	52,08314034	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	68,03656276	255	52,13756369	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	68,10758214	255	52,19198703	191
Bajocien inférieur	Laeviuscula	68,17860152	255	52,24641038	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	68,24962089	255	52,30083372	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	68,32064027	170	52,35525706	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	68,39165965	0	52,40968041	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	68,46267902	0	52,46410375	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	68,5336984	3	52,5185271	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	68,60471778	0	52,57295044	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	68,67573715	0	52,62737378	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	68,74675653	2	52,68179713	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	68,81777591	130	52,73622047	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	68,88879528	170	52,79064382	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	68,95981466	171	52,84506716	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	69,03083404	44	52,8994905	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	69,10185341	0	52,95391385	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	69,17287279	0	53,00833719	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	69,24389217	0	53,06276054	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	69,31491154	0	53,11718388	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	69,38593092	0	53,17160723	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	69,45695029	130	53,22603057	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	69,52796967	255	53,28045391	63
Bajocien inférieur	Laeviuscula	69,59898905	253	53,33487726	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	69,67000842	255	53,3893006	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	69,7410278	62	53,44372395	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	69,81204718	127	53,49814729	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	69,88306655	255	53,55257063	63
Bajocien inférieur	Laeviuscula	69,95408593	255	53,60699398	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	70,02510531	254	53,66141732	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	70,09612468	254	53,71584067	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	70,16714406	255	53,77026401	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	70,23816344	252	53,82468736	127
Bajocien inférieur	Laeviuscula	70,30918281	255	53,8791107	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	70,38020219	1	53,93353404	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	70,45122157	1	53,98795739	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	70,52224094	1	54,04238073	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	70,59326032	1	54,09680408	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	70,6642797	1	54,15122742	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	70,73529907	1	54,20565076	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	70,80631845	1	54,26007411	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	70,87733783	1	54,31449745	63
Bajocien inférieur	Laeviuscula	70,9483572	0	54,3689208	234
Bajocien inférieur	Laeviuscula	71,01937658	0	54,42334414	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	71,09039596	1	54,47776748	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	71,16141533	191	54,53219083	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	71,23243471	255	54,58661417	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	71,30345409	255	54,64103752	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	71,37447346	253	54,69546086	234

Bajocien inférieur	Laeviuscula	71,44549284	255	54,74988421	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	71,51651222	255	54,80430755	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	71,58753159	253	54,85873089	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	71,65855097	255	54,91315424	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	71,72957035	255	54,96757758	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	71,80058972	191	55,02200093	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	71,8716091	1	55,07642427	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	71,94262848	0	55,13084761	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	72,01364785	0	55,18527096	127
Bajocien inférieur	Laeviuscula	72,08466723	1	55,2396943	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	72,1556866	0	55,29411765	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	72,22670598	193	55,34854099	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	72,29772536	253	55,40296434	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	72,36874473	253	55,45738768	191
Bajocien inférieur	Laeviuscula	72,43976411	255	55,51181102	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	72,51078349	255	55,56623437	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	72,58180286	255	55,62065771	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	72,65282224	236	55,67508106	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	72,72384162	169	55,7295044	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	72,79486099	171	55,78392774	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	72,86588037	173	55,83835109	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	72,93689975	169	55,89277443	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	73,00791912	237	55,94719778	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	73,0789385	254	56,00162112	127
Bajocien inférieur	Laeviuscula	73,14995788	254	56,05604447	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	73,22097725	191	56,11046781	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	73,29199663	0	56,16489115	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	73,36301601	0	56,2193145	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	73,43403538	1	56,27373784	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	73,50505476	0	56,32816119	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	73,57607414	255	56,38258453	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	73,64709351	254	56,43700787	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	73,71811289	255	56,49143122	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	73,78913227	255	56,54585456	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	73,86015164	255	56,60027791	213
Bajocien inférieur	Laeviuscula	73,93117102	255	56,65470125	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	74,0021904	255	56,70912459	234
Bajocien inférieur	Laeviuscula	74,07320977	64	56,76354794	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	74,14422915	0	56,81797128	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	74,21524853	3	56,87239463	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	74,2862679	189	56,92681797	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	74,35728728	255	56,98124132	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	74,42830666	255	57,03566466	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	74,49932603	255	57,090088	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	74,57034541	255	57,14451135	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	74,64136479	254	57,19893469	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	74,71238416	128	57,25335804	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	74,78340354	0	57,30778138	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	74,85442291	127	57,36220472	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	74,92544229	254	57,41662807	213
Bajocien inférieur	Laeviuscula	74,99646167	254	57,47105141	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	75,06748104	255	57,52547476	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	75,13850042	62	57,5798981	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	75,2095198	254	57,63432145	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	75,28053917	255	57,68874479	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	75,35155855	255	57,74316813	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	75,42257793	62	57,79759148	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	75,4935973	1	57,85201482	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	75,56461668	1	57,90643817	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	75,63563606	1	57,96086151	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	75,70665543	1	58,01528485	127
Bajocien inférieur	Laeviuscula	75,77767481	1	58,0697082	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	75,84869419	1	58,12413154	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	75,91971356	1	58,17855489	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	75,99073294	1	58,23297823	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	76,06175232	3	58,28740157	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	76,13277169	0	58,34182492	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	76,20379107	255	58,39624826	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	76,27481045	255	58,45067161	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	76,34582982	255	58,50509495	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	76,4168492	254	58,5595183	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	76,48786858	255	58,61394164	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	76,55888795	255	58,66836498	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	76,62990733	255	58,72278833	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	76,70092671	255	58,77721167	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	76,77194608	255	58,83163502	191
Bajocien inférieur	Laeviuscula	76,84296546	126	58,88605836	192
Bajocien inférieur	Laeviuscula	76,91398484	1	58,9404817	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	76,98500421	0	58,99490505	234
Bajocien inférieur	Laeviuscula	77,05602359	4	59,04932839	63
Bajocien inférieur	Laeviuscula	77,12704297	0	59,10375174	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	77,19806234	0	59,15817508	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	77,26908172	192	59,21259843	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	77,3401011	255	59,26702177	0

Bajocien inférieur	Laeviuscula	77,41112047	255	59,32144511	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	77,48213985	255	59,37586846	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	77,55315922	255	59,4302918	127
Bajocien inférieur	Laeviuscula	77,6241786	255	59,48471515	213
Bajocien inférieur	Laeviuscula	77,69519798	253	59,53913849	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	77,76621735	191	59,59356183	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	77,83723673	1	59,64798518	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	77,90825611	1	59,70240852	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	77,97927548	0	59,75683187	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	78,05029486	2	59,81125521	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	78,12131424	0	59,86567855	192
Bajocien inférieur	Laeviuscula	78,19233361	0	59,9201019	191
Bajocien inférieur	Laeviuscula	78,26335299	2	59,97452524	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	78,33437237	0	60,02894859	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	78,40539174	63	60,08337193	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	78,47641112	255	60,13779528	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	78,5474305	253	60,19221862	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	78,61844987	255	60,24664196	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	78,68946925	255	60,30106531	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	78,76048863	130	60,35548865	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	78,831508	0	60,409912	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	78,90252738	1	60,46433534	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	78,97354676	0	60,51875868	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	79,04456613	2	60,57318203	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	79,11558551	0	60,62760537	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	79,18660489	0	60,68202872	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	79,25762426	253	60,73645206	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	79,32864364	255	60,79087541	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	79,39966302	255	60,84529875	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	79,47068239	255	60,89972209	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	79,54170177	0	60,95414544	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	79,61272115	0	61,00856878	127
Bajocien inférieur	Laeviuscula	79,68374052	0	61,06299213	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	79,7547599	1	61,11741547	191
Bajocien inférieur	Laeviuscula	79,82577928	0	61,17183881	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	79,89679865	0	61,22626216	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	79,96781803	189	61,2806855	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	80,03883741	255	61,33510885	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	80,10985678	255	61,38953219	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	80,18087616	252	61,44395553	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	80,25189553	255	61,49837888	213
Bajocien inférieur	Laeviuscula	80,32291491	255	61,55280222	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	80,39393429	213	61,60722557	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	80,46495366	173	61,66164891	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	80,53597304	171	61,71607226	213
Bajocien inférieur	Laeviuscula	80,60699242	84	61,7704956	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	80,67801179	0	61,82491894	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	80,74903117	0	61,87934229	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	80,82005055	1	61,93376563	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	80,89106992	2	61,98818898	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	80,9620893	59	62,04261232	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	81,03310868	255	62,09703566	192
Bajocien inférieur	Laeviuscula	81,10412805	62	62,15145901	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	81,17514743	254	62,20588235	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	81,24616681	254	62,2603057	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	81,31718618	255	62,31472904	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	81,38820556	251	62,36915239	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	81,45922494	255	62,42357573	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	81,53024431	255	62,47799907	192
Bajocien inférieur	Laeviuscula	81,60126369	254	62,53242242	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	81,67228307	62	62,58684576	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	81,74330244	1	62,64126911	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	81,81432182	0	62,69569245	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	81,8853412	0	62,75011579	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	81,95636057	1	62,80453914	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	82,02737995	0	62,85896248	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	82,09839933	0	62,91338583	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	82,1694187	62	62,96780917	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	82,24043808	254	63,02223252	171
Bajocien inférieur	Laeviuscula	82,31145746	255	63,07665586	213
Bajocien inférieur	Laeviuscula	82,38247683	189	63,1310792	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	82,45349621	2	63,18550255	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	82,52451559	0	63,23992589	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	82,59553496	0	63,29434924	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	82,66655434	0	63,34877258	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	82,73757372	255	63,40319592	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	82,80859309	255	63,45761927	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	82,87961247	255	63,51204261	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	82,95063184	253	63,56646596	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	83,02165122	255	63,6208893	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	83,0926706	255	63,67531264	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	83,16368997	191	63,72973599	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	83,23470935	1	63,78415933	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	83,30572873	0	63,83858268	255

Bajocien inférieur	Laeviuscula	83,3767481	0	63,89300602	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	83,44776748	3	63,94742937	63
Bajocien inférieur	Laeviuscula	83,51878686	0	64,00185271	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	83,58980623	255	64,05627605	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	83,66082561	255	64,1106994	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	83,73184499	255	64,16512274	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	83,80286436	254	64,21954609	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	83,87388374	255	64,27396943	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	83,94490312	255	64,32839277	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	84,01592249	189	64,38281612	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	84,08694187	1	64,43723946	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	84,15796125	0	64,49166281	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	84,22898062	0	64,54608615	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	84,3	62	64,6005095	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	84,37101938	254	64,65493284	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	84,44203875	255	64,70935618	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	84,51305813	64	64,76377953	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	84,58407751	0	64,81820287	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	84,65509688	1	64,87262622	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	84,72611626	1	64,92704956	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	84,79713564	63	64,9814729	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	84,86815501	255	65,03589625	191
Bajocien inférieur	Laeviuscula	84,93917439	254	65,09031959	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	85,01019377	255	65,14474294	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	85,08121314	255	65,19916628	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	85,15223252	0	65,25358962	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	85,2232519	1	65,30801297	191
Bajocien inférieur	Laeviuscula	85,29427127	1	65,36243631	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	85,36529065	63	65,41685966	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	85,43631003	255	65,471283	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	85,5073294	254	65,52570635	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	85,57834878	255	65,58012969	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	85,64936816	255	65,63455303	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	85,72038753	255	65,68897638	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	85,79140691	252	65,74339972	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	85,86242628	255	65,79782307	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	85,93344566	254	65,85224641	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	86,00446504	254	65,90666975	191
Bajocien inférieur	Laeviuscula	86,07548441	255	65,9610931	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	86,14650379	255	66,01551644	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	86,21752317	127	66,06993979	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	86,28854254	0	66,12436313	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	86,35956192	0	66,17878648	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	86,4305813	1	66,23320982	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	86,50160067	191	66,28763316	255
Bajocien inférieur	Laeviuscula	86,57262005	255	66,34205651	191
Bajocien inférieur	Laeviuscula	86,64363943	255	66,39647985	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	86,7146588	253	66,4509032	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	86,78567818	255	66,50532654	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	86,85669756	127	66,55974988	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	86,92771693	1	66,61417323	0
Bajocien inférieur	Laeviuscula	86,99873631	0	66,66859657	0
Bajocien inférieur	Sauzei	87,06975569	0	66,72301992	0
Bajocien inférieur	Sauzei	87,14077506	0	66,77744326	0
Bajocien inférieur	Sauzei	87,21179444	2	66,8318666	0
Bajocien inférieur	Sauzei	87,28281382	170	66,88628995	0
Bajocien inférieur	Sauzei	87,35383319	169	66,94071329	0
Bajocien inférieur	Sauzei	87,42485257	171	66,99513664	0
Bajocien inférieur	Sauzei	87,49587195	171	67,04955998	0
Bajocien inférieur	Sauzei	87,56689132	172	67,10398333	0
Bajocien inférieur	Sauzei	87,6379107	171	67,15840667	127
Bajocien inférieur	Sauzei	87,70893008	171	67,21283001	255
Bajocien inférieur	Sauzei	87,77994945	173	67,26725336	255
Bajocien inférieur	Sauzei	87,85096883	87	67,3216767	255
Bajocien inférieur	Sauzei	87,92198821	0	67,37610005	255
Bajocien inférieur	Sauzei	87,99300758	1	67,43052339	255
Bajocien inférieur	Sauzei	88,06402696	129	67,48494673	255
Bajocien inférieur	Sauzei	88,13504634	254	67,53937008	255
Bajocien inférieur	Sauzei	88,20606571	255	67,59379342	255
Bajocien inférieur	Sauzei	88,27708509	255	67,64821677	0
Bajocien inférieur	Sauzei	88,34810447	255	67,70264011	0
Bajocien inférieur	Sauzei	88,41912384	255	67,75706346	0
Bajocien inférieur	Sauzei	88,49014322	129	67,8114868	0
Bajocien inférieur	Sauzei	88,56116259	1	67,86591014	0
Bajocien inférieur	Sauzei	88,63218197	0	67,92033349	0
Bajocien inférieur	Sauzei	88,70320135	0	67,97475683	0
Bajocien inférieur	Sauzei	88,77422072	1	68,02918018	0
Bajocien inférieur	Sauzei	88,8452401	0	68,08360352	0
Bajocien inférieur	Sauzei	88,91625948	0	68,13802686	0
Bajocien inférieur	Sauzei	88,98727885	62	68,19245021	0
Bajocien inférieur	Sauzei	89,05829823	254	68,24687355	255
Bajocien inférieur	Sauzei	89,12931761	254	68,3012969	255
Bajocien inférieur	Sauzei	89,20033698	255	68,35572024	255
Bajocien inférieur	Sauzei	89,27135636	251	68,41014358	255

Bajocien inférieur	Sauzei	89,34237574	255	68,46456693	255
Bajocien inférieur	Sauzei	89,41339511	254	68,51899027	255
Bajocien inférieur	Sauzei	89,48441449	253	68,57341362	255
Bajocien inférieur	Sauzei	89,55543387	126	68,62783696	255
Bajocien inférieur	Sauzei	89,62645324	2	68,68226031	255
Bajocien inférieur	Sauzei	89,69747262	0	68,73668365	255
Bajocien inférieur	Sauzei	89,768492	3	68,79110699	255
Bajocien inférieur	Sauzei	89,83951137	0	68,84553034	63
Bajocien inférieur	Sauzei	89,91053075	255	68,89995368	0
Bajocien inférieur	Sauzei	89,98155013	255	68,95437703	0
Bajocien inférieur	Sauzei	90,0525695	255	69,00880037	0
Bajocien inférieur	Sauzei	90,12358888	254	69,06322371	0
Bajocien inférieur	Sauzei	90,19460826	191	69,11764706	0
Bajocien inférieur	Sauzei	90,26562763	0	69,1720704	0
Bajocien inférieur	Sauzei	90,33664701	4	69,22649375	0
Bajocien inférieur	Sauzei	90,40766639	0	69,28091709	0
Bajocien inférieur	Sauzei	90,47868576	172	69,33534044	0
Bajocien inférieur	Sauzei	90,54970514	254	69,38976378	0
Bajocien inférieur	Sauzei	90,62072452	255	69,44418712	0
Bajocien inférieur	Sauzei	90,69174389	255	69,49861047	0
Bajocien inférieur	Sauzei	90,76276327	254	69,55303381	0
Bajocien inférieur	Sauzei	90,83378265	255	69,60745716	0
Bajocien inférieur	Sauzei	90,90480202	254	69,6618805	255
Bajocien inférieur	Sauzei	90,9758214	64	69,71630384	255
Bajocien inférieur	Sauzei	91,04684078	0	69,77072719	255
Bajocien inférieur	Sauzei	91,11786015	63	69,82515053	255
Bajocien inférieur	Sauzei	91,18887953	255	69,87957388	255
Bajocien inférieur	Sauzei	91,2598989	254	69,93399722	255
Bajocien inférieur	Sauzei	91,33091828	255	69,98842057	255
Bajocien inférieur	Sauzei	91,40193766	254	70,04284391	127
Bajocien inférieur	Sauzei	91,47295703	254	70,09726725	0
Bajocien inférieur	Sauzei	91,54397641	190	70,1516906	0
Bajocien inférieur	Sauzei	91,61499579	0	70,20611394	0
Bajocien inférieur	Sauzei	91,68601516	1	70,26053729	0
Bajocien inférieur	Sauzei	91,75703454	125	70,31496063	0
Bajocien inférieur	Sauzei	91,82805392	255	70,36938397	0
Bajocien inférieur	Sauzei	91,89907329	255	70,42380732	0
Bajocien inférieur	Sauzei	91,97009267	255	70,47823066	0
Bajocien inférieur	Sauzei	92,04111205	250	70,53265401	0
Bajocien inférieur	Sauzei	92,11213142	255	70,58707735	0
Bajocien inférieur	Sauzei	92,1831508	255	70,64150069	0
Bajocien inférieur	Sauzei	92,25417018	0	70,69592404	0
Bajocien inférieur	Sauzei	92,32518955	127	70,75034738	0
Bajocien inférieur	Sauzei	92,39620893	254	70,80477073	0
Bajocien inférieur	Sauzei	92,46722831	255	70,85919407	0
Bajocien inférieur	Sauzei	92,53824768	125	70,91361742	0
Bajocien inférieur	Sauzei	92,60926706	0	70,96804076	0
Bajocien inférieur	Sauzei	92,68028644	0	71,0224641	0
Bajocien inférieur	Sauzei	92,75130581	1	71,07688745	0
Bajocien inférieur	Sauzei	92,82232519	0	71,13131079	255
Bajocien inférieur	Sauzei	92,89334457	189	71,18573414	255
Bajocien inférieur	Sauzei	92,96436394	254	71,24015748	255
Bajocien inférieur	Sauzei	93,03538332	255	71,29458082	255
Bajocien inférieur	Sauzei	93,1064027	255	71,34900417	234
Bajocien inférieur	Sauzei	93,17742207	255	71,40342751	171
Bajocien inférieur	Sauzei	93,24844145	189	71,45785086	171
Bajocien inférieur	Sauzei	93,31946083	2	71,5122742	171
Bajocien inférieur	Sauzei	93,3904802	2	71,56669755	213
Bajocien inférieur	Sauzei	93,46149958	189	71,62112089	127
Bajocien inférieur	Sauzei	93,53251896	255	71,67554423	0
Bajocien inférieur	Sauzei	93,60353833	255	71,72996758	0
Bajocien inférieur	Sauzei	93,67455771	255	71,78439092	0
Bajocien inférieur	Sauzei	93,74557709	255	71,83881427	0
Bajocien inférieur	Sauzei	93,81659646	255	71,89323761	0
Bajocien inférieur	Sauzei	93,88761584	0	71,94766095	0
Bajocien inférieur	Sauzei	93,95863521	173	72,0020843	0
Bajocien inférieur	Sauzei	94,02965459	171	72,05650764	0
Bajocien inférieur	Sauzei	94,10067397	172	72,11093099	0
Bajocien inférieur	Sauzei	94,17169334	174	72,16535433	0
Bajocien inférieur	Sauzei	94,24271272	169	72,21977767	0
Bajocien inférieur	Sauzei	94,3137321	171	72,27420102	0
Bajocien inférieur	Sauzei	94,38475147	171	72,32862436	0
Bajocien inférieur	Sauzei	94,45577085	0	72,38304771	191
Bajocien inférieur	Sauzei	94,52679023	3	72,43747105	255
Bajocien inférieur	Sauzei	94,5978096	0	72,4918944	255
Bajocien inférieur	Sauzei	94,66882898	189	72,54631774	255
Bajocien inférieur	Sauzei	94,73984836	255	72,60074108	255
Bajocien inférieur	Sauzei	94,81086773	254	72,65516443	171
Bajocien inférieur	Sauzei	94,88188711	255	72,70958777	171
Bajocien inférieur	Sauzei	94,95290649	254	72,76401112	192
Bajocien inférieur	Sauzei	95,02392586	61	72,81843446	255
Bajocien inférieur	Sauzei	95,09494524	2	72,8728578	255
Bajocien inférieur	Sauzei	95,16596462	0	72,92728115	255
Bajocien inférieur	Sauzei	95,23698399	255	72,98170449	255

Bajocien inférieur	Sauzei	95,30800337	253	73,03612784	255
Bajocien inférieur	Sauzei	95,37902275	254	73,09055118	255
Bajocien inférieur	Sauzei	95,45004212	255	73,14497453	63
Bajocien inférieur	Sauzei	95,5210615	252	73,19939787	0
Bajocien inférieur	Sauzei	95,59208088	255	73,25382121	0
Bajocien inférieur	Sauzei	95,66310025	255	73,30824456	0
Bajocien inférieur	Sauzei	95,73411963	2	73,3626679	0
Bajocien inférieur	Sauzei	95,80513901	0	73,41709125	0
Bajocien inférieur	Sauzei	95,87615838	0	73,47151459	0
Bajocien inférieur	Sauzei	95,94717776	255	73,52593793	0
Bajocien inférieur	Sauzei	96,01819714	255	73,58036128	0
Bajocien inférieur	Sauzei	96,08921651	255	73,63478462	0
Bajocien inférieur	Sauzei	96,16023589	253	73,68920797	0
Bajocien inférieur	Sauzei	96,23125527	255	73,74363131	0
Bajocien inférieur	Sauzei	96,30227464	255	73,79805465	0
Bajocien inférieur	Sauzei	96,37329402	61	73,852478	0
Bajocien inférieur	Sauzei	96,4443134	1	73,90690134	0
Bajocien inférieur	Sauzei	96,51533277	2	73,96132469	0
Bajocien inférieur	Sauzei	96,58635215	0	74,01574803	0
Bajocien inférieur	Sauzei	96,65737152	190	74,07017138	0
Bajocien inférieur	Sauzei	96,7283909	255	74,12459472	0
Bajocien inférieur	Sauzei	96,79941028	253	74,17901806	0
Bajocien inférieur	Sauzei	96,87042965	255	74,23344141	63
Bajocien inférieur	Sauzei	96,94144903	212	74,28786475	234
Bajocien inférieur	Sauzei	97,01246841	86	74,3422881	171
Bajocien inférieur	Sauzei	97,08348778	87	74,39671144	213
Bajocien inférieur	Sauzei	97,15450716	87	74,45113478	255
Bajocien inférieur	Sauzei	97,22552654	86	74,50555813	255
Bajocien inférieur	Sauzei	97,29654591	88	74,55998147	255
Bajocien inférieur	Sauzei	97,36756529	169	74,61440482	255
Bajocien inférieur	Sauzei	97,43858467	255	74,66882816	255
Bajocien inférieur	Sauzei	97,50960404	255	74,72325151	171
Bajocien inférieur	Sauzei	97,58062342	254	74,77767485	171
Bajocien inférieur	Sauzei	97,6516428	254	74,83209819	171
Bajocien inférieur	Sauzei	97,72266217	255	74,88652154	192
Bajocien inférieur	Sauzei	97,79368155	253	74,94094488	255
Bajocien inférieur	Sauzei	97,86470093	2	74,99536823	255
Bajocien inférieur	Sauzei	97,9357203	0	75,04979157	255
Bajocien inférieur	Sauzei	98,00673968	61	75,10421491	127
Bajocien inférieur	Sauzei	98,07775906	254	75,15863826	0
Bajocien inférieur	Sauzei	98,14877843	255	75,2130616	0
Bajocien inférieur	Sauzei	98,21979781	253	75,26748495	0
Bajocien inférieur	Sauzei	98,29081719	255	75,32190829	0
Bajocien inférieur	Sauzei	98,36183656	255	75,37633164	0
Bajocien inférieur	Sauzei	98,43285594	0	75,43075498	0
Bajocien inférieur	Sauzei	98,50387532	127	75,48517832	0
Bajocien inférieur	Sauzei	98,57489469	254	75,53960167	0
Bajocien inférieur	Sauzei	98,64591407	255	75,59402501	0
Bajocien inférieur	Sauzei	98,71693345	252	75,64844836	0
Bajocien inférieur	Sauzei	98,78795282	255	75,7028717	0
Bajocien inférieur	Sauzei	98,8589722	128	75,75729504	0
Bajocien inférieur	Sauzei	98,92999158	0	75,81171839	0
Bajocien inférieur	Sauzei	99,00101095	63	75,86614173	0
Bajocien inférieur	Sauzei	99,07203033	255	75,92056508	191
Bajocien inférieur	Sauzei	99,14304971	255	75,97498842	255
Bajocien inférieur	Sauzei	99,21406908	253	76,02941176	255
Bajocien inférieur	Sauzei	99,28508846	255	76,08383511	255
Bajocien inférieur	Sauzei	99,35610783	255	76,13825845	255
Bajocien inférieur	Sauzei	99,42712721	254	76,1926818	255
Bajocien inférieur	Sauzei	99,49814659	128	76,24710514	255
Bajocien inférieur	Sauzei	99,56916596	0	76,30152849	255
Bajocien inférieur	Sauzei	99,64018534	192	76,35595183	191
Bajocien inférieur	Sauzei	99,71120472	254	76,41037517	0
Bajocien inférieur	Sauzei	99,78222409	255	76,46479852	0
Bajocien inférieur	Sauzei	99,85324347	253	76,51922186	0
Bajocien inférieur	Sauzei	99,92426285	255	76,57364521	0
Bajocien inférieur	Sauzei	99,99528222	255	76,62806855	0
Bajocien inférieur	Sauzei	100,0663016	255	76,68249189	0
Bajocien inférieur	Sauzei	100,137321	254	76,73691524	0
Bajocien inférieur	Sauzei	100,2083404	255	76,79133858	0
Bajocien inférieur	Sauzei	100,2793597	253	76,84576193	0
Bajocien inférieur	Sauzei	100,3503791	255	76,90018527	0
Bajocien inférieur	Sauzei	100,4213985	0	76,95460862	0
Bajocien inférieur	Sauzei	100,4924179	0	77,00903196	0
Bajocien inférieur	Sauzei	100,5634372	3	77,0634553	0
Bajocien inférieur	Sauzei	100,6344566	60	77,11787865	0
Bajocien inférieur	Sauzei	100,705476	255	77,17230199	0
Bajocien inférieur	Sauzei	100,7764954	255	77,22672534	0
Bajocien inférieur	Sauzei	100,8475147	252	77,28114868	0
Bajocien inférieur	Sauzei	100,9185341	254	77,33557202	0
Bajocien inférieur	Sauzei	100,9895535	192	77,38999537	0
Bajocien inférieur	Sauzei	101,0605729	0	77,44441871	191
Bajocien inférieur	Sauzei	101,1315922	3	77,49884206	255
Bajocien inférieur	Sauzei	101,2026116	254	77,5532654	255

Bajocien inférieur	Sauzei	101,273631	255	77,60768874	255
Bajocien inférieur	Sauzei	101,3446504	254	77,66211209	255
Bajocien inférieur	Sauzei	101,4156698	255	77,71653543	255
Bajocien inférieur	Sauzei	101,4866891	255	77,77095878	255
Bajocien inférieur	Sauzei	101,5577085	127	77,82538212	255
Bajocien inférieur	Sauzei	101,6287279	2	77,87980547	255
Bajocien inférieur	Sauzei	101,6997473	0	77,93422881	255
Bajocien inférieur	Sauzei	101,7707666	125	77,98865215	127
Bajocien inférieur	Sauzei	101,841786	255	78,0430755	0
Bajocien inférieur	Sauzei	101,9128054	255	78,09749884	0
Bajocien inférieur	Sauzei	101,9838248	253	78,15192219	0
Bajocien inférieur	Sauzei	102,0548441	255	78,20634553	0
Bajocien inférieur	Sauzei	102,1258635	255	78,26076887	0
Bajocien inférieur	Sauzei	102,1968829	255	78,31519222	0
Bajocien inférieur	Sauzei	102,2679023	255	78,36961556	0
Bajocien inférieur	Sauzei	102,3389217	3	78,42403891	0
Bajocien inférieur	Sauzei	102,409941	0	78,47846225	0
Bajocien inférieur	Sauzei	102,4809604	0	78,5328856	0
Bajocien inférieur	Sauzei	102,5519798	190	78,58730894	0
Bajocien inférieur	Sauzei	102,6229992	255	78,64173228	127
Bajocien inférieur	Sauzei	102,6940185	255	78,69615563	255
Bajocien inférieur	Sauzei	102,7650379	253	78,75057897	255
Bajocien inférieur	Sauzei	102,8360573	255	78,80500232	255
Bajocien inférieur	Sauzei	102,9070767	253	78,85942566	255
Bajocien inférieur	Sauzei	102,978096	64	78,913849	255
Bajocien inférieur	Sauzei	103,0491154	0	78,96827235	255
Bajocien inférieur	Sauzei	103,1201348	3	79,02269569	255
Bajocien inférieur	Sauzei	103,1911542	127	79,07711904	255
Bajocien inférieur	Sauzei	103,2621735	190	79,13154238	255
Bajocien inférieur	Sauzei	103,3331929	0	79,18596572	127
Bajocien inférieur	Sauzei	103,4042123	128	79,24038907	0
Bajocien inférieur	Sauzei	103,4752317	253	79,29481241	0
Bajocien inférieur	Sauzei	103,5462511	255	79,34923576	0
Bajocien inférieur	Sauzei	103,6172704	255	79,4036591	0
Bajocien inférieur	Sauzei	103,6882898	254	79,45808245	0
Bajocien inférieur	Sauzei	103,7593092	255	79,51250579	0
Bajocien inférieur	Sauzei	103,8303286	64	79,56692913	0
Bajocien inférieur	Sauzei	103,9013479	0	79,62135248	0
Bajocien inférieur	Sauzei	103,9723673	253	79,67577582	0
Bajocien inférieur	Sauzei	104,0433867	255	79,73019917	63
Bajocien inférieur	Sauzei	104,1144061	252	79,78462251	255
Bajocien inférieur	Sauzei	104,1854254	254	79,83904585	255
Bajocien inférieur	Sauzei	104,2564448	128	79,8934692	255
Bajocien inférieur	Sauzei	104,3274642	0	79,94789254	255
Bajocien inférieur	Sauzei	104,3984836	191	80,00231589	255
Bajocien inférieur	Sauzei	104,4695029	254	80,05673923	255
Bajocien inférieur	Sauzei	104,5405223	255	80,11116258	255
Bajocien inférieur	Sauzei	104,6115417	252	80,16558592	255
Bajocien inférieur	Sauzei	104,6825611	255	80,22000926	255
Bajocien inférieur	Sauzei	104,7535805	255	80,27443261	255
Bajocien inférieur	Sauzei	104,8245998	2	80,32885595	255
Bajocien inférieur	Sauzei	104,8956192	0	80,3832793	255
Bajocien inférieur	Sauzei	104,9666386	0	80,43770264	255
Bajocien inférieur	Sauzei	105,037658	255	80,49212598	191
Bajocien inférieur	Sauzei	105,1086773	255	80,54654933	0
Bajocien inférieur	Sauzei	105,1796967	255	80,60097267	0
Bajocien inférieur	Sauzei	105,2507161	255	80,65539602	0
Bajocien inférieur	Sauzei	105,3217355	255	80,70981936	0
Bajocien inférieur	Sauzei	105,3927548	255	80,7642427	0
Bajocien inférieur	Sauzei	105,4637742	255	80,81866605	0
Bajocien inférieur	Sauzei	105,5347936	255	80,87308939	0
Bajocien inférieur	Sauzei	105,605813	255	80,92751274	0
Bajocien inférieur	Sauzei	105,6768324	0	80,98193608	0
Bajocien inférieur	Sauzei	105,7478517	2	81,03635943	0
Bajocien inférieur	Sauzei	105,8188711	2	81,09078277	0
Bajocien inférieur	Sauzei	105,8898905	0	81,14520611	0
Bajocien inférieur	Sauzei	105,9609099	255	81,19962946	0
Bajocien inférieur	Sauzei	106,0319292	255	81,2540528	0
Bajocien inférieur	Sauzei	106,1029486	255	81,30847615	63
Bajocien inférieur	Sauzei	106,173968	255	81,36289949	255
Bajocien inférieur	Sauzei	106,2449874	0	81,41732283	255
Bajocien inférieur	Sauzei	106,3160067	1	81,47174618	255
Bajocien inférieur	Sauzei	106,3870261	0	81,52616952	255
Bajocien inférieur	Sauzei	106,4580455	127	81,58059287	255
Bajocien inférieur	Sauzei	106,5290649	169	81,63501621	255
Bajocien inférieur	Sauzei	106,6000842	172	81,68943956	255
Bajocien inférieur	Sauzei	106,6711036	171	81,7438629	255
Bajocien inférieur	Sauzei	106,742123	0	81,79828624	255
Bajocien inférieur	Sauzei	106,8131424	1	81,85270959	255
Bajocien inférieur	Sauzei	106,8841618	0	81,90713293	191
Bajocien inférieur	Sauzei	106,9551811	2	81,96155628	0
Bajocien inférieur	Sauzei	107,0262005	127	82,01597962	0
Bajocien inférieur	Sauzei	107,0972199	171	82,07040296	0
Bajocien inférieur	Sauzei	107,1682393	173	82,12482631	0

Bajocien inférieur	Sauzei	107,2392586	171	82,17924965	0
Bajocien inférieur	Sauzei	107,310278	41	82,233673	0
Bajocien inférieur	Sauzei	107,3812974	2	82,28809634	0
Bajocien inférieur	Sauzei	107,4523168	0	82,34251969	0
Bajocien inférieur	Sauzei	107,5233361	255	82,39694303	0
Bajocien inférieur	Sauzei	107,5943555	255	82,45136637	0
Bajocien inférieur	Sauzei	107,6653749	253	82,50578972	0
Bajocien inférieur	Sauzei	107,7363943	253	82,56021306	0
Bajocien inférieur	Sauzei	107,8074136	255	82,61463641	63
Bajocien inférieur	Sauzei	107,878433	255	82,66905975	255
Bajocien inférieur	Sauzei	107,9494524	189	82,72348309	255
Bajocien inférieur	Sauzei	108,0204718	0	82,77790644	255
Bajocien inférieur	Sauzei	108,0914912	0	82,83232978	255
Bajocien inférieur	Sauzei	108,1625105	0	82,88675313	255
Bajocien inférieur	Sauzei	108,2335299	64	82,94117647	255
Bajocien inférieur	Sauzei	108,3045493	255	82,99559981	255
Bajocien inférieur	Sauzei	108,3755687	254	83,05002316	255
Bajocien inférieur	Sauzei	108,446588	255	83,1044465	63
Bajocien inférieur	Sauzei	108,5176074	255	83,15886985	0
Bajocien inférieur	Sauzei	108,5886268	253	83,21329319	0
Bajocien inférieur	Sauzei	108,6596462	255	83,26771654	0
Bajocien inférieur	Sauzei	108,7306655	255	83,32213988	0
Bajocien inférieur	Sauzei	108,8016849	125	83,37656322	0
Bajocien inférieur	Sauzei	108,8727043	0	83,43098657	0
Bajocien inférieur	Sauzei	108,9437237	2	83,48540991	0
Bajocien inférieur	Sauzei	109,014743	1	83,53983326	0
Bajocien inférieur	Sauzei	109,0857624	129	83,5942566	0
Bajocien inférieur	Sauzei	109,1567818	254	83,64867994	0
Bajocien inférieur	Sauzei	109,2278012	255	83,70310329	191
Bajocien inférieur	Sauzei	109,2988206	255	83,75752663	255
Bajocien inférieur	Sauzei	109,3698399	255	83,81194998	255
Bajocien inférieur	Sauzei	109,4408593	255	83,86637332	255
Bajocien inférieur	Sauzei	109,5118787	129	83,92079667	255
Bajocien inférieur	Sauzei	109,5828981	2	83,97522001	255
Bajocien inférieur	Sauzei	109,6539174	0	84,02964335	0
Bajocien inférieur	Sauzei	109,7249368	125	84,0840667	63
Bajocien inférieur	Sauzei	109,7959562	255	84,13849004	255
Bajocien inférieur	Sauzei	109,8669756	255	84,19291339	255
Bajocien inférieur	Sauzei	109,9379949	253	84,24733673	255
Bajocien inférieur	Sauzei	110,0090143	255	84,30176007	255
Bajocien inférieur	Sauzei	110,0800337	255	84,35618342	255
Bajocien inférieur	Sauzei	110,1510531	255	84,41060676	255
Bajocien inférieur	Sauzei	110,2220725	62	84,46503011	255
Bajocien inférieur	Sauzei	110,2930918	0	84,51945345	255
Bajocien inférieur	Sauzei	110,3641112	2	84,57387679	255
Bajocien inférieur	Sauzei	110,4351306	0	84,62830014	255
Bajocien inférieur	Sauzei	110,50615	0	84,68272348	255
Bajocien inférieur	Sauzei	110,5771693	0	84,73714683	255
Bajocien inférieur	Sauzei	110,6481887	191	84,79157017	255
Bajocien inférieur	Sauzei	110,7192081	254	84,84599352	255
Bajocien inférieur	Sauzei	110,7902275	255	84,90041686	0
Bajocien inférieur	Sauzei	110,8612468	252	84,9548402	0
Bajocien inférieur	Sauzei	110,9322662	255	85,00926355	0
Bajocien inférieur	Sauzei	111,0032856	255	85,06368689	0
Bajocien inférieur	Sauzei	111,074305	2	85,11811024	0
Bajocien inférieur	Sauzei	111,1453243	0	85,17253358	0
Bajocien inférieur	Sauzei	111,2163437	0	85,22695692	0
Bajocien inférieur	Sauzei	111,2873631	190	85,28138027	0
Bajocien inférieur	Sauzei	111,3583825	255	85,33580361	0
Bajocien inférieur	Sauzei	111,4294019	255	85,39022696	0
Bajocien inférieur	Sauzei	111,5004212	255	85,4446503	0
Bajocien inférieur	Sauzei	111,5714406	255	85,49907365	0
Bajocien inférieur	Sauzei	111,64246	252	85,55349699	0
Bajocien inférieur	Sauzei	111,7134794	255	85,60792033	0
Bajocien inférieur	Sauzei	111,7844987	1	85,66234368	0
Bajocien inférieur	Sauzei	111,8555181	1	85,71676702	0
Bajocien inférieur	Sauzei	111,9265375	1	85,77119037	191
Bajocien inférieur	Sauzei	111,9975569	1	85,82561371	255
Bajocien inférieur	Sauzei	112,0685762	1	85,88003705	255
Bajocien inférieur	Sauzei	112,1395956	1	85,9344604	255
Bajocien inférieur	Sauzei	112,210615	1	85,98888374	255
Bajocien inférieur	Sauzei	112,2816344	1	86,04330709	255
Bajocien inférieur	Sauzei	112,3526537	1	86,09773043	0
Bajocien inférieur	Sauzei	112,4236731	2	86,15215377	0
Bajocien inférieur	Sauzei	112,4946925	0	86,20657712	0
Bajocien inférieur	Sauzei	112,5657119	125	86,26100046	0
Bajocien inférieur	Sauzei	112,6367313	255	86,31542381	0
Bajocien inférieur	Sauzei	112,7077506	255	86,36984715	0
Bajocien inférieur	Sauzei	112,77877	253	86,4242705	0
Bajocien inférieur	Sauzei	112,8497894	255	86,47869384	0
Bajocien inférieur	Sauzei	112,9208088	255	86,53311718	0
Bajocien inférieur	Sauzei	112,9918281	0	86,58754053	191
Bajocien inférieur	Sauzei	113,0628475	0	86,64196387	255
Bajocien inférieur	Sauzei	113,1338669	1	86,69638722	255

Bajocien inférieur	Sauzei	113,2048863	0	86,75081056	255
Bajocien inférieur	Sauzei	113,2759056	192	86,8052339	255
Bajocien inférieur	Sauzei	113,346925	254	86,85965725	255
Bajocien inférieur	Sauzei	113,4179444	254	86,91408059	255
Bajocien inférieur	Sauzei	113,4889638	255	86,96850394	255
Bajocien inférieur	Sauzei	113,5599832	191,7894737	87,02292728	255
Bajocien inférieur	Sauzei	113,6310025	0,263157895	87,07735063	255
Bajocien inférieur	Sauzei	113,7020219	1,131578947	87,13177397	255
Bajocien inférieur	Sauzei	113,7730413	0,578947368	87,18619731	255
Bajocien inférieur	Sauzei	113,8440607	1,105263158	87,24062066	255
Bajocien inférieur	Sauzei	113,91508	0,473684211	87,295044	63
Bajocien inférieur	Sauzei	113,9860994	138,2894737	87,34946735	0
Bajocien inférieur	Sauzei	114,0571188	254,3157895	87,40389069	0
Bajocien inférieur	Sauzei	114,1281382	210,1315789	87,45831403	0
Bajocien inférieur	Sauzei	114,1991575	41,15789474	87,51273738	0
Bajocien inférieur	Sauzei	114,2701769	1,552631579	87,56716072	0
Bajocien inférieur	Sauzei	114,3411963	1,473684211	87,62158407	0
Bajocien inférieur	Sauzei	114,4122157	253,2368421	87,67600741	0
Bajocien inférieur	Sauzei	114,483235	254,2368421	87,73043075	0
Bajocien inférieur	Sauzei	114,5542544	254,4210526	87,7848541	0
Bajocien inférieur	Sauzei	114,6252738	253,8157895	87,83927744	0
Bajocien inférieur	Sauzei	114,6962932	253,7368421	87,89370079	0
Bajocien inférieur	Sauzei	114,7673126	0,578947368	87,94812413	0
Bajocien inférieur	Sauzei	114,8383319	1,5	88,00254748	0
Bajocien inférieur	Sauzei	114,9093513	165,2105263	88,05697082	0
Bajocien inférieur	Sauzei	114,9803707	54,68421053	88,11139416	0
Bajocien inférieur	Sauzei	115,0513901	1,657894737	88,16581751	0
Bajocien inférieur	Sauzei	115,1224094	253,6052632	88,22024085	0
Bajocien inférieur	Sauzei	115,1934288	253,8684211	88,2746642	0
Bajocien inférieur	Sauzei	115,2644482	255	88,32908754	0
Bajocien inférieur	Sauzei	115,3354676	255	88,38351088	0
Bajocien inférieur	Sauzei	115,4064869	255	88,43793423	0
Bajocien inférieur	Sauzei	115,4775063	255	88,49235757	0
Bajocien inférieur	Sauzei	115,5485257	255	88,54678092	0
Bajocien inférieur	Sauzei	115,6195451	255	88,60120426	0
Bajocien inférieur	Sauzei	115,6905644	255	88,65562761	0
Bajocien inférieur	Sauzei	115,7615838	255	88,71005095	191
Bajocien inférieur	Sauzei	115,8326032	255	88,76447429	255
Bajocien inférieur	Sauzei	115,9036226	255	88,81889764	255
Bajocien inférieur	Sauzei	115,974642	254	88,87332098	255
Bajocien inférieur	Sauzei	116,0456613	255	88,92774433	255
Bajocien inférieur	Sauzei	116,1166807	0	88,98216767	255
Bajocien inférieur	Sauzei	116,1877001	1	89,03659101	255
Bajocien inférieur	Sauzei	116,2587195	0	89,09101436	255
Bajocien inférieur	Sauzei	116,3297388	254	89,1454377	255
Bajocien inférieur	Sauzei	116,4007582	255	89,19986105	255
Bajocien inférieur	Sauzei	116,4717776	255	89,25428439	255
Bajocien inférieur	Sauzei	116,542797	255	89,30870774	255
Bajocien inférieur	Sauzei	116,6138163	254	89,36313108	255
Bajocien inférieur	Sauzei	116,6848357	2	89,41755442	255
Bajocien inférieur	Sauzei	116,7558551	1	89,47197777	192
Bajocien inférieur	Sauzei	116,8268745	1	89,52640111	171
Bajocien inférieur	Sauzei	116,8978939	0	89,58082446	255
Bajocien inférieur	Sauzei	116,9689132	192	89,6352478	255
Bajocien inférieur	Sauzei	117,0399326	190	89,68967114	255
Bajocien inférieur	Sauzei	117,110952	2	89,74409449	255
Bajocien inférieur	Sauzei	117,1819714	0	89,79851783	255
Bajocien inférieur	Sauzei	117,2529907	2	89,85294118	255
Bajocien inférieur	Sauzei	117,3240101	253	89,90736452	255
Bajocien inférieur	Sauzei	117,3950295	255	89,96178786	63
Bajocien inférieur	Sauzei	117,4660489	191	90,01621121	0
Bajocien inférieur	Sauzei	117,5370682	0	90,07063455	0
Bajocien inférieur	Sauzei	117,6080876	3	90,1250579	0
Bajocien inférieur	Sauzei	117,679107	0	90,17948124	0
Bajocien inférieur	Sauzei	117,7501264	0	90,23390459	0
Bajocien inférieur	Sauzei	117,8211457	63	90,28832793	0
Bajocien inférieur	Sauzei	117,8921651	253	90,34275127	255
Bajocien inférieur	Sauzei	117,9631845	254	90,39717462	255
Bajocien inférieur	Sauzei	118,0342039	255	90,45159796	255
Bajocien inférieur	Sauzei	118,1052233	255	90,50602131	255
Bajocien inférieur	Sauzei	118,1762426	254	90,56044465	255
Bajocien inférieur	Sauzei	118,247262	254	90,61486799	255
Bajocien inférieur	Sauzei	118,3182814	192	90,66929134	255
Bajocien inférieur	Sauzei	118,3893008	0	90,72371468	255
Bajocien inférieur	Sauzei	118,4603201	1	90,77813803	192
Bajocien inférieur	Sauzei	118,5313395	0	90,83256137	171
Bajocien inférieur	Sauzei	118,6023589	0	90,88698472	234
Bajocien inférieur	Sauzei	118,6733783	0	90,94140806	255
Bajocien inférieur	Sauzei	118,7443976	255	90,9958314	255
Bajocien inférieur	Sauzei	118,815417	255	91,05025475	255
Bajocien inférieur	Sauzei	118,8864364	252	91,10467809	255
Bajocien inférieur	Sauzei	118,9574558	253	91,15910144	191
Bajocien inférieur	Sauzei	119,0284751	255	91,21352478	0
Bajocien inférieur	Sauzei	119,0994945	252	91,26794812	0

Bajocien inférieur	Sauzei	119,1705139	128	91,32237147	0
Bajocien inférieur	Sauzei	119,2415333	1	91,37679481	0
Bajocien inférieur	Sauzei	119,3125527	0	91,43121816	0
Bajocien inférieur	Sauzei	119,383572	2	91,4856415	0
Bajocien inférieur	Sauzei	119,4545914	0	91,54006484	0
Bajocien inférieur	Sauzei	119,5256108	0	91,59448819	0
Bajocien inférieur	Sauzei	119,5966302	253	91,64891153	0
Bajocien inférieur	Sauzei	119,6676495	255	91,70333488	255
Bajocien inférieur	Sauzei	119,7386689	255	91,75775822	255
Bajocien inférieur	Sauzei	119,8096883	255	91,81218157	255
Bajocien inférieur	Sauzei	119,8807077	255	91,86660491	255
Bajocien inférieur	Sauzei	119,951727	255	91,92102825	255
Bajocien inférieur	Sauzei	120,0227464	255	91,9754516	234
Bajocien inférieur	Sauzei	120,0937658	86	92,02987494	171
Bajocien inférieur	Sauzei	120,1647852	85	92,08429829	171
Bajocien inférieur	Sauzei	120,2358045	86	92,13872163	171
Bajocien inférieur	Sauzei	120,3068239	86	92,19314497	234
Bajocien inférieur	Sauzei	120,3778433	86	92,24756832	255
Bajocien inférieur	Sauzei	120,4488627	130	92,30199166	255
Bajocien inférieur	Sauzei	120,5198821	255	92,35641501	255
Bajocien inférieur	Sauzei	120,5909014	255	92,41083835	255
Bajocien inférieur	Sauzei	120,6619208	255	92,4652617	255
Bajocien inférieur	Sauzei	120,7329402	192	92,51968504	255
Bajocien inférieur	Sauzei	120,8039596	3	92,57410838	255
Bajocien inférieur	Sauzei	120,8749789	0	92,62853173	255
Bajocien inférieur	Sauzei	120,9459983	0	92,68295507	255
Bajocien inférieur	Sauzei	121,0170177	0	92,73737842	127
Bajocien inférieur	Sauzei	121,0880371	190	92,79180176	0
Bajocien inférieur	Sauzei	121,1590564	254	92,8462251	0
Bajocien inférieur	Sauzei	121,2300758	255	92,90064845	191
Bajocien inférieur	Sauzei	121,3010952	254	92,95507179	255
Bajocien inférieur	Sauzei	121,3721146	64	93,00949514	255
Bajocien inférieur	Sauzei	121,443134	0	93,06391848	255
Bajocien inférieur	Sauzei	121,5141533	0	93,11834182	255
Bajocien inférieur	Sauzei	121,5851727	1	93,17276517	255
Bajocien inférieur	Sauzei	121,6561921	1	93,22718851	171
Bajocien inférieur	Sauzei	121,7272115	2	93,28161186	171
Bajocien inférieur	Sauzei	121,7982308	254	93,3360352	171
Bajocien inférieur	Sauzei	121,8692502	255	93,39045855	213
Bajocien inférieur	Sauzei	121,9402696	255	93,44488189	255
Bajocien inférieur	Sauzei	122,011289	255	93,49930523	255
Bajocien inférieur	Sauzei	122,0823083	255	93,55372858	255
Bajocien inférieur	Sauzei	122,1533277	255	93,60815192	255
Bajocien inférieur	Sauzei	122,2243471	254	93,66257527	255
Bajocien inférieur	Sauzei	122,2953665	255	93,71699861	255
Bajocien inférieur	Sauzei	122,3663858	63	93,77142195	63
Bajocien inférieur	Sauzei	122,4374052	1	93,8258453	0
Bajocien inférieur	Sauzei	122,5084246	1	93,88026864	0
Bajocien inférieur	Sauzei	122,579444	0	93,93469199	0
Bajocien inférieur	Sauzei	122,6504634	65	93,98911533	0
Bajocien inférieur	Sauzei	122,7214827	255	94,04353868	0
Bajocien inférieur	Sauzei	122,7925021	253	94,09796202	0
Bajocien inférieur	Sauzei	122,8635215	255	94,15238536	0
Bajocien inférieur	Sauzei	122,9345409	255	94,20680871	0
Bajocien inférieur	Sauzei	123,0055602	128	94,26123205	0
Bajocien inférieur	Sauzei	123,0765796	0	94,3156554	0
Bajocien inférieur	Sauzei	123,147599	0	94,37007874	0
Bajocien inférieur	Sauzei	123,2186184	0	94,42450208	0
Bajocien inférieur	Sauzei	123,2896377	0	94,47892543	0
Bajocien inférieur	Sauzei	123,3606571	2	94,53334877	0
Bajocien inférieur	Sauzei	123,4316765	62	94,58777212	0
Bajocien inférieur	Sauzei	123,5026959	255	94,64219546	0
Bajocien inférieur	Sauzei	123,5737152	255	94,69661881	0
Bajocien inférieur	Sauzei	123,6447346	254	94,75104215	0
Bajocien inférieur	Sauzei	123,715754	191	94,80546549	127
Bajocien inférieur	Sauzei	123,7867734	1	94,85988884	213
Bajocien inférieur	Sauzei	123,8577928	2	94,91431218	171
Bajocien inférieur	Sauzei	123,9288121	0	94,96873553	171
Bajocien inférieur	Sauzei	123,9998315	42	95,02315887	171
Bajocien inférieur	Sauzei	124,0708509	171	95,07758221	171
Bajocien inférieur	Sauzei	124,1418703	172	95,13200556	171
Bajocien inférieur	Sauzei	124,2128896	172	95,1864289	171
Bajocien inférieur	Sauzei	124,283909	254	95,24085225	255
Bajocien inférieur	Sauzei	124,3549284	254	95,29527559	0
Bajocien inférieur	Sauzei	124,4259478	195	95,34969893	0
Bajocien inférieur	Sauzei	124,4969671	0	95,40412228	0
Bajocien inférieur	Sauzei	124,5679865	1	95,45854562	0
Bajocien inférieur	Sauzei	124,6390059	0	95,51296897	0
Bajocien inférieur	Sauzei	124,7100253	2	95,56739231	0
Bajocien inférieur	Sauzei	124,7810447	0	95,62181566	0
Bajocien inférieur	Sauzei	124,852064	255	95,676239	0
Bajocien inférieur	Sauzei	124,9230834	254	95,73066234	0
Bajocien inférieur	Sauzei	124,9941028	64	95,78508569	0
Bajocien inférieur	Sauzei	125,0651222	0	95,83950903	0

Bajocien inférieur	Sauzei	125,1361415	0	95,89393238	0
Bajocien inférieur	Sauzei	125,2071609	0	95,94835572	0
Bajocien inférieur	Sauzei	125,2781803	127	96,00277906	255
Bajocien inférieur	Sauzei	125,3491997	255	96,05720241	255
Bajocien inférieur	Sauzei	125,420219	254	96,11162575	255
Bajocien inférieur	Sauzei	125,4912384	255	96,1660491	255
Bajocien inférieur	Sauzei	125,5622578	255	96,22047244	255
Bajocien inférieur	Sauzei	125,6332772	254	96,27489579	255
Bajocien inférieur	Sauzei	125,7042965	255	96,32931913	255
Bajocien inférieur	Sauzei	125,7753159	63	96,38374247	255
Bajocien inférieur	Sauzei	125,8463353	1	96,43816582	255
Bajocien inférieur	Sauzei	125,9173547	1	96,49258916	255
Bajocien inférieur	Sauzei	125,9883741	0	96,54701251	255
Bajocien inférieur	Sauzei	126,0593934	0	96,60143585	255
Bajocien inférieur	Sauzei	126,1304128	0	96,65585919	255
Bajocien inférieur	Sauzei	126,2014322	0	96,71028254	255
Bajocien inférieur	Sauzei	126,2724516	1	96,76470588	171
Bajocien inférieur	Sauzei	126,3434709	0	96,81912923	171
Bajocien inférieur	Sauzei	126,4144903	2	96,87355257	171
Bajocien inférieur	Sauzei	126,4855097	0	96,92797591	213
Bajocien inférieur	Sauzei	126,5565291	255	96,98239926	255
Bajocien inférieur	Sauzei	126,6275484	192	97,0368226	255
Bajocien inférieur	Sauzei	126,6985678	0	97,09124595	255
Bajocien inférieur	Sauzei	126,7695872	1	97,14566929	255
Bajocien inférieur	Sauzei	126,8406066	0	97,20009264	63
Bajocien inférieur	Sauzei	126,9116259	0	97,25451598	0
Bajocien inférieur	Sauzei	126,9826453	1	97,30893932	0
Bajocien inférieur	Sauzei	127,0536647	0	97,36336267	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	127,1246841	125	97,41778601	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	127,1957035	253	97,47220936	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	127,2667228	191	97,5266327	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	127,3377422	0	97,58105604	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	127,4087616	0	97,63547939	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	127,479781	0	97,68990273	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	127,5508003	0	97,74432608	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	127,6218197	1	97,79874942	191
Bajocien inférieur	Humphriesianum	127,6928391	61	97,85317277	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	127,7638585	255	97,90759611	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	127,8348778	255	97,96201945	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	127,9058972	254	98,0164428	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	127,9769166	255	98,07086614	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	128,047936	255	98,12528949	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	128,1189553	255	98,17971283	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	128,1899747	0	98,23413617	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	128,2609941	3	98,28855952	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	128,3320135	0	98,34298286	191
Bajocien inférieur	Humphriesianum	128,4030329	0	98,39740621	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	128,4740522	2	98,45182955	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	128,5450716	0	98,50625289	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	128,616091	191	98,56067624	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	128,6871104	252	98,61509958	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	128,7581297	255	98,66952293	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	128,8291491	125	98,72394627	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	128,9001685	0	98,77836962	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	128,9711879	0	98,83279296	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	129,0422072	1	98,8872163	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	129,1132266	0	98,94163965	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	129,184246	255	98,99606299	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	129,2552654	254	99,05048634	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	129,3262848	255	99,10490968	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	129,3973041	0	99,15933302	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	129,4683235	0,289473684	99,21375637	127
Bajocien inférieur	Humphriesianum	129,5393429	1,631578947	99,26817971	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	129,6103623	0,657894737	99,32260306	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	129,6813816	215,0789474	99,3770264	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	129,752401	14,13157895	99,43144975	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	129,8234204	0,947368421	99,48587309	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	129,8944398	1,447368421	99,54029643	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	129,9654591	190,2894737	99,59471978	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	130,0364785	255	99,64914312	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	130,1074979	255	99,70356647	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	130,1785173	254	99,75798981	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	130,2495366	255	99,81241315	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	130,320556	63	99,8668365	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	130,3915754	1	99,92125984	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	130,4625948	1	99,97568319	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	130,5336142	0	100,0301065	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	130,6046335	0	100,0845299	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	130,6756529	4	100,1389532	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	130,7466723	0	100,1933766	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	130,8176917	0	100,2477999	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	130,888711	42	100,3022233	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	130,9597304	171	100,3566466	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	131,0307498	171	100,4110699	0

Bajocien inférieur	Humphriesianum	131,1017692	169	100,4654933	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	131,1727885	169	100,5199166	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	131,2438079	172	100,57434	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	131,3148273	42	100,6287633	127
Bajocien inférieur	Humphriesianum	131,3858467	1	100,6831867	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	131,456866	0	100,73761	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	131,5278854	0	100,7920333	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	131,5989048	1	100,8464567	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	131,6699242	1	100,90088	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	131,7409436	1	100,9553034	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	131,8119629	124	101,0097267	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	131,8829823	255	101,0641501	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	131,9540017	253	101,1185734	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	132,0250211	255	101,1729968	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	132,0960404	254	101,2274201	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	132,1670598	191	101,2818434	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	132,2380792	0	101,3362668	127
Bajocien inférieur	Humphriesianum	132,3090986	0	101,3906901	213
Bajocien inférieur	Humphriesianum	132,3801179	0	101,4451135	171
Bajocien inférieur	Humphriesianum	132,4511373	2	101,4995368	171
Bajocien inférieur	Humphriesianum	132,5221567	0	101,5539602	171
Bajocien inférieur	Humphriesianum	132,5931761	192	101,6083835	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	132,6641955	255	101,6628069	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	132,7352148	255	101,7172302	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	132,8062342	190	101,7716535	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	132,8772536	1	101,8260769	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	132,948273	1	101,8805002	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	133,0192923	1	101,9349236	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	133,0903117	1	101,9893469	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	133,1613311	1	102,0437703	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	133,2323505	1	102,0981936	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	133,3033698	1	102,152617	63
Bajocien inférieur	Humphriesianum	133,3743892	1	102,2070403	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	133,4454086	0	102,2614636	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	133,516428	128	102,315887	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	133,5874473	253	102,3703103	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	133,6584667	2	102,4247337	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	133,7294861	2	102,479157	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	133,8005055	0	102,5335804	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	133,8715249	0	102,5880037	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	133,9425442	1	102,642427	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	134,0135636	1	102,6968504	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	134,084583	0	102,7512737	127
Bajocien inférieur	Humphriesianum	134,1556024	60	102,8056971	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	134,2266217	255	102,8601204	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	134,2976411	253	102,9145438	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	134,3686605	254	102,9689671	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	134,4396799	255	103,0233905	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	134,5106992	254	103,0778138	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	134,5817186	0	103,1322371	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	134,652738	0	103,1866605	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	134,7237574	0	103,2410838	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	134,7947767	1	103,2955072	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	134,8657961	0	103,3499305	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	134,9368155	0	103,4043539	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	135,0078349	194	103,4587772	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	135,0788543	253	103,5132006	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	135,1498736	255	103,5676239	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	135,220893	255	103,6220472	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	135,2919124	1	103,6764706	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	135,3629318	1	103,7308939	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	135,4339511	1	103,7853173	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	135,5049705	0	103,8397406	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	135,5759899	125	103,894164	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	135,6470093	255	103,9485873	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	135,7180286	255	104,0030107	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	135,789048	255	104,057434	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	135,8600674	253	104,1118573	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	135,9310868	0	104,1662807	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	136,0021061	0	104,220704	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	136,0731255	2	104,2751274	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	136,1441449	0	104,3295507	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	136,2151643	1	104,3839741	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	136,2861837	128	104,4383974	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	136,357203	255	104,4928208	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	136,4282224	255	104,5472441	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	136,4992418	255	104,6016674	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	136,5702612	253	104,6560908	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	136,6412805	64	104,7105141	191
Bajocien inférieur	Humphriesianum	136,7122999	0	104,7649375	63
Bajocien inférieur	Humphriesianum	136,7833193	0	104,8193608	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	136,8543387	1	104,8737842	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	136,925358	1	104,9282075	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	136,9963774	1	104,9826308	255

Bajocien inférieur	Humphriesianum	137,0673968	1	105,0370542	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	137,1384162	1	105,0914775	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	137,2094356	1	105,1459009	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	137,2804549	1	105,2003242	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	137,3514743	1	105,2547476	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	137,4224937	0	105,3091709	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	137,4935131	1	105,3635943	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	137,5645324	252	105,4180176	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	137,6355518	255	105,4724409	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	137,7065712	255	105,5268643	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	137,7775906	255	105,5812876	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	137,8486099	253	105,635711	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	137,9196293	192	105,6901343	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	137,9906487	1	105,7445577	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	138,0616681	0	105,798981	63
Bajocien inférieur	Humphriesianum	138,1326874	2	105,8534044	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	138,2037068	0	105,9078277	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	138,2747262	0	105,962251	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	138,3457456	253	106,0166744	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	138,416765	255	106,0710977	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	138,4877843	255	106,1255211	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	138,5588037	1	106,1799444	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	138,6298231	0	106,2343678	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	138,7008425	2	106,2887911	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	138,7718618	0	106,3432145	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	138,8428812	0	106,3976378	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	138,9139006	253	106,4520611	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	138,98492	255	106,5064845	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	139,0559393	255	106,5609078	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	139,1269587	192	106,6153312	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	139,1979781	0	106,6697545	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	139,2689975	2	106,7241779	191
Bajocien inférieur	Humphriesianum	139,3400168	0	106,7786012	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	139,4110362	2	106,8330245	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	139,4820556	127	106,8874479	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	139,553075	172	106,9418712	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	139,6240944	171	106,9962946	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	139,6951137	84	107,0507179	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	139,7661331	0	107,1051413	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	139,8371525	0	107,1595646	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	139,9081719	2	107,213988	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	139,9791912	0	107,2684113	171
Bajocien inférieur	Humphriesianum	140,0502106	0	107,3228346	171
Bajocien inférieur	Humphriesianum	140,12123	43	107,377258	171
Bajocien inférieur	Humphriesianum	140,1922494	169	107,4316813	192
Bajocien inférieur	Humphriesianum	140,2632687	172	107,4861047	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	140,3342881	169	107,540528	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	140,4053075	0	107,5949514	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	140,4763269	3	107,6493747	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	140,5473463	0	107,7037981	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	140,6183656	0	107,7582214	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	140,689385	0	107,8126447	63
Bajocien inférieur	Humphriesianum	140,7604044	85	107,8670681	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	140,8314238	171	107,9214914	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	140,9024431	127	107,9759148	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	140,9734625	0	108,0303381	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	141,0444819	1	108,0847615	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	141,1155013	0	108,1391848	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	141,1865206	0	108,1936082	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	141,25754	1	108,2480315	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	141,3285594	0	108,3024548	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	141,3995788	0	108,3568782	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	141,4705981	1	108,4113015	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	141,5416175	171	108,4657249	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	141,6126369	173	108,5201482	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	141,6836563	192	108,5745716	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	141,7546757	254	108,6289949	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	141,825695	255	108,6834182	171
Bajocien inférieur	Humphriesianum	141,8967144	255	108,7378416	171
Bajocien inférieur	Humphriesianum	141,9677338	254	108,7922649	171
Bajocien inférieur	Humphriesianum	142,0387532	255	108,8466883	192
Bajocien inférieur	Humphriesianum	142,1097725	64	108,9011116	191
Bajocien inférieur	Humphriesianum	142,1807919	2	108,955535	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	142,2518113	0	109,0099583	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	142,3228307	3	109,0643817	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	142,39385	0	109,118805	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	142,4648694	128	109,1732283	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	142,5358888	253	109,2276517	191
Bajocien inférieur	Humphriesianum	142,6069082	255	109,282075	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	142,6779275	0	109,3364984	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	142,7489469	2	109,3909217	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	142,8199663	1	109,4453451	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	142,8909857	2	109,4997684	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	142,9620051	0	109,5541918	0

Bajocien inférieur	Humphriesianum	143,0330244	1	109,6086151	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	143,1040438	0,657894737	109,6630384	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	143,1750632	1,342105263	109,7174618	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	143,2460826	1,368421053	109,7718851	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	143,3171019	69,18421053	109,8263085	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	143,3881213	242,0526316	109,8807318	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	143,4591407	29,15789474	109,9351552	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	143,5301601	1,578947368	109,9895785	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	143,6011794	1,157894737	110,0440019	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	143,6721988	0	110,0984252	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	143,7432182	0	110,1528485	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	143,8142376	0	110,2072719	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	143,885257	255	110,2616952	63
Bajocien inférieur	Humphriesianum	143,9562763	253	110,3161186	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	144,0272957	255	110,3705419	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	144,0983151	60	110,4249653	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	144,1693345	0	110,4793886	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	144,2403538	0	110,5338119	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	144,3113732	0	110,5882353	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	144,3823926	1	110,6426586	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	144,453412	0	110,697082	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	144,5244313	192	110,7515053	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	144,5954507	254	110,8059287	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	144,6664701	254	110,860352	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	144,7374895	255	110,9147754	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	144,8085088	255	110,9691987	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	144,8795282	255	111,023622	191
Bajocien inférieur	Humphriesianum	144,9505476	254	111,0780454	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	145,021567	255	111,1324687	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	145,0925864	63	111,1868921	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	145,1636057	1	111,2413154	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	145,2346251	1	111,2957388	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	145,3056445	0	111,3501621	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	145,3766639	84	111,4045855	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	145,4476832	174	111,4590088	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	145,5187026	170	111,5134321	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	145,589722	174	111,5678555	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	145,6607414	252	111,6222788	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	145,7317607	255	111,6767022	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	145,8027801	255	111,7311255	63
Bajocien inférieur	Humphriesianum	145,8737995	60	111,7855489	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	145,9448189	1	111,8399722	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	146,0158382	1	111,8943956	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	146,0868576	1	111,9488189	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	146,157877	1	112,0032422	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	146,2288964	1	112,0576656	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	146,2999158	1	112,1120889	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	146,3709351	1	112,1665123	63
Bajocien inférieur	Humphriesianum	146,4419545	1	112,2209356	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	146,5129739	0	112,275359	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	146,5839933	0	112,3297823	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	146,6550126	0	112,3842057	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	146,726032	130	112,438629	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	146,7970514	255	112,4930523	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	146,8680708	253	112,5474757	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	146,9390901	255	112,601899	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	147,0101095	62	112,6563224	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	147,0811289	0	112,7107457	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	147,1521483	0	112,7651691	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	147,2231676	0	112,8195924	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	147,294187	0	112,8740157	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	147,3652064	63	112,9284391	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	147,4362258	255	112,9828624	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	147,5072452	251	113,0372858	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	147,5782645	235	113,0917091	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	147,6492839	172	113,1461325	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	147,7203033	41	113,2005558	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	147,7913227	1	113,2549792	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	147,862342	0	113,3094025	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	147,9333614	3	113,3638258	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	148,0043808	0	113,4182492	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	148,0754002	0	113,4726725	63
Bajocien inférieur	Humphriesianum	148,1464195	1	113,5270959	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	148,2174389	1	113,5815192	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	148,2884583	0	113,6359426	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	148,3594777	126	113,6903659	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	148,4304971	255	113,7447893	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	148,5015164	255	113,7992126	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	148,5725358	251	113,8536359	63
Bajocien inférieur	Humphriesianum	148,6435552	255	113,9080593	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	148,7145746	0	113,9624826	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	148,7855939	1	114,016906	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	148,8566133	0	114,0713293	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	148,9276327	191	114,1257527	255

Bajocien inférieur	Humphriesianum	148,9986521	253	114,180176	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	149,0696714	255	114,2345994	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	149,1406908	252	114,2890227	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	149,2117102	255	114,343446	63
Bajocien inférieur	Humphriesianum	149,2827296	127	114,3978694	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	149,3537489	1	114,4522927	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	149,4247683	1	114,5067161	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	149,4957877	1	114,5611394	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	149,5668071	1	114,6155628	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	149,6378265	1	114,6699861	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	149,7088458	1	114,7244094	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	149,7798652	1	114,7788328	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	149,8508846	1	114,8332561	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	149,921904	1	114,8876795	191
Bajocien inférieur	Humphriesianum	149,9929233	0	114,9421028	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	150,0639427	60	114,9965262	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	150,1349621	255	115,0509495	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	150,2059815	253	115,1053729	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	150,2770008	254	115,1597962	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	150,3480202	255	115,2142195	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	150,4190396	254	115,2686429	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	150,490059	253	115,3230662	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	150,5610783	255	115,3774896	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	150,6320977	61	115,4319129	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	150,7031171	1	115,4863363	127
Bajocien inférieur	Humphriesianum	150,7741365	2	115,5407596	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	150,8451559	0	115,595183	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	150,9161752	0	115,6496063	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	150,9871946	1	115,7040296	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	151,058214	0	115,758453	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	151,1292334	127	115,8128763	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	151,2002527	255	115,8672997	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	151,2712721	255	115,921723	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	151,3422915	255	115,9761464	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	151,4133109	255	116,0305697	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	151,4843302	127	116,0849931	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	151,5553496	0	116,1394164	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	151,626369	0	116,1938397	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	151,6973884	1	116,2482631	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	151,7684078	2	116,3026864	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	151,8394271	127	116,3571098	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	151,9104465	252	116,4115331	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	151,9814659	255	116,4659565	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	152,0524853	252	116,5203798	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	152,1235046	255	116,5748031	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	152,194524	254	116,6292265	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	152,2655434	192	116,6836498	63
Bajocien inférieur	Humphriesianum	152,3365628	3	116,7380732	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	152,4075821	0	116,7924965	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	152,4786015	1	116,8469199	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	152,5496209	45	116,9013432	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	152,6206403	170	116,9557666	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	152,6916596	172	117,0101899	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	152,762679	129	117,0646132	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	152,8336984	0	117,1190366	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	152,9047178	3	117,1734599	63
Bajocien inférieur	Humphriesianum	152,9757372	123	117,2278833	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	153,0467565	255	117,2823066	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	153,1177759	192	117,33673	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	153,1887953	0	117,3911533	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	153,2598147	0	117,4455767	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	153,330834	0	117,5	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	153,4018534	130	117,5544233	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	153,4728728	255	117,6088467	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	153,5438922	255	117,66327	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	153,6149115	253	117,7176934	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	153,6859309	255	117,7721167	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	153,7569503	63	117,8265401	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	153,8279697	0	117,8809634	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	153,898989	0	117,9353868	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	153,9700084	0	117,9898101	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	154,0410278	1	118,0442334	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	154,1120472	0	118,0986568	191
Bajocien inférieur	Humphriesianum	154,1830666	192	118,1530801	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	154,2540859	254	118,2075035	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	154,3251053	254	118,2619268	127
Bajocien inférieur	Humphriesianum	154,3961247	255	118,3163502	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	154,4671441	191	118,3707735	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	154,5381634	0	118,4251969	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	154,6091828	2	118,4796202	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	154,6802022	0	118,5340435	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	154,7512216	190	118,5884669	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	154,8222409	255	118,6428902	171
Bajocien inférieur	Humphriesianum	154,8932603	0	118,6973136	192

Bajocien inférieur	Humphriesianum	154,9642797	0	118,7517369	191
Bajocien inférieur	Humphriesianum	155,0352991	0	118,8061603	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	155,1063184	1	118,8605836	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	155,1773378	127	118,9150069	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	155,2483572	254	118,9694303	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	155,3193766	63	119,0238536	127
Bajocien inférieur	Humphriesianum	155,390396	0	119,078277	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	155,4614153	0	119,1327003	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	155,5324347	2	119,1871237	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	155,6034541	128	119,241547	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	155,6744735	254	119,2959704	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	155,7454928	255	119,3503937	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	155,8165122	190	119,404817	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	155,8875316	0	119,4592404	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	155,958551	0	119,5136637	191
Bajocien inférieur	Humphriesianum	156,0295703	3	119,5680871	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	156,1005897	62	119,6225104	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	156,1716091	255	119,6769338	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	156,2426285	255	119,7313571	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	156,3136479	253	119,7857805	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	156,3846672	0	119,8402038	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	156,4556866	0	119,8946271	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	156,526706	2	119,9490505	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	156,5977254	0	120,0034738	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	156,6687447	1	120,0578972	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	156,7397641	255	120,1123205	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	156,8107835	255	120,1667439	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	156,8818029	255	120,2211672	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	156,9528222	0	120,2755906	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	157,0238416	1	120,3300139	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	157,094861	0	120,3844372	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	157,1658804	3	120,4388606	127
Bajocien inférieur	Humphriesianum	157,2368997	124	120,4932839	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	157,3079191	255	120,5477073	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	157,3789385	252	120,6021306	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	157,4499579	255	120,656554	63
Bajocien inférieur	Humphriesianum	157,5209773	252	120,7109773	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	157,5919966	127	120,7654006	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	157,663016	2	120,819824	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	157,7340354	1	120,8742473	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	157,8050548	0	120,9286707	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	157,8760741	0	120,983094	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	157,9470935	124	121,0375174	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	158,0181129	255	121,0919407	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	158,0891323	1	121,1463641	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	158,1601516	0	121,2007874	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	158,231171	0	121,2552107	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	158,3021904	190	121,3096341	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	158,3732098	255	121,3640574	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	158,4442291	255	121,4184808	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	158,5152485	254	121,4729041	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	158,5862679	255	121,5273275	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	158,6572873	64	121,5817508	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	158,7283067	0	121,6361742	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	158,799326	127	121,6905975	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	158,8703454	253	121,7450208	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	158,9413648	255	121,7994442	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	159,0123842	255	121,8538675	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	159,0834035	254	121,9082909	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	159,1544229	255	121,9627142	63
Bajocien inférieur	Humphriesianum	159,2254423	63	122,0171376	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	159,2964617	0	122,0715609	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	159,367481	64	122,1259843	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	159,4385004	254	122,1804076	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	159,5095198	255	122,2348309	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	159,5805392	255	122,2892543	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	159,6515586	190	122,3436776	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	159,7225779	0	122,398101	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	159,7935973	2	122,4525243	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	159,8646167	125	122,5069477	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	159,9356361	255	122,561371	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	160,0066554	253	122,6157943	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	160,0776748	254	122,6702177	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	160,1486942	255	122,724641	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	160,2197136	252	122,7790644	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	160,2907329	64	122,8334877	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	160,3617523	0	122,8879111	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	160,4327717	1	122,9423344	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	160,5037911	1	122,9967578	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	160,5748104	127	123,0511811	63
Bajocien inférieur	Humphriesianum	160,6458298	171	123,1056044	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	160,7168492	172	123,1600278	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	160,7878686	170	123,2144511	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	160,858888	171	123,2688745	255

Bajocien inférieur	Humphriesianum	160,9299073	88	123,3232978	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	161,0009267	0	123,3777212	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	161,0719461	0	123,4321445	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	161,1429655	255	123,4865679	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	161,2139848	127	123,5409912	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	161,2850042	1	123,5954145	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	161,3560236	0	123,6498379	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	161,427043	193	123,7042612	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	161,4980623	253	123,7586846	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	161,5690817	253	123,8131079	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	161,6401011	255	123,8675313	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	161,7111205	255	123,9219546	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	161,7821398	255	123,976378	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	161,8531592	66	124,0308013	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	161,9241786	0	124,0852246	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	161,995198	193	124,139648	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	162,0662174	254	124,1940713	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	162,1372367	255	124,2484947	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	162,2082561	128	124,302918	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	162,2792755	1	124,3573414	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	162,3502949	0	124,4117647	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	162,4213142	1	124,4661881	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	162,4923336	1	124,5206114	63
Bajocien inférieur	Humphriesianum	162,563353	0	124,5750347	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	162,6343724	0	124,6294581	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	162,7053917	0	124,6838814	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	162,7764111	2	124,7383048	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	162,8474305	0	124,7927281	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	162,9184499	63	124,8471515	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	162,9894693	253	124,9015748	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	163,0604886	255	124,9559981	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	163,131508	255	125,0104215	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	163,2025274	255	125,0648448	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	163,2735468	255	125,1192682	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	163,3445661	255	125,1736915	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	163,4155855	192	125,2281149	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	163,4866049	0	125,2825382	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	163,5576243	0	125,3369616	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	163,6286436	0	125,3913849	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	163,699663	0	125,4458082	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	163,7706824	255	125,5002316	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	163,8417018	192	125,5546549	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	163,9127211	0	125,6090783	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	163,9837405	3	125,6635016	127
Bajocien inférieur	Humphriesianum	164,0547599	125	125,717925	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	164,1257793	255	125,7723483	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	164,1967987	255	125,8267717	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	164,267818	254	125,881195	191
Bajocien inférieur	Humphriesianum	164,3388374	255	125,9356183	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	164,4098568	63	125,9900417	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	164,4808762	1	126,044465	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	164,5518955	1	126,0988884	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	164,6229149	0	126,1533117	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	164,6939343	255	126,2077351	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	164,7649537	125	126,2621584	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	164,835973	1	126,3165818	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	164,9069924	0	126,3710051	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	164,9780118	0	126,4254284	127
Bajocien inférieur	Humphriesianum	165,0490312	0	126,4798518	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	165,1200505	0	126,5342751	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	165,1910699	255	126,5886985	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	165,2620893	255	126,6431218	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	165,3331087	1	126,6975452	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	165,4041281	62	126,7519685	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	165,4751474	254	126,8063918	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	165,5461668	255	126,8608152	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	165,6171862	253	126,9152385	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	165,6882056	193	126,9696619	127
Bajocien inférieur	Humphriesianum	165,7592249	0	127,0240852	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	165,8302443	2	127,0785086	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	165,9012637	0	127,1329319	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	165,9722831	0	127,1873553	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	166,0433024	1	127,2417786	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	166,1143218	0	127,2962019	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	166,1853412	194	127,3506253	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	166,2563606	255	127,4050486	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	166,3273799	255	127,459472	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	166,3983993	255	127,5138953	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	166,4694187	169	127,5683187	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	166,5404381	171	127,622742	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	166,6114575	0	127,6771654	191
Bajocien inférieur	Humphriesianum	166,6824768	0	127,7315887	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	166,7534962	1	127,786012	0
Bajocien inférieur	Humphriesianum	166,8245156	2	127,8404354	127

Bajocien inférieur	Humphriesianum	166,895535	0	127,8948587	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	166,9665543	0	127,9492821	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	167,0375737	1	128,0037054	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	167,1085931	123	128,0581288	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	167,1796125	255	128,1125521	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	167,2506318	254	128,1669755	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	167,3216512	0	128,2213988	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	167,3926706	0	128,2758221	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	167,46369	1	128,3302455	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	167,5347094	190	128,3846688	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	167,6057287	255	128,4390922	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	167,6767481	255	128,4935155	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	167,7477675	192	128,5479389	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	167,8187869	0	128,6023622	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	167,8898062	2	128,6567855	63
Bajocien inférieur	Humphriesianum	167,9608256	0	128,7112089	191
Bajocien inférieur	Humphriesianum	168,031845	0	128,7656322	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	168,1028644	99,36842105	128,8200556	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	168,1738837	239,9473684	128,8744789	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	168,2449031	191,5	128,9289023	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	168,3159225	1,815789474	128,9833256	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	168,3869419	1,236842105	129,037749	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	168,4579612	1,026315789	129,0921723	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	168,5289806	1,105263158	129,1465956	255
Bajocien inférieur	Humphriesianum	168,6	0	129,201019	255
				129,2554423	255
				129,3098657	127
				129,364289	0
				129,4187124	0
				129,4731357	0
				129,5275591	0
				129,5819824	0
				129,6364057	255
				129,6908291	255
				129,7452524	255
				129,7996758	255
				129,8540991	255
				129,9085225	255
				129,9629458	255
				130,0173692	255
				130,0717925	63
				130,1262158	0
				130,1806392	0
				130,2350625	255
				130,2894859	255
				130,3439092	255
				130,3983326	255
				130,4527559	255
				130,5071792	255
				130,5616026	255
				130,6160259	255
				130,6704493	255
				130,7248726	255
				130,779296	255
				130,8337193	63
				130,8881427	0
				130,942566	0
				130,9969893	0
				131,0514127	255
				131,105836	255
				131,1602594	255
				131,2146827	255
				131,2691061	255
				131,3235294	255
				131,3779528	255
				131,4323761	255
				131,4867994	63
				131,5412228	0
				131,5956461	0
				131,6500695	0
				131,7044928	255
				131,7589162	255
				131,8133395	255
				131,8677629	255
				131,9221862	255
				131,9766095	255
				132,0310329	255
				132,0854562	255
				132,1398796	255
				132,1943029	255
				132,2487263	255
				132,3031496	255
				132,357573	255
				132,4119963	255

132,4664196	255
132,520843	255
132,5752663	255
132,6296897	255
132,684113	255
132,7385364	255
132,7929597	255
132,847383	255
132,9018064	255
132,9562297	255
133,0106531	255
133,0650764	255
133,1194998	255
133,1739231	255
133,2283465	255
133,2827698	255
133,3371931	255
133,3916165	255
133,4460398	255
133,5004632	255
133,5548865	255
133,6093099	255
133,6637332	255
133,7181566	255
133,7725799	255
133,8270032	255
133,8814266	255
133,9358499	255
133,9902733	255
134,0446966	255
134,09912	255
134,1535433	255
134,2079667	255
134,26239	255
134,3168133	255
134,3712367	255
134,42566	255
134,4800834	255
134,5345067	0
134,5889301	63
134,6433534	255
134,6977767	255
134,7522001	255
134,8066234	255
134,8610468	255
134,9154701	255
134,9698935	255
135,0243168	255
135,0787402	255
135,1331635	255
135,1875868	255
135,2420102	255
135,2964335	255
135,3508569	0
135,4052802	0
135,4597036	0
135,5141269	127
135,5685503	255
135,6229736	255
135,6773969	255
135,7318203	255
135,7862436	255
135,840667	255
135,8950903	255
135,9495137	255
136,003937	255
136,0583604	191
136,1127837	0
136,167207	0
136,2216304	0
136,2760537	0
136,3304771	0
136,3849004	127
136,4393238	255
136,4937471	255
136,5481704	255
136,6025938	255
136,6570171	255
136,7114405	255
136,7658638	191
136,8202872	0
136,8747105	0
136,9291339	0
136,9835572	0

137,0379805	0
137,0924039	0
137,1468272	0
137,2012506	0
137,2556739	0
137,3100973	0
137,3645206	0
137,418944	255
137,4733673	255
137,5277906	255
137,582214	255
137,6366373	255
137,6910607	255
137,745484	255
137,7999074	255
137,8543307	255
137,9087541	63
137,9631774	0
138,0176007	0
138,0720241	0
138,1264474	0
138,1808708	63
138,2352941	255
138,2897175	255
138,3441408	255
138,3985642	255
138,4529875	255
138,5074108	255
138,5618342	255
138,6162575	255
138,6706809	255
138,7251042	255
138,7795276	255
138,8339509	255
138,8883742	255
138,9427976	191
138,9972209	0
139,0516443	0
139,1060676	0
139,160491	0
139,2149143	191
139,2693377	255
139,323761	255
139,3781843	255
139,4326077	255
139,487031	255
139,5414544	255
139,5958777	255
139,6503011	255
139,7047244	255
139,7591478	255
139,8135711	255
139,8679944	255
139,9224178	255
139,9768411	255
140,0312645	255
140,0856878	255
140,1401112	63
140,1945345	0
140,2489579	63
140,3033812	255
140,3578045	255
140,4122279	255
140,4666512	255
140,5210746	255
140,5754979	255
140,6299213	255
140,6843446	255
140,7387679	255
140,7931913	255
140,8476146	63
140,902038	0
140,9564613	0
141,0108847	63
141,065308	255
141,1197314	255
141,1741547	255
141,228578	255
141,2830014	255
141,3374247	255
141,3918481	255
141,4462714	255
141,5006948	255
141,5551181	255

141,6095415	255
141,6639648	255
141,7183881	255
141,7728115	255
141,8272348	0
141,8816582	0
141,9360815	0
141,9905049	0
142,0449282	0
142,0993516	0
142,1537749	0
142,2081982	0
142,2626216	0
142,3170449	255
142,3714683	255
142,4258916	255
142,480315	255
142,5347383	255
142,5891616	255
142,643585	255
142,6980083	255
142,7524317	127
142,806855	0
142,8612784	0
142,9157017	0
142,9701251	0
143,0245484	0
143,0789717	191
143,1333951	255
143,1878184	255
143,2422418	255
143,2966651	255
143,3510885	255
143,4055118	255
143,4599352	255
143,5143585	255
143,5687818	63
143,6232052	0
143,6776285	0
143,7320519	0
143,7864752	0
143,8408986	0
143,8953219	0
143,9497453	0
144,0041686	0
144,0585919	127
144,1130153	255
144,1674386	255
144,221862	255
144,2762853	255
144,3307087	255
144,385132	63
144,4395553	0
144,4939787	0
144,548402	0
144,6028254	0
144,6572487	0
144,7116721	0
144,7660954	0
144,8205188	63
144,8749421	255
144,9293654	255
144,9837888	255
145,0382121	255
145,0926355	255
145,1470588	255
145,2014822	255
145,2559055	255
145,3103289	255
145,3647522	255
145,4191755	63
145,4735989	0
145,5280222	0
145,5824456	0
145,6368689	0
145,6912923	0
145,7457156	191
145,800139	255
145,8545623	255
145,9089856	255
145,963409	255
146,0178323	255
146,0722557	255
146,126679	255

146,1811024	255
146,2355257	255
146,2899491	255
146,3443724	255
146,3987957	63
146,4532191	0
146,5076424	0
146,5620658	0
146,6164891	0
146,6709125	0
146,7253358	0
146,7797591	39,53571429
146,8341825	188,5714286
146,8886058	227,9464286
146,9430292	232,2321429
146,9974525	226,2321429
147,0518759	172,3214286
147,1062992	18,82142857
147,1607226	0
147,2151459	255
147,2695692	0
147,3239926	0
147,3784159	0
147,4328393	0
147,4872626	27,55357143
147,541686	184,8928571
147,5961093	218,25
147,6505327	225,3928571
147,704956	216,8214286
147,7593793	176,625
147,8138027	21,375
147,868226	0
147,9226494	0
147,9770727	0
148,0314961	0
148,0859194	0
148,1403428	127
148,1947661	255
148,2491894	255
148,3036128	255
148,3580361	255
148,4124595	255
148,4668828	255
148,5213062	255
148,5757295	255
148,6301528	255
148,6845762	255
148,7389995	0
148,7934229	0
148,8478462	95,5
148,9022696	63,5
148,9566929	55,76785714
149,0111163	27,76785714
149,0655396	0
149,1199629	143
149,1743863	216,1428571
149,2288096	203,7321429
149,283233	209,7321429
149,3376563	190,625
149,3920797	188,7142857
149,446503	194,0178571
149,5009264	220,5357143
149,5553497	221,1071429
149,609773	196,5892857
149,6641964	109,8928571
149,7186197	13,76785714
149,7730431	55,76785714
149,8274664	13,76785714
149,8818898	41,625
149,9363131	168,4821429
149,9907365	0
150,0451598	0
150,0995831	255
150,1540065	255
150,2084298	255
150,2628532	255
150,3172765	255
150,3716999	255
150,4261232	255
150,4805465	255
150,5349699	255
150,5893932	63
150,6438166	0
150,6982399	0

150,7526633	127
150,8070866	255
150,86151	255
150,9159333	255
150,9703566	255
151,02478	255
151,0792033	255
151,1336267	127
151,18805	0
151,2424734	0
151,2968967	52,67857143
151,3513201	168,1071429
151,4057434	204,8928571
151,4601667	207,1785714
151,5145901	182,625
151,5690134	255
151,6234368	191
151,6778601	0
151,7322835	0
151,7867068	0
151,8411302	0
151,8955535	0
151,9499768	0
152,0044002	0
152,0588235	0
152,1132469	0
152,1676702	0
152,2220936	255
152,2765169	255
152,3309403	255
152,3853636	255
152,4397869	255
152,4942103	255
152,5486336	255
152,603057	255
152,6574803	255
152,7119037	255
152,766327	0
152,8207503	0
152,8751737	0
152,929597	0
152,9840204	0
153,0384437	0
153,0928671	0
153,1472904	0
153,2017138	0
153,2561371	0
153,3105604	0
153,3649838	191
153,4194071	255
153,4738305	255
153,5282538	255
153,5826772	255
153,6371005	255
153,6915239	255
153,7459472	0
153,8003705	0
153,8547939	0
153,9092172	0
153,9636406	127
154,0180639	255
154,0724873	255
154,1269106	255
154,181334	255
154,2357573	63
154,2901806	0
154,344604	0
154,3990273	0
154,4534507	0
154,507874	0
154,5622974	191
154,6167207	255
154,671144	255
154,7255674	255
154,7799907	255
154,8344141	0
154,8888374	0
154,9432608	0
154,9976841	0
155,0521075	0
155,1065308	191
155,1609541	255
155,2153775	255
155,2698008	255

155,3242242	255
155,3786475	255
155,4330709	255
155,4874942	255
155,5419176	255
155,5963409	255
155,6507642	255
155,7051876	255
155,7596109	255
155,8140343	255
155,8684576	0
155,922881	0
155,9773043	0
156,0317277	0
156,086151	0
156,1405743	0
156,1949977	0
156,249421	0
156,3038444	0
156,3582677	191
156,4126911	255
156,4671144	255
156,5215377	255
156,5759611	255
156,6303844	255
156,6848078	241,8571429
156,7392311	206,6071429
156,7936545	196,6071429
156,8480778	164,3928571
156,9025012	206,8571429
156,9569245	215,1428571
157,0113478	197,4464286
157,0657712	91,92857143
157,1201945	0
157,1746179	0
157,2290412	0
157,2834646	0
157,3378879	0
157,3923113	0
157,4467346	0
157,5011579	0
157,5555813	127
157,6100046	255
157,664428	255
157,7188513	255
157,7732747	255
157,827698	255
157,8821214	255
157,9365447	255
157,990968	255
158,0453914	255
158,0998147	191
158,1542381	0
158,2086614	0
158,2630848	0
158,3175081	0
158,3719314	0
158,4263548	0
158,4807781	0
158,5352015	0
158,5896248	0
158,6440482	0
158,6984715	0
158,7528949	63
158,8073182	255
158,8617415	255
158,9161649	255
158,9705882	255
159,0250116	255
159,0794349	255
159,1338583	255
159,1882816	255
159,242705	255
159,2971283	255
159,3515516	255
159,405975	0
159,4603983	0
159,5148217	0
159,569245	0
159,6236684	0
159,6780917	0
159,7325151	0
159,7869384	0
159,8413617	0

159,8957851	0
159,9502084	0
160,0046318	255
160,0590551	255
160,1134785	255
160,1679018	255
160,2223252	191
160,2767485	0
160,3311718	0
160,3855952	0
160,4400185	0
160,4944419	0
160,5488652	0
160,6032886	0
160,6577119	0
160,7121352	0
160,7665586	0
160,8209819	0
160,8754053	0
160,9298286	0
160,984252	0
161,0386753	0
161,0930987	127
161,147522	255
161,2019453	255
161,2563687	255
161,310792	255
161,3652154	255
161,4196387	255
161,4740621	255
161,5284854	255
161,5829088	255
161,6373321	255
161,6917554	255
161,7461788	255
161,8006021	255
161,8550255	255
161,9094488	127
161,9638722	0
162,0182955	0
162,0727189	0
162,1271422	0
162,1815655	0
162,2359889	0
162,2904122	0
162,3448356	0
162,3992589	0
162,4536823	127
162,5081056	255
162,5625289	255
162,6169523	255
162,6713756	255
162,725799	255
162,7802223	255
162,8346457	255
162,889069	255
162,9434924	255
162,9979157	191
163,052339	0
163,1067624	0
163,1611857	0
163,2156091	0
163,2700324	0
163,3244558	0
163,3788791	0
163,4333025	0
163,4877258	0
163,5421491	0
163,5965725	0
163,6509958	255
163,7054192	255
163,7598425	255
163,8142659	255
163,8686892	255
163,9231126	255
163,9775359	255
164,0319592	255
164,0863826	63
164,1408059	0
164,1952293	0
164,2496526	0
164,304076	0
164,3584993	0
164,4129226	0

164,467346	0
164,5217693	0
164,5761927	0
164,630616	0
164,6850394	0
164,7394627	0
164,7938861	191
164,8483094	192
164,9027327	171
164,9571561	171
165,0115794	171
165,0660028	171
165,1204261	171
165,1748495	171
165,2292728	171
165,2836962	171
165,3381195	171
165,3925428	171
165,4469662	171
165,5013895	234
165,5558129	63
165,6102362	0
165,6646596	0
165,7190829	0
165,7735063	0
165,8279296	0
165,8823529	0
165,9367763	0
165,9911996	0
166,045623	0
166,1000463	0
166,1544697	0
166,208893	191
166,2633164	192
166,3177397	171
166,372163	171
166,4265864	171
166,4810097	255
166,5354331	0
166,5898564	0
166,6442798	0
166,6987031	0
166,7531264	0
166,8075498	0
166,8619731	0
166,9163965	0
166,9708198	0
167,0252432	0
167,0796665	0
167,1340899	0
167,1885132	0
167,2429365	0
167,2973599	0
167,3517832	63
167,4062066	234
167,4606299	171
167,5150533	171
167,5694766	171
167,6239	213
167,6783233	213
167,7327466	171
167,78717	171
167,8415933	171
167,8960167	234
167,95044	191
168,0048634	0
168,0592867	0
168,1137101	0
168,1681334	0
168,2225567	0
168,2769801	0
168,3314034	0
168,3858268	0
168,4402501	0
168,4946735	0
168,5490968	255
168,6035201	171
168,6579435	171
168,7123668	192
168,7667902	191
168,8212135	0
168,8756369	0
168,9300602	0
168,9844836	0

169,0389069	0
169,0933302	0
169,1477536	191
169,2021769	192
169,2566003	171
169,3110236	171
169,365447	192
169,4198703	234
169,4742937	171
169,528717	171
169,5831403	213
169,6375637	127
169,691987	0
169,7464104	0
169,8008337	0
169,8552571	0
169,9096804	0
169,9641038	0
170,0185271	0
170,0729504	0
170,1273738	255
170,1817971	171
170,2362205	171
170,2906438	192
170,3450672	255
170,3994905	127
170,4539138	0
170,5083372	0
170,5627605	0
170,6171839	0
170,6716072	0
170,7260306	0
170,7804539	0
170,8348773	0
170,8893006	0
170,9437239	0
170,9981473	127
171,0525706	213
171,106994	171
171,1614173	213
171,2158407	213
171,270264	171
171,3246874	171
171,3791107	234
171,433534	255
171,4879574	0
171,5423807	0
171,5968041	0
171,6512274	0
171,7056508	0
171,7600741	0
171,8144975	0
171,8689208	0
171,9233441	0
171,9777675	0
172,0321908	0
172,0866142	0
172,1410375	0
172,1954609	0
172,2498842	63
172,3043075	234
172,3587309	171
172,4131542	171
172,4675776	171
172,5220009	234
172,5764243	213
172,6308476	171
172,685271	171
172,7396943	171
172,7941176	171
172,848541	255
172,9029643	0
172,9573877	0
173,011811	0
173,0662344	0
173,1206577	0
173,1750811	0
173,2295044	0
173,2839277	0
173,3383511	0
173,3927744	0
173,4471978	0
173,5016211	0
173,5560445	255

173,6104678	171
173,6648912	192
173,7193145	234
173,7737378	171
173,8281612	171
173,8825845	213
173,9370079	127
173,9914312	0
174,0458546	0
174,1002779	0
174,1547013	255
174,2091246	171
174,2635479	192
174,3179713	191
174,3723946	0
174,426818	0
174,4812413	0
174,5356647	0
174,590088	0
174,6445113	0
174,6989347	0
174,753358	0
174,8077814	0
174,8622047	0
174,9166281	0
174,9710514	0
175,0254748	255
175,0798981	171
175,1343214	171
175,1887448	171
175,2431681	171
175,2975915	234
175,3520148	213
175,4064382	171
175,4608615	171
175,5152849	171
175,5697082	255
175,6241315	0
175,6785549	0
175,7329782	0
175,7874016	0
175,8418249	0
175,8962483	0
175,9506716	0
176,005095	0
176,0595183	0
176,1139416	0
176,168365	0
176,2227883	0
176,2772117	0
176,331635	0
176,3860584	0
176,4404817	63
176,494905	255
176,5493284	255
176,6037517	255
176,6581751	255
176,7125984	255
176,7670218	255
176,8214451	192
176,8758685	171
176,9302918	171
176,9847151	234
177,0391385	192
177,0935618	171
177,1479852	171
177,2024085	171
177,2568319	234
177,3112552	191
177,3656786	0
177,4201019	0
177,4745252	0
177,5289486	0
177,5833719	0
177,6377953	0
177,6922186	0
177,746642	0
177,8010653	0
177,8554887	0
177,909912	0
177,9643353	0
178,0187587	127
178,073182	255
178,1276054	255

178,1820287	255
178,2364521	255
178,2908754	255
178,3452987	255
178,3997221	255
178,4541454	255
178,5085688	255
178,5629921	0
178,6174155	0
178,6718388	0
178,7262622	0
178,7806855	0
178,8351088	0
178,8895322	0
178,9439555	0
178,9983789	0
179,0528022	0
179,1072256	0
179,1616489	0
179,2160723	0
179,2704956	0
179,3249189	63
179,3793423	255
179,4337656	255
179,488189	255
179,5426123	255
179,5970357	255
179,651459	255
179,7058824	255
179,7603057	63
179,814729	0
179,8691524	0
179,9235757	0
179,9779991	0
180,0324224	0
180,0868458	0
180,1412691	0
180,1956925	0
180,2501158	0
180,3045391	0
180,3589625	0
180,4133858	0
180,4678092	0
180,5222325	0
180,5766559	255
180,6310792	171
180,6855025	171
180,7399259	171
180,7943492	213
180,8487726	213
180,9031959	171
180,9576193	213
181,0120426	127
181,066466	0
181,1208893	0
181,1753126	0
181,229736	0
181,2841593	0
181,3385827	0
181,393006	255
181,4474294	171
181,5018527	171
181,5562761	171
181,6106994	171
181,6651227	171
181,7195461	171
181,7739694	171
181,8283928	171
181,8828161	171
181,9372395	171
181,9916628	255
182,0460862	0
182,1005095	0
182,1549328	0
182,2093562	0
182,2637795	0
182,3182029	0
182,3726262	0
182,4270496	0
182,4814729	0
182,5358962	0
182,5903196	0
182,6447429	0
182,6991663	255

182,7535896	213
182,808013	171
182,8624363	171
182,9168597	171
182,971283	171
183,0257063	171
183,0801297	255
183,134553	255
183,1889764	255
183,2433997	255
183,2978231	255
183,3522464	255
183,4066698	255
183,4610931	255
183,5155164	191
183,5699398	0
183,6243631	0
183,6787865	0
183,7332098	0
183,7876332	0
183,8420565	0
183,8964799	0
183,9509032	0
184,0053265	0
184,0597499	0
184,1141732	0
184,1685966	0
184,2230199	0
184,2774433	0
184,3318666	0
184,3862899	0
184,4407133	127
184,4951366	255
184,54956	255
184,6039833	255
184,6584067	255
184,71283	255
184,7672534	255
184,8216767	255
184,8761	255
184,9305234	191
184,9849467	0
185,0393701	0
185,0937934	0
185,1482168	0
185,2026401	0
185,2570635	0
185,3114868	0
185,3659101	0
185,4203335	0
185,4747568	0
185,5291802	0
185,5836035	0
185,6380269	0
185,6924502	0
185,7468736	0
185,8012969	63
185,8557202	255
185,9101436	255
185,9645669	255
186,0189903	255
186,0734136	255
186,127837	255
186,1822603	255
186,2366836	255
186,291107	255
186,3455303	0
186,3999537	0
186,454377	0
186,5088004	0
186,5632237	0
186,6176471	0
186,6720704	0
186,7264937	0
186,7809171	0
186,8353404	0
186,8897638	0
186,9441871	0
186,9986105	0
187,0530338	0
187,1074572	0
187,1618805	0
187,2163038	127
187,2707272	213

187,3251505	171
187,3795739	171
187,4339972	171
187,4884206	234
187,5428439	63
187,5972673	0
187,6516906	0
187,7061139	0
187,7605373	0
187,8149606	0
187,869384	0
187,9238073	0
187,9782307	0
188,032654	0
188,0870774	0
188,1415007	0
188,195924	0
188,2503474	0
188,3047707	0
188,3591941	0
188,4136174	0
188,4680408	0
188,5224641	0
188,5768874	63
188,6313108	255
188,6857341	255
188,7401575	255
188,7945808	255
188,8490042	255
188,9034275	255
188,9578509	255
189,0122742	255
189,0666975	255
189,1211209	255
189,1755442	255
189,2299676	191
189,2843909	0
189,3388143	0
189,3932376	0
189,447661	0
189,5020843	0
189,5565076	0
189,610931	0
189,6653543	0
189,7197777	0
189,774201	0
189,8286244	0
189,8830477	0
189,9374711	0
189,9918944	0
190,0463177	0
190,1007411	0
190,1551644	127
190,2095878	213
190,2640111	171
190,3184345	171
190,3728578	171
190,4272811	171
190,4817045	171
190,5361278	255
190,5905512	0
190,6449745	0
190,6993979	0
190,7538212	0
190,8082446	0
190,8626679	0
190,9170912	0
190,9715146	0
191,0259379	0
191,0803613	0
191,1347846	0
191,189208	0
191,2436313	0
191,2980547	0
191,352478	255
191,4069013	171
191,4613247	171
191,515748	171
191,5701714	171
191,6245947	171
191,6790181	213
191,7334414	127
191,7878648	0
191,8422881	0

191,8967114	0
191,9511348	0
192,0055581	0
192,0599815	0
192,1144048	0
192,1688282	0
192,2232515	63
192,2776748	234
192,3320982	171
192,3865215	171
192,4409449	171
192,4953682	171
192,5497916	171
192,6042149	171
192,6586383	213
192,7130616	127
192,7674849	0
192,8219083	0
192,8763316	0
192,930755	0
192,9851783	0
193,0396017	0
193,094025	0
193,1484484	0
193,2028717	0
193,257295	0
193,3117184	0
193,3661417	0
193,4205651	0
193,4749884	0
193,5294118	63
193,5838351	234
193,6382585	171
193,6926818	171
193,7471051	171
193,8015285	171
193,8559518	171
193,9103752	171
193,9647985	171
194,0192219	255
194,0736452	0
194,1280686	0
194,1824919	0
194,2369152	0
194,2913386	0
194,3457619	0
194,4001853	0
194,4546086	0
194,509032	0
194,5634553	0
194,6178786	0
194,672302	0
194,7267253	255
194,7811487	171
194,835572	171
194,8899954	171
194,9444187	171
194,9988421	171
195,0532654	171
195,1076887	171
195,1621121	213
195,2165354	127
195,2709588	0
195,3253821	0
195,3798055	0
195,4342288	0
195,4886522	0
195,5430755	0
195,5974988	0
195,6519222	0
195,7063455	0
195,7607689	127
195,8151922	213
195,8696156	171
195,9240389	171
195,9784623	234
196,0328856	63
196,0873089	0
196,1417323	0
196,1961556	0
196,250579	0
196,3050023	0
196,3594257	0
196,413849	0

196,4682723	0
196,5226957	0
196,577119	0
196,6315424	191
196,6859657	192
196,7403891	171
196,7948124	171
196,8492358	255
196,9036591	0
196,9580824	0
197,0125058	0
197,0669291	0
197,1213525	0
197,1757758	0
197,2301992	0
197,2846225	0
197,3390459	0
197,3934692	0
197,4478925	191
197,5023159	213
197,5567392	171
197,6111626	171
197,6655859	171
197,7200093	192
197,7744326	191
197,828856	0
197,8832793	0
197,9377026	0
197,992126	0
198,0465493	0
198,1009727	0
198,155396	0
198,2098194	0
198,2642427	63
198,318666	255
198,3730894	255
198,4275127	255
198,4819361	255
198,5363594	255
198,5907828	255
198,6452061	255
198,6996295	255
198,7540528	255
198,8084761	255
198,8628995	255
198,9173228	255
198,9717462	0
199,0261695	0
199,0805929	0
199,1350162	0
199,1894396	0
199,2438629	0
199,2982862	0
199,3527096	0
199,4071329	0
199,4615563	0
199,5159796	0
199,570403	255
199,6248263	255
199,6792497	255
199,733673	255
199,7880963	255
199,8425197	255
199,896943	255
199,9513664	191
200,0057897	0
200,0602131	0
200,1146364	0
200,1690597	0
200,2234831	0
200,2779064	0
200,3323298	0
200,3867531	0
200,4411765	0
200,4955998	255
200,5500232	255
200,6044465	255
200,6588698	255
200,7132932	255
200,7677165	255
200,8221399	255
200,8765632	127
200,9309866	0
200,9854099	0

201,0398333	0
201,0942566	0
201,1486799	0
201,2031033	0
201,2575266	0
201,31195	0
201,3663733	0
201,4207967	0
201,47522	127
201,5296434	255
201,5840667	255
201,63849	255
201,6929134	255
201,7473367	255
201,8017601	255
201,8561834	255
201,9106068	255
201,9650301	255
202,0194535	255
202,0738768	234
202,1283001	171
202,1827235	213
202,2371468	127
202,2915702	0
202,3459935	0
202,4004169	0
202,4548402	0
202,5092635	0
202,5636869	0
202,6181102	0
202,6725336	0
202,7269569	0
202,7813803	0
202,8358036	0
202,890227	0
202,9446503	127
202,9990736	255
203,053497	255
203,1079203	255
203,1623437	255
203,216767	255
203,2711904	0
203,3256137	0
203,3800371	0
203,4344604	0
203,4888837	0
203,5433071	0
203,5977304	0
203,6521538	0
203,7065771	0
203,7610005	0
203,8154238	0
203,8698472	0
203,9242705	0
203,9786938	0
204,0331172	0
204,0875405	0
204,1419639	63
204,1963872	255
204,2508106	255
204,3052339	255
204,3596572	255
204,4140806	255
204,4685039	255
204,5229273	255
204,5773506	255
204,631774	0
204,6861973	0
204,7406207	0
204,795044	0
204,8494673	0
204,9038907	0
204,958314	0
205,0127374	0
205,0671607	0
205,1215841	0
205,1760074	0
205,2304308	0
205,2848541	0
205,3392774	0
205,3937008	0
205,4481241	0
205,5025475	63
205,5569708	255

205,6113942	255
205,6658175	255
205,7202409	255
205,7746642	255
205,8290875	255
205,8835109	255
205,9379342	63
205,9923576	0
206,0467809	0
206,1012043	0
206,1556276	0
206,2100509	0
206,2644743	0
206,3188976	0
206,373321	0
206,4277443	0
206,4821677	127
206,536591	255
206,5910144	255
206,6454377	255
206,699861	255
206,7542844	255
206,8087077	255
206,8631311	171
206,9175544	171
206,9719778	171
207,0264011	192
207,0808245	255
207,1352478	187,8571429
207,1896711	155,3571429
207,2440945	160,5
207,2985178	124,8214286
207,3529412	16,35714286
207,4073645	0
207,4617879	0
207,5162112	0
207,5706346	0
207,6250579	0
207,6794812	0
207,7339046	0
207,7883279	0
207,8427513	0
207,8971746	0
207,951598	0
208,0060213	191
208,0604447	192
208,114868	171
208,1692913	255
208,2237147	0
208,278138	0
208,3325614	0
208,3869847	0
208,4414081	0
208,4958314	127
208,5502547	255
208,6046781	255
208,6591014	255
208,7135248	255
208,7679481	255
208,8223715	255
208,8767948	255
208,9312182	255
208,9856415	255
209,0400648	191
209,0944882	0
209,1489115	0
209,2033349	0
209,2577582	0
209,3121816	0
209,3666049	0
209,4210283	0
209,4754516	0
209,5298749	0
209,5842983	0
209,6387216	0
209,693145	127
209,7475683	255
209,8019917	255
209,856415	255
209,9108384	255
209,9652617	255
210,019685	255
210,0741084	0
210,1285317	0

210,1829551	0
210,2373784	0
210,2918018	0
210,3462251	0
210,4006484	0
210,4550718	0
210,5094951	0
210,5639185	0
210,6183418	63
210,6727652	255
210,7271885	255
210,7816119	255
210,8360352	255
210,8904585	255
210,9448819	255
210,9993052	255
211,0537286	255
211,1081519	255
211,1625753	63
211,2169986	0
211,271422	0
211,3258453	0
211,3802686	0
211,434692	0
211,4891153	0
211,5435387	127
211,597962	255
211,6523854	255
211,7068087	255
211,7612321	255
211,8156554	255
211,8700787	63
211,9245021	0
211,9789254	0
212,0333488	0
212,0877721	63
212,1421955	255
212,1966188	255
212,2510421	255
212,3054655	127
212,3598888	0
212,4143122	0
212,4687355	0
212,5231589	0
212,5775822	0
212,6320056	0
212,6864289	0
212,7408522	0
212,7952756	63
212,8496989	255
212,9041223	255
212,9585456	255
213,012969	255
213,0673923	255
213,1218157	255
213,176239	255
213,2306623	63
213,2850857	0
213,339509	0
213,3939324	0
213,4483557	0
213,5027791	63
213,5572024	255
213,6116258	255
213,6660491	255
213,7204724	255
213,7748958	127
213,8293191	0
213,8837425	0
213,9381658	0
213,9925892	0
214,0470125	0
214,1014358	255
214,1558592	255
214,2102825	255
214,2647059	255
214,3191292	255
214,3735526	0
214,4279759	0
214,4823993	0
214,5368226	0
214,5912459	0
214,6456693	191
214,7000926	255

214,754516	255
214,8089393	255
214,8633627	255
214,917786	255
214,9722094	191
215,0266327	0
215,081056	0
215,1354794	0
215,1899027	0
215,2443261	0
215,2987494	191
215,3531728	255
215,4075961	255
215,4620195	255
215,5164428	255
215,5708661	255
215,6252895	255
215,6797128	255
215,7341362	191
215,7885595	0
215,8429829	0
215,8974062	0
215,9518296	0
216,0062529	0
216,0606762	0
216,1150996	255
216,1695229	255
216,2239463	255
216,2783696	255
216,332793	255
216,3872163	255
216,4416396	255
216,496063	255
216,5504863	255
216,6049097	127
216,659333	0
216,7137564	0
216,7681797	0
216,8226031	0
216,8770264	0
216,9314497	0
216,9858731	191
217,0402964	255
217,0947198	255
217,1491431	255
217,2035665	255
217,2579898	255
217,3124132	255
217,3668365	255
217,4212598	255
217,4756832	63
217,5301065	0
217,5845299	0
217,6389532	0
217,6933766	0
217,7477999	63
217,8022233	255
217,8566466	255
217,9110699	255
217,9654933	255
218,0199166	255
218,07434	255
218,1287633	255
218,1831867	255
218,23761	255
218,2920333	255
218,3464567	0
218,40088	0
218,4553034	0
218,5097267	0
218,5641501	0
218,6185734	0
218,6729968	255
218,7274201	255
218,7818434	255
218,8362668	255
218,8906901	234
218,9451135	171
218,9995368	171
219,0539602	213
219,1083835	255
219,1628069	255
219,2172302	255
219,2716535	255

219,3260769	255
219,3805002	182,4285714
219,4349236	171,6071429
219,4893469	147,0535714
219,5437703	9,035714286
219,5981936	0
219,652617	0
219,7070403	0
219,7614636	127
219,815887	255
219,8703103	255
219,9247337	255
219,979157	255
220,0335804	255
220,0880037	255
220,142427	255
220,1968504	255
220,2512737	191
220,3056971	0
220,3601204	0
220,4145438	0
220,4689671	0
220,5233905	0
220,5778138	0
220,6322371	255
220,6866605	255
220,7410838	255
220,7955072	255
220,8499305	255
220,9043539	255
220,9587772	255
221,0132006	255
221,0676239	127
221,1220472	0
221,1764706	0
221,2308939	0
221,2853173	255
221,3397406	255
221,394164	255
221,4485873	255
221,5030107	255
221,557434	255
221,6118573	255
221,6662807	255
221,720704	255
221,7751274	255
221,8295507	0
221,8839741	0
221,9383974	0
221,9928208	0
222,0472441	0
222,1016674	191
222,1560908	255
222,2105141	255
222,2649375	255
222,3193608	255
222,3737842	255
222,4282075	127
222,4826308	0
222,5370542	0
222,5914775	0
222,6459009	127
222,7003242	255
222,7547476	255
222,8091709	255
222,8635943	255
222,9180176	255
222,9724409	255
223,0268643	255
223,0812876	255
223,135711	255
223,1901343	255
223,2445577	255
223,298981	255
223,3534044	255
223,4078277	255
223,462251	255
223,5166744	255
223,5710977	255
223,6255211	255
223,6799444	255
223,7343678	255
223,7887911	255
223,8432145	255

223,8976378	255
223,9520611	127
224,0064845	0
224,0609078	0
224,1153312	0
224,1697545	0
224,2241779	0
224,2786012	0
224,3330245	191
224,3874479	255
224,4418712	255
224,4962946	255
224,5507179	255
224,6051413	63
224,6595646	0
224,713988	0
224,7684113	0
224,8228346	0
224,877258	0
224,9316813	0
224,9861047	0
225,040528	127
225,0949514	255
225,1493747	255
225,2037981	255
225,2582214	255
225,3126447	255
225,3670681	255
225,4214914	255
225,4759148	255
225,5303381	255
225,5847615	255
225,6391848	191
225,6936082	0
225,7480315	0
225,8024548	0
225,8568782	0
225,9113015	0
225,9657249	191
226,0201482	255
226,0745716	255
226,1289949	255
226,1834182	255
226,2378416	191
226,2922649	0
226,3466883	0
226,4011116	0
226,455535	0
226,5099583	0
226,5643817	127
226,618805	255
226,6732283	255
226,7276517	255
226,782075	255
226,8364984	255
226,8909217	255
226,9453451	0
226,9997684	0
227,0541918	0
227,1086151	0
227,1630384	0
227,2174618	0
227,2718851	0
227,3263085	0
227,3807318	0
227,4351552	0
227,4895785	0
227,5440019	0
227,5984252	0
227,6528485	0
227,7072719	0
227,7616952	0
227,8161186	0
227,8705419	0
227,9249653	127
227,9793886	255
228,0338119	255
228,0882353	255
228,1426586	255
228,197082	255
228,2515053	0
228,3059287	0
228,360352	0
228,4147754	0

228,4691987	0
228,523622	0
228,5780454	0
228,6324687	0
228,6868921	0
228,7413154	0
228,7957388	0
228,8501621	191
228,9045855	255
228,9590088	255
229,0134321	255
229,0678555	0
229,1222788	0
229,1767022	0
229,2311255	0
229,2855489	0
229,3399722	0
229,3943956	0
229,4488189	191
229,5032422	255
229,5576656	255
229,6120889	255
229,6665123	255
229,7209356	255
229,775359	0
229,8297823	0
229,8842057	0
229,938629	0
229,9930523	0
230,0474757	0
230,101899	0
230,1563224	0
230,2107457	0
230,2651691	0
230,3195924	0
230,3740157	0
230,4284391	0
230,4828624	0
230,5372858	63
230,5917091	255
230,6461325	255
230,7005558	255
230,7549792	255
230,8094025	255
230,8638258	255
230,9182492	255
230,9726725	63
231,0270959	0
231,0815192	0
231,1359426	0
231,1903659	0
231,2447893	0
231,2992126	0
231,3536359	0
231,4080593	0
231,4624826	0
231,516906	0
231,5713293	0
231,6257527	0
231,680176	0
231,7345994	0
231,7890227	255
231,843446	171
231,8978694	171
231,9522927	192
232,0067161	255
232,0611394	234
232,1155628	171
232,1699861	171
232,2244094	213
232,2788328	127
232,3332561	0
232,3876795	191
232,4421028	192
232,4965262	171
232,5509495	171
232,6053729	192
232,6597962	255
232,7142195	0
232,7686429	0
232,8230662	0
232,8774896	0
232,9319129	0
232,9863363	0

233,0407596	0
233,095183	191
233,1496063	255
233,2040296	255
233,258453	255
233,3128763	255
233,3672997	0
233,421723	0
233,4761464	0
233,5305697	0
233,5849931	0
233,6394164	0
233,6938397	0
233,7482631	0
233,8026864	0
233,8571098	0
233,9115331	0
233,9659565	255
234,0203798	255
234,0748031	255
234,1292265	255
234,1836498	191
234,2380732	0
234,2924965	0
234,3469199	0
234,4013432	0
234,4557666	0
234,5101899	0
234,5646132	0
234,6190366	0
234,6734599	0
234,7278833	0
234,7823066	0
234,83673	0
234,8911533	0
234,9455767	0
235	0

CHAUDON-NORANTE									
Etage	Zone ammonite	Echantillon	Côte (m)	Préservation	Abondance absolue (nanno/g)	Abondance absolue (cocco/g)	Taux sédimentation (m/Ma)	Flux nannofossiles (nanno/m2/an)	
Aalénien supérieur	Concavum	CN160	23,85	3	91441342,13	91441342,13	34,34065934	8478421145	
Aalénien supérieur	Concavum	CN170	25,35	3	101071894,9	101071894,9	34,34065934	9371363881	
Aalénien supérieur	Concavum	CN180	26,85	3	66209727,55	65547630,28	34,34065934	6138951387	
Aalénien supérieur	Concavum	CN190	28,35	3	39254869,55	38862320,85	34,34065934	3639702877	
Aalénien supérieur	Concavum	CN200	29,85	2	30370945,38	30370945,38	34,34065934	2815987381	
Aalénien supérieur	Concavum	CN210	31,35	2	8388193,949	8155188,562	34,34065934	777751499,4	
Aalénien supérieur	Concavum	CN220	32,85	4	233022809,4	232253757,2	34,34065934	21605823672	
Aalénien supérieur	Concavum	CN230	34,35	2	13860579,88	13508192,26	34,34065934	1285149920	
Aalénien supérieur	Concavum	CN240	35,85	3-4	96329951,93	95054058,52	34,34065934	8931691971	
Aalénien supérieur	Concavum	CN250	37,35	4	107699218,6	105962134,4	34,34065934	9985847880	
Bajocien inférieur	Discites	CN260	38,85	3	202680804,9	199996290,9	34,16856492	18698343048	
Bajocien inférieur	Discites	CN270	40,35	3-4	15437106,5	14751012,88	34,16856492	1424152195	
Bajocien inférieur	Discites	CN280	41,85	3	201187290,4	199208399	34,16856492	18560558678	
Bajocien inférieur	Discites	CN300	44,85	2	9382388,826	8678709,664	34,16856492	865573456,6	
Bajocien inférieur	Discites	CN310	46,35	3	3683100,011	3564290,333	34,16856492	339784853	
Bajocien inférieur	Discites	CN340	50,85	5	346201117,8	338383673,2	34,16856492	31938827500	
Bajocien inférieur	Discites	CN360	53,85	2-3	440576116,6	433470050,2	34,16856492	40645404834	
Bajocien inférieur	Discites	CN380	56,85	2-3	680117679,9	669457528,2	34,16856492	62744341766	
Bajocien inférieur	Discites	CN400	59,85	4	222775473,7	222035355,9	34,16856492	20552179239	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN420	62,85	2	76906909,7	74096358,18	32,06197855	6657626760	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN440	65,85	3	441874158,1	441874158,1	32,06197855	38251871395	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN450	67,35	2	17641172,36	16633105,37	32,06197855	1527149402	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN470	70,35	3	461794714,4	442614742,2	32,06197855	39976341007	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN480	71,85	1-2	12158714,91	10966684,03	32,06197855	1052547632	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN500	74,85	2-3	232327959,7	227727406	32,06197855	20112013959	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN520	77,85	2	11553839,78	9851168,654	32,06197855	1000185200	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN530	79,35	2	10728277,86	8582622,286	32,06197855	928718499,1	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN550	82,35	3	49986387	47661438,77	32,06197855	4327188663	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN570	85,35	3	223995845,8	207996142,6	32,06197855	19390725009	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN580	86,85	4	307017717,5	304007739,9	32,06197855	26577707774	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN600	89,85	2	35966472,63	33576673,79	29,35578331	2850724738	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN610	91,35	3	566630770,9	562975088,5	29,35578331	44911503345	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN630	94,35	3	13994584,76	13200565,76	29,35578331	1109219393	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN650	97,35	3	106749033,4	104969882,9	29,35578331	8460994031	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN670	100,35	3	249346025	243112374,4	29,35578331	19763319277	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN680	101,85	2	68530996,32	63962263,23	29,35578331	5431808910	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN700	104,85	3	70855681,28	68067916,77	29,35578331	5616064870	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN720	107,85	3-4	184253339,6	176956177,7	29,35578331	14604033004	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN740	110,85	2-3	104912340	102512384,5	29,35578331	8315416586	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN750	112,35	2	18642402,61	15839949,93	29,35578331	1477608295	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1640	114,6	2	150585442,6	148703124,5	29,35578331	11935494779	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1660	117,6	3	10867722,98	9735668,502	29,35578331	861382406,2	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1680	120,6	4	174900231,3	170267112,5	29,35578331	13862699881	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1700	123,6	3	385052281,7	375273176,1	29,35578331	30519480627	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1710	125,1	3	233796971,5	233025364,4	29,35578331	18530891733	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1730	128,1	2	51040183,93	49355689,41	34,1543514	4706759818	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1750	131,1	4-5	231791003,3	229525944,6	34,1543514	21375012716	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1770	134,1	3	127495414,6	124936978,2	34,1543514	11757212617	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1790	137,1	3	25490076,32	25274058,73	34,1543514	2350611964	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1820	141,6	5	637736517,1	635749799	34,1543514	58809988176	

CHAUDON-NORANTE											
Etage	Zone ammonite	Echantillon	Côte (m)	Nombre coccolithe	Abondance absolue (cocco/g)	Taux sédimentation (en m/Ma)	Flux nannofossiles (en cocco/m2/an)	AbAbscorrected (cocco/g)	Corrected Flux nannofossiles (en cocco/m2/an)	Moyenne 3pt Flux	
Aalénien supérieur	Concavum	CN1	0	7	2533860,376		34,34065934	234938977,2	3559704,55	330055023,6	
Aalénien supérieur	Concavum	CN10	1,35	19	9907941,229		34,34065934	918662133,1	13964305,31	1294767319	
Aalénien supérieur	Concavum	CN20	2,85	30	10564218,21		34,34065934	979511991	14937698,92	1385020161	
Aalénien supérieur	Concavum	CN30	4,35	22	18787293,68		34,34065934	1741953741	26509981,39	2457999648	
Aalénien supérieur	Concavum	CN40	5,85	32	14185250,98		34,34065934	1315253353	20017316,76	2309690695	
Aalénien supérieur	Concavum	CN50	7,35	55	19985182,28		34,34065934	1853021708	28204027,45	2615071226	
Aalénien supérieur	Concavum	CN60	8,85	47	19969855,13		34,34065934	1851600579	28204027,45	2615071226	
Aalénien supérieur	Concavum	CN70	10,35	119	36361589,55		34,34065934	3371438592	51365154,08	4762565797	
Aalénien supérieur	Concavum	CN80	11,85	87	30525030,53		34,34065934	2830274121	43031112	3989835247	
Aalénien supérieur	Concavum	CN90	13,35	110	35676219,7		34,34065934	3307891256	50376286,61	4670878223	
Aalénien supérieur	Concavum	CN100	14,85	64	16765328,42		34,34065934	1554477566	23686839,75	2196238576	
Aalénien supérieur	Concavum	CN110	16,35	58	39343372,68		34,34065934	3647908868	55462109,28	5142434583	
Aalénien supérieur	Concavum	CN120	17,85	47	23250340,29		34,34065934	2155766442	32863212,31	3047069823	
Aalénien supérieur	Concavum	CN130	19,35	29	17012978,03		34,34065934	1577439584	23969137,97	2222413204	
Aalénien supérieur	Concavum	CN140	20,85	32	15925402,06		34,34065934	1476599779	22416544,19	2078457051	
Aalénien supérieur	Concavum	CN150	22,35	26	8642517,653		34,34065934	801332337,3	12172895,89	1128668231	
Aalénien supérieur	Concavum	CN160	23,85	46	16587770,37		34,34065934	1538014423	23404545,24	2170064290	
Aalénien supérieur	Concavum	CN170	25,35	61	29585927,21		34,34065934	2743200668	41759965,57	3871974830	
Aalénien supérieur	Concavum	CN180	26,85	66	28034481,07		34,34065934	2599350923	39500255,54	3662455940	
Aalénien supérieur	Concavum	CN190	28,35	70	26382623,02		34,34065934	2446191008	37240687,61	3452948371	
Aalénien supérieur	Concavum	CN200	29,85	35	9106839,524		34,34065934	844384159,2	12835826,77	1190135037	
Aalénien supérieur	Concavum	CN210	31,35	29	5369946,427		34,34065934	497900252,5	7561836,056	701131777,1	
Aalénien supérieur	Concavum	CN220	32,85	90	48339044,97		34,34065934	4481985626	68178818,77	6321525092	
Aalénien supérieur	Concavum	CN230	34,35	37	15838095,46		34,34065934	1468504730	22275405,04	2065370660	
Aalénien supérieur	Concavum	CN240	35,85	43	17027420,82		34,34065934	1578778716	23969137,97	2222413204	
Aalénien supérieur	Concavum	CN250	37,35	118	33949898,01		34,34065934	3147827082	47833583,52	4435119351	
Bajocien inférieur	Discites	CN260	38,85	253	76137890,84		34,16856492	7024110658	107474189,8	9915044846	
Bajocien inférieur	Discites	CN270	40,35	53	17563430,67		34,16856492	1620316497	24816054,36	2289408204	
Bajocien inférieur	Discites	CN280	41,85	229	68539847,63		34,16856492	6323152230	96729697,83	8923810392	
Bajocien inférieur	Discites	CN290	43,35	203	74068697,04		34,16856492	6833216925	104646572,4	9654182648	
Bajocien inférieur	Discites	CN300	44,85	26	13269147,19		34,16856492	1224146837	18747263,25	1729531120	
Bajocien inférieur	Discites	CN310	46,35	38	14490956		34,16856492	1336864961	20440687,89	1885758222	
Bajocien inférieur	Discites	CN320	47,85	98	55660179,95		34,16856492	5134936875	78636764,44	7254644556	
Bajocien inférieur	Discites	CN330	49,35	175	101159177,7		34,16856492	9332452612	142684279,7	13163356103	
Bajocien inférieur	Discites	CN340	50,85	317	159570000,8		34,16856492	14721150419	226148918,2	20863396783	
Bajocien inférieur	Discites	CN350	52,35	111	78208089,14		34,16856492	7215097062	110443276	10188958268	
Bajocien inférieur	Discites	CN360	53,85	297	131240188,4		34,16856492	12107580022	185118701	17078148952	
Bajocien inférieur	Discites	CN370	55,35	474	170023526,9		34,16856492	15685541776	240299249,9	22168837408	
Bajocien inférieur	Discites	CN380	56,85	548	285558506,6		34,16856492	26344235801	404499543,4	37317156058	
Bajocien inférieur	Discites	CN390	58,35	768	380589318,8		34,16856492	35111315285	539031311,2	49728401144	
Bajocien inférieur	Discites	CN400	59,85	954	323729154,1		34,16856492	29865673671	458307125,8	42281181307	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN410	61,35	80	21590142,4		32,06197855	1869001242	30462928,44	2637094747	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN420	62,85	155	44026928,63		32,06197855	3811294191	62102698,9	5376065579	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN430	64,35	440	161427700,6		32,06197855	13974366975	227563908,6	19699602718	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN440	65,85	716	251973800,9		32,06197855	21812702220	356362569,2	30849360434	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN450	67,35	114	29361338,03		32,06197855	2541732993	41477494,32	3590596439	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN460	68,85	102	21113905,6		32,06197855	1827774688	29757001,44	2575984523	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN470	70,35	907	294166647,9		32,06197855	25465224835	415826834,8	35997023851	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN480	71,85	15	7246907,478		32,06197855	627345518,6	10212554,29	884073680,9	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN490	73,35	83	39732930,21		32,06197855	3439574161	56027233,22	4850128663	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN500	74,85	304	170979336,2		32,06197855	14801226688	241714334,4	20924567468	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN510	76,35	209	115914057,2		32,06197855	10034371842	163899977,1	14188385388	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN520	77,85	70	35273368,61		32,06197855	3053521766	49811229,03	4312025703	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN530	79,35	75	15009719,98		32,06197855	1299351564	21146327,77	1830581389	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN540	80,85	233	85218949,37		32,06197855	7377177941	120340851	10417587614	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN550	82,35	116	33303943,06		32,06197855	2883033831	46986048,45	4067457329	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN560	83,85	192	71487360,38		32,06197855	6188470780	100970795,6	8740773405	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN570	85,35	143	49233001,66		32,06197855	4261970096	69450641,95	6012157479	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CN580	86,85	327	88145588,76		32,06197855	7630529335	124441541,4	10772573483	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN590	88,35	-	-	29,35578331	-	-	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN600	89,85	69	34082684,44	29,35578331	2701414527	48116098,89	3813711586	18991153531	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN610	91,35	1514	378214448,1	29,35578331	29977509733	534782319,8	42387175524	21113513418	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN620	92,85	451	152573106,5	29,35578331	12093038247	216244261,5	17139653144	21550239830	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN630	94,35	110	45829504,16	29,35578331	3632474682	64646114,94	5123890823	10959272407	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN640	95,85	163	94827797,37	29,35578331	7516109533	133916110,3	10614273255	9912678547	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN650	97,35	238	124614197,5	29,35578331	9876997926	176630872,4	13999871564	15338642362	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN660	98,85	296	191336251	29,35578331	15165428914	270017868,1	21401782266	17775452052	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN670	100,35	426	160250699,1	29,35578331	12701568954	226148918,2	17924702324	15993143101	
Bajocien inférieur	Sauzei	CN680	101,85	146	77326003,25	29,35578331	6128906568	109170799,6	8652944712	16254888749	

Bajocien inférieur	Sauzei	CN690	103,35	539	197525463,6	29,35578331	15655989713	279924893,7	22187019211	13963796802
Bajocien inférieur	Sauzei	CN700	104,85	196	98676400,76	29,35578331	7821152204	139431500,6	11051426483	16717935417
Bajocien inférieur	Sauzei	CN710	106,35	270	150927808,8	29,35578331	11962630940	213414450,2	16915360557	12624977287
Bajocien inférieur	Sauzei	CN720	107,85	444	88482348,37	29,35578331	7013165343	125007165,6	9908144820	10432617572
Bajocien inférieur	Sauzei	CN730	109,35	114	39998315,86	29,35578331	3170291111	56451080,29	4474347337	6125115871
Bajocien inférieur	Sauzei	CN740	110,85	75	35712782,02	29,35578331	2830617064	50376286,61	3992855455	5142730833
Bajocien inférieur	Sauzei	CN750	112,35	174	62249336,27	29,35578331	4933920672	87824068,89	6960989706	7906811455
Bajocien inférieur	Sauzei	CN760	113,85	304	113731705,4	29,35578331	9014444908	161071034	12766589203	9919670706
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1640	114,6	292	89604692,78	29,35578331	7102123051	126562646,8	10031433209	9079591790
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1650	116,1	148	39700893,58	29,35578331	3146717239	56027233,22	4440752958	6580559058
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1660	117,6	123	47078162,44	29,35578331	3731444105	66483095,17	5269491006	4937245053
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1670	119,1	152	45629548,74	29,35578331	3616626092	64363507,64	5101491195	8908541895
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1680	120,6	615	146221552,5	29,35578331	11589610167	206340103,4	16354643484	8389693959
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1690	122,1	115	33182682,44	29,35578331	2630079815	46844794,23	3712947197	16441001584
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1700	123,6	819	260961436,9	29,35578331	20683963961	369104051,2	29255414070	18235556614
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1710	125,1	530	194099902,7	29,35578331	15384477644	274263688,1	21738308575	18534150084
Bajocien inférieur	Sauzei	CN1720	126,6	134	41199190,97	29,35578331	3265473211	58146503,28	4608727606	12259828778
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1730	128,1	190	80065933,52	34,1543514	7383420076	113129667,8	10432450154	6427632421
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1740	129,6	91	32613718,89	34,1543514	3007531121	45997278,78	4241719502	7017539624
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1750	131,1	94	49018235,55	34,1543514	4520302313	69168012,35	6378449217	5123307850
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1760	132,6	103	36523800,19	34,1543514	3368106106	51506422,57	4749754830	7973638625
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1770	134,1	521	98232606,95	34,1543514	9058691636	138724385,7	12792711826	12190160046
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1780	135,6	501	146422883,9	34,1543514	13502642296	206340103,4	19028013480	11960029690
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1790	137,1	112	31166636,94	34,1543514	2874085928	44019810,04	4059363763	14734355911
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1800	138,6	393	162323581,5	34,1543514	14968952937	228978908,6	21115690489	10166016221
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1810	140,1	200	40937878,17	34,1543514	3775158026	57722642,38	5322994411	34483641619
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1820	141,6	1793	590437228,9	34,1543514	54448201604	835122046,5	77012239957	30935600143
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1830	143,1	283	80446021,35	34,1543514	7418470540	113553841,4	10471566062	31013775842
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1840	144,6	146	42661459,94	34,1543514	3934101133	60265858,24	5557521509	10685504931
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1850	146,1	426	123398348,4	34,1543514	11379394496	173801694,8	16027427224	29250742531
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1860	147,6	1230	507014899,3	34,1543514	46755265594	717519103	66167278860	41050818266
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1870	149,1	1127	313901023,2	34,1543514	28946931793	444146527,2	40957748715	40746450197
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1880	150,6	473	115559114,8	34,1543514	10656485856	163899977,1	15114323016	29905994304
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1890	152,1	538	258099050,7	34,1543514	23801055320	364856836	33645911181	29905994304
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1900	153,6	563	313665947,7	34,1543514	28925253894	444146527,2	40957748715	26863725229
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1910	155,1	197	46022106,35	34,1543514	4244009019	64928723,59	5987515791	24165999217
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1920	156,6	820	195991113,7	34,1543514	18073663295	277094275	25552733146	21946312277
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1930	158,1	989	263128967,6	34,1543514	24264897903	371935557,8	34298687894	25205985122
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1940	159,6	234	120709203,2	34,1543514	11131410268	170972567,8	15766534328	17334084420
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1950	161,1	44	14894704,59	34,1543514	1373541232	21005197,69	1937031038	6802867043
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1960	162,6	41	20778852,2	34,1543514	1916158193	29333454,05	2705035762	12196941449
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1970	164,1	679	244674382,6	34,1543514	22563076071	346452872,9	31948757545	16241547713
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1980	165,6	234	108254990,9	34,1543514	9982923299	152584536,1	14070849831	18852122324
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN1990	167,1	162	80862533,69	34,1543514	7456879954	114260801,2	10536759598	9251779558
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CN2000	168,6	53	24239308,17	34,1543514	2235270191	34134029,77	3147729247	-

CABO MONDEGO						
Etage	Zone d'ammonite	Echantillon	Côte (m)	CaCO ₃ (%wt)	δ ¹³ C (‰; VPDB)	δ ¹⁸ O (‰; VPDB)
Aalénien supérieur	Concavum	CM-1	0,1	86,21758201	2,271730461	-2,574802338
Aalénien supérieur	Concavum	CM-2	0,2	58,53881308	2,009452606	-3,053832296
Aalénien supérieur	Concavum	CM-3	0,3	88,63096273	2,417647552	-1,676439956
Aalénien supérieur	Concavum	CM-4	0,81	90,91895365	2,499029213	-1,563597673
Aalénien supérieur	Concavum	CM-5	1,78	80,32787223	2,23263621	-2,855301637
Aalénien supérieur	Concavum	CM-6	2,2	69,24220859	2,300098749	-2,713434267
Aalénien supérieur	Concavum	CM-7	2,45	91,10718215	2,453004748	-2,356801461
Aalénien supérieur	Concavum	CM-8	2,76	68,98247953	2,26394007	-2,398907476
Aalénien supérieur	Concavum	CM1	3,3	87,1009285	2,4495878	-2,543594637
Aalénien supérieur	Concavum	CM2	3,56	88,88788642	2,468164557	-2,344358018
Aalénien supérieur	Concavum	CM3	3,78	78,81536431	2,246196706	-2,390028175
Aalénien supérieur	Concavum	CM4	3,87	90,34183107	2,445523469	-2,407213806
Bajocien inférieur	Discites	CM5	4,23	73,97692645	2,252762761	-2,490756243
Bajocien inférieur	Discites	CM6	4,61	71,50424007	2,25644702	-2,398749725
Bajocien inférieur	Discites	CM7	5,13	62,40610471	2,206101008	-2,620943577
Bajocien inférieur	Discites	CM8	5,58	90,30835287	2,41012674	-2,009022644
Bajocien inférieur	Discites	CM9	5,7	52,27839118	1,49503612	-2,565594728
Bajocien inférieur	Discites	CM10	6,12	74,34709216	1,94164025	-2,755110118
Bajocien inférieur	Discites	CM11	7,04	71,58236739	0,90658783	-2,705295682
Bajocien inférieur	Discites	CM12	7,88	69,99298281	1,852124258	-2,808870794
Bajocien inférieur	Discites	CM13	8,03	82,64885325	2,195348771	-2,837595578
Bajocien inférieur	Discites	CM14	9,21	91,48278606	1,946979256	-1,934460008
Bajocien inférieur	Discites	CM15	9,48	77,60183912	2,292653038	-2,635998744
Bajocien inférieur	Discites	CM16	9,66	90,78460818	2,374142593	-2,2988135
Bajocien inférieur	Discites	CM17	9,74	65,53321733	1,749827027	-2,435933039
Bajocien inférieur	Discites	CM18	10,35	83,18092809	2,49252131	-2,816948577
Bajocien inférieur	Discites	CM19	10,51	64,3072679	2,3954237	-3,198833386
Bajocien inférieur	Discites	CM20	11	73,15970889	2,508700229	-3,013292006
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM21	11,85	91,42668992	2,570605958	-1,562590034
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM22	11,98	51,676245	2,39506212	-3,0881977
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM23	12,21	85,58767319	2,661119896	-2,33619298
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM24	12,68	73,97246143	2,665885616	-2,979214275
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM25	13,26	79,7452185	2,748982581	-2,47454616
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM26	13,83	54,53985295	2,430428955	-3,309804232
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM27	14,44	74,28584803	0,532376396	-3,148845259
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM28	15,76	84,64553501	2,664034762	-2,174864653
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM29	16,12	64,80123471	2,357221642	-3,318794028
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM30	16,73	78,01644689	2,530993102	-3,16912708
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM31	17,56	78,87496689	2,396735932	-3,042610492
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM32	18,89	65,40774631	2,299365953	-2,921713778
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM33	19,89	75,24630809	2,363073089	-3,097513385
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM34	21,56	77,8577109	2,369190748	-2,791842314
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM35	23,3	61,51782256	1,736027503	-2,783469093
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM36	24,93	78,74983737	2,463145688	-3,128220123
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM37	25,9	78,75180379	1,778456014	-3,037761195
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM38	27,96	85,50952914	2,586478838	-3,152115061
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM39	29,36	91,5765191	2,658526005	-2,303137621
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM40	30,69	77,78006756	1,488631843	-3,079261223
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM41	32,39	90,01111556	2,617113204	-2,483932563
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM42	34,76	84,14335659	1,786608061	-3,040286426
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM43	37,13	84,85775888	2,527447828	-2,931329616
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM44	39,69	81,66883546	2,575079482	-3,021888784
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM45	40,85	84,3591197	2,276978374	-2,701088042
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM46	43,31	88,10562855	0,668766039	-2,938839408
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM47	45,29	91,09026768	2,603557027	-2,821623207
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM48	47,18	52,49145929	2,257505826	-3,179431378
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM49	47,96	76,39706845	2,91233137	-3,003316142

Bajocien inférieur	Sauzei	CM50	49,03	86,84149843	3,112556887	-2,529175762
Bajocien inférieur	Sauzei	CM51	50,09	63,58601121	2,727653683	-3,22527269
Bajocien inférieur	Sauzei	CM52	51	60,79219666	2,63655976	-3,151425461
Bajocien inférieur	Sauzei	CM53	52,08	91,39961037	2,95565808	-2,187595213
Bajocien inférieur	Sauzei	CM54	52,83	83,23119676	2,310397412	-3,257082104
Bajocien inférieur	Sauzei	CM55	54,06	61,22291034	2,382018067	-2,99638563
Bajocien inférieur	Sauzei	CM56	55,04	69,98356673	2,58996058	-3,11323231
Bajocien inférieur	Sauzei	CM57	56,09	85,46003217	3,085424547	-2,74762886
Bajocien inférieur	Sauzei	CM58	57,47	71,3675936	2,38570076	-2,668868062
Bajocien inférieur	Sauzei	CM59	59,09	47,35253353	1,526633701	-3,173805697
Bajocien inférieur	Sauzei	CM60	60,42	56,60684237	2,021733984	-3,134202646
Bajocien inférieur	Sauzei	CM61	62,76	93,71425367	3,119173318	-2,27190379
Bajocien inférieur	Sauzei	CM62	64,44	63,29632203	2,310427549	-3,047853674
Bajocien inférieur	Sauzei	CM63	66,35	80,43430405	3,092121168	-2,369719874
Bajocien inférieur	Sauzei	CM64	70,31	64,46259149	2,455165092	-2,792994402
Bajocien inférieur	Sauzei	CM65	71,48	77,28213521	2,583836497	-3,221239722
Bajocien inférieur	Sauzei	CM66	75,19	70,19406311	2,635410237	-2,706720253
Bajocien inférieur	Sauzei	CM67	76,26	79,55886377	2,746568539	-2,824600188
Bajocien inférieur	Sauzei	CM68	76,75	75,43351715	2,728463902	-2,917575005
Bajocien inférieur	Sauzei	CM69	77,82	77,41206281	2,744893009	-3,058759482
Bajocien inférieur	Sauzei	CM70	79,24	68,94875037	2,696212166	-2,475180715
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CM71	81,77	84,88259292	2,645091988	-2,93007512

CABO MONDEGO									
Etage	Zone ammonite	Echantillon	Côte (m)	Préservation	Abondance absolue (nanno/g)	Abondance absolue (cocco/g)	Taux sédimentation (m/Ma)	Flux nannofossiles (nanno/m2/an)	
Aalénien supérieur	Concavum	CM-1	0,1	2	89930510,43	54872853,82	13,66666667	3318435835	
Aalénien supérieur	Concavum	CM-2	0,2	2_3	93355725,36	79709041,25	13,66666667	3444826266	
Aalénien supérieur	Concavum	CM-3	0,3	2	29656701,52	10676412,55	13,66666667	1094332286	
Aalénien supérieur	Concavum	CM-4	0,81	?	11162182,99	4783792,712	13,66666667	411884552,5	
Aalénien supérieur	Concavum	CM-5	1,78	2	82669238,29	50428235,36	13,66666667	3050494893	
Aalénien supérieur	Concavum	CM-6	2,2	4	24001955,11	19921622,74	13,66666667	885672143,4	
Aalénien supérieur	Concavum	CM-7	2,45	2	22324365,99	7441455,329	13,66666667	823769105	
Aalénien supérieur	Concavum	CM-8	2,76	2	35675014,06	27567056,32	13,66666667	1316408019	
Aalénien supérieur	Concavum	CM1	3,3	1	58625967,06	27013926	13,66666667	2163298184	
Aalénien supérieur	Concavum	CM2	3,56	1	34034850,06	15412007,58	13,66666667	1255885967	
Aalénien supérieur	Concavum	CM3	3,78	1_2	41989037,19	35095314,66	13,66666667	1549395472	
Aalénien supérieur	Concavum	CM4	3,87	1	24773517,89	11010452,4	13,66666667	914142810,2	
Bajocien inférieur	Discites	CM5	4,23	1_2	84949478,14	68809077,29	11,08580106	2542679141	
Bajocien inférieur	Discites	CM6	4,61	2	43067563,76	36056565,01	11,08580106	1289083799	
Bajocien inférieur	Discites	CM7	5,13	2	66223937,39	53199896,37	11,08580106	1982192568	
Bajocien inférieur	Discites	CM8	5,58	3	43537854,93	19592034,72	11,08580106	1303160396	
Bajocien inférieur	Discites	CM9	5,7	4_5	158939758	145346226,1	11,08580106	4757331254	
Bajocien inférieur	Discites	CM13	8,03	3	284149526,5	213345054,3	11,08580106	8505067832	
Bajocien inférieur	Discites	CM16	9,66	1	74335405,9	25679503,86	11,08580106	2224982309	
Bajocien inférieur	Discites	CM17	9,74	3	246481915,3	228644408,3	11,08580106	7377613592	
Bajocien inférieur	Discites	CM20	11	3	119131989,7	100134197,4	11,08580106	3565818554	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM26	13,83	5	137051029,7	113390754,2	42,43146603	15701245502	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM28	15,76	3	116020984,7	60112321,76	42,43146603	13291939268	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM34	21,56	3	217190542,2	186059897,8	42,43146603	24882425404	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM35	23,3	3_4	213542209,8	191549490,5	42,43146603	24464454352	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM36	24,93	1_2	634724649,8	539515952,3	42,43146603	72717203022	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM40	30,69	3	381023861,5	359993323,7	42,43146603	43651982794	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM43	37,13	2	216639477,8	193045079,2	42,43146603	24819292736	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM44	39,69	1	972674629	878961791	42,43146603	1,11434E+11	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM47	45,29	1	9391130,182	9391130,182	42,43146603	1075894438	
Bajocien inférieur	Sauzei	CM51	50,09	2_3	362659940,9	312883086,2	22,69399707	22221549818	
Bajocien inférieur	Sauzei	CM53	52,08	1	27646731,39	13823365,69	22,69399707	1694020071	
Bajocien inférieur	Sauzei	CM54	52,83	1	746733238,6	694461911,9	22,69399707	45755177211	
Bajocien inférieur	Sauzei	CM55	54,06	3_4	355895838,7	326628088,8	22,69399707	21807087626	
Bajocien inférieur	Sauzei	CM60	60,42	6	433865827,5	381974898	22,69399707	26584604512	
Bajocien inférieur	Sauzei	CM61	62,76	1	108061082,2	73282802,85	22,69399707	6621312282	
Bajocien inférieur	Sauzei	CM63	66,35	2	332519575,2	307444328,5	22,69399707	20374735315	
Bajocien inférieur	Sauzei	CM65	71,48	2	622287508,5	520647215,4	22,69399707	38129915418	
Bajocien inférieur	Sauzei	CM67	76,26	2	156811352,9	114891486,3	22,69399707	9608426235	
Bajocien inférieur	Sauzei	CM70	79,24	1	1784962722	1707614338	22,69399707	1,09371E+11	
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CM71	81,77	1	71578736,15	52252477,39	22,69399707	4385900597	

CABO MONDEGO											
Etage	Zone ammonite	Echantillon	Côte (m)	Nombre coccolithe	Abondance absolue (cocco/g)	Taux sédimentation (en m/Ma)	Flux nannofossiles (en nanno/m2/an)	AbAbscorrected (cocco/g)	Corrected Flux nannofossiles (en nanno/m2/an)	Moyenne 3pt Flux	
Aalénien supérieur	Concavum	CM-1	0,1	27	13031281,94	13,66666667	480854303,4	28363735,06	1046621824		
Aalénien supérieur	Concavum	CM-2	0,2	28	10868850,16	13,66666667	401060571	24071209,76	888227640,1	746360498,3	
Aalénien supérieur	Concavum	CM-3	0,3	9	3450655,625	13,66666667	127329192,5	8244770,488	304232031	626421569,9	
Aalénien supérieur	Concavum	CM-4	0,81	31	8273341,076	13,66666667	305286285,7	18612602,67	686805038,6	613751958,8	
Aalénien supérieur	Concavum	CM-5	1,78	23	10406739,19	13,66666667	384008675,9	23041160,08	850218806,9	774622422	
Aalénien supérieur	Concavum	CM-6	2,2	44	9574821,792	13,66666667	353310924,1	21323669,93	786843420,5	907042413,4	
Aalénien supérieur	Concavum	CM-7	2,45	36	13484788,8	13,66666667	497588706,8	29378455,63	1084065013	1231580966	
Aalénien supérieur	Concavum	CM-8	2,76	65	23632519,11	13,66666667	872039955,2	49426408,27	1823834465	1183762120	
Aalénien supérieur	Concavum	CM1	3,3	29	7710102,389	13,66666667	284502778,2	17435958,88	643386882,6	1085453944	
Aalénien supérieur	Concavum	CM2	3,56	41	9602304,356	13,66666667	354325030,7	21385921,01	789140485,1	663850013	
Aalénien supérieur	Concavum	CM3	3,78	14	6626211,899	13,66666667	244507219,1	15149665,89	559022671,2	646699496,4	
Aalénien supérieur	Concavum	CM4	3,87	21	7048079,028	13,66666667	260074116,1	16041607,94	591935333	617654207,2	
Bajocien inférieur	Discites	CM5	4,23	35	10649269,12	11,08580106	318750333,2	23453578,92	702004617,4	792637001,4	
Bajocien inférieur	Discites	CM6	4,61	32	16924091	11,08580106	506566186,1	36214862,45	1083971054	1088463420	
Bajocien inférieur	Discites	CM7	5,13	65	23557543,93	11,08580106	705116462,9	49426408,27	1479414589	1090518814	
Bajocien inférieur	Discites	CM8	5,58	30	10685491,13	11,08580106	319834518	23659587,53	708170797,5	1376402043	
Bajocien inférieur	Discites	CM9	5,7	48	31563296,87	11,08580106	944741961	64868455,58	1941620743	1232625118	
Bajocien inférieur	Discites	CM10	6,12	24	16296510,72	11,08580106	487781665	35015889,98	1048083814	1397562136	
Bajocien inférieur	Discites	CM11	7,04	55	18884185,01	11,08580106	565235059,3	40190946,18	1202981852	1117649125	
Bajocien inférieur	Discites	CM12	7,88	34	17228637,62	11,08580106	515681773	36813247,41	1101881711	1107657380	
Bajocien inférieur	Discites	CM13	8,03	32	15801803,8	11,08580106	472974264	34014434,19	1018108577	1019950813	
Bajocien inférieur	Discites	CM14	9,21	102	14476462,97	11,08580106	433304609,3	31400265,21	939862152,4	1130207481	
Bajocien inférieur	Discites	CM15	9,48	82	22791932,77	11,08580106	682200447,8	47864086,91	1432651713	1215493992	
Bajocien inférieur	Discites	CM16	9,66	82	20112687,85	11,08580106	602006192,2	42562557,11	1273968110	2952790340	
Bajocien inférieur	Discites	CM17	9,74	378	108596250,6	11,08580106	3250466361	205526543	6151751196	3091871704	
Bajocien inférieur	Discites	CM18	10,35	75	30002716,04	11,08580106	898031181,6	61803977,11	1849895807	3959601756	
Bajocien inférieur	Discites	CM19	10,51	98	66422949,38	11,08580106	1988149328	129533674,1	3877158264	3306239910	
Bajocien inférieur	Discites	CM20	11	107	72192038,63	11,08580106	2160827762	140041189,1	4191665660	3106204015	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM21	11,85	17	4664414,173	42,43146603	534378415,2	10908991,2	1249788121	9528316723	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM22	11,98	262	106642741,7	42,43146603	12217521251	202012000,3	23143496389	10366472356	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM23	12,21	56	28266869	42,43146603	3238392668	58535634,79	6706132558	14219948337	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM24	12,68	127	56705288,77	42,43146603	6496439043	111816180,6	12810216064	9862982533	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM25	13,26	107	43779461,77	42,43146603	5015592211	87920417,62	10072598977	12927235195	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM26	13,83	137	71545385,83	42,43146603	8196594143	138776208,6	15898890544	12128786967	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM27	14,44	178	45376391,26	42,43146603	5198544372	90908001,34	10414871381	10695983727	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM28	15,76	46	24145460,65	42,43146603	2766223692	50401006,92	5774189255	11731353056	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM29	16,12	127	86621858,79	42,43146603	9923829639	165888407,9	19004998532	11588695235	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM30	16,73	61	43408190,93	42,43146603	4973057583	87172361,14	9986897917	11046950218	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM31	17,56	29	16947703,26	42,43146603	1941612917	36214862,45	4148954206	7854782246	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM32	18,89	87	40762638,64	42,43146603	4669969995	82298241,6	9428494616	7890488218	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM33	19,89	107	43940415,67	42,43146603	5034031888	88107358,32	10094015831	10482212288	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM34	21,56	233	52489143,81	42,43146603	6013416570	104081794,3	11924126418	17906258001	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM35	23,3	395	149534907,6	42,43146603	17131460449	276704432,4	31700631754	21629666642	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM36	24,93	152	97700916,12	42,43146603	11193101379	185608602,1	21264241753	30047894327	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM37	25,9	429	178210678,2	42,43146603	20416698915	324521651,6	37178809475	23680904986	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM38	27,96	121	55696067,6	42,43146603	6380817661	109978338,2	12599663729	18487783819	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM39	29,36	42	23653906,01	42,43146603	2709908755	49621440,43	5684878253	19264165424	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM40	30,69	355	190456989,5	42,43146603	21819697054	344851993,9	39507954290	17723544810	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM41	32,39	108	34058419,15	42,43146603	3901901369	69635619,88	7977801887	23945224131	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM42	34,76	294	112678442,8	42,43146603	12909001103	212542443,9	24349916216	16185906145	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM43	37,13	136	73076902,41	42,43146603	8372052276	141666357,4	16230000331	24878747672	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM44	39,69	564	161824393,4	42,43146603	18539404874	297266520,1	34056326469	30189463086	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM45	40,85	593	193551157,8	42,43146603	22174180323	351608930,5	40282062458	33230096958	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM46	43,31	337	118248889,6	42,43146603	13547179107	221288449,1	25351901945	26000573509	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM47	45,29	99	54635380,72	42,43146603	6259300113	107954092,7	12367756124	34906448840	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM48	47,18	1022	334769438,7	42,43146603	38352846781	584818337,6	66999688451	37873175403	
Bajocien inférieur	Laeviuscula	CM49	47,96	515	162576501,1	42,43146603	18625570065	298975202,8	34252081634	36011873686	
Bajocien inférieur	Sauzei	CM50	49,03	110	56133000,3	22,69399707	3439481790	110713744,7	6783850972	22502077793	
Bajocien inférieur	Sauzei	CM51	50,09	-	-	22,69399707	-	-	-	-	
Bajocien inférieur	Sauzei	CM52	51	694	242079097	22,69399707	14833104262	432000368,6	26470300772	11618243357	
Bajocien inférieur	Sauzei	CM53	52,08	35	11908209,02	22,69399707	729661123,6	26121744,27	1600578328	13805297314	
Bajocien inférieur	Sauzei	CM54	52,83	403	116417320,4	22,69399707	7133330689	217793160,6	13345012843	13974968748	
Bajocien inférieur	Sauzei	CM55	54,06	450	246717360,6	22,69399707	15117308259	440307579,3	26979315074	27367113970	
Bajocien inférieur	Sauzei	CM56	55,04	1222	394878048,4	22,69399707	24195675438	681808854,4	41777013992	25560738307	
Bajocien inférieur	Sauzei	CM57	56,09	112	66285524,9	22,69399707	4061565471	129351972,3	7925885856	23955751075	

Bajocien inférieur	Sauzei	CM58	57,47	504	200414013,2	22,69399707	12280126575	361726484	22164353377	21841869347
Bajocien inférieur	Sauzei	CM59	59,09	704	331192319,6	22,69399707	20293409333	578311992,7	35435368807	37383010295
Bajocien inférieur	Sauzei	CM60	60,42	1376	526362413,7	22,69399707	32252221105	890255145,6	54549308701	31292448571
Bajocien inférieur	Sauzei	CM61	62,76	82	30943642,05	22,69399707	1896034290	63529089,2	3892668203	38371076305
Bajocien inférieur	Sauzei	CM62	64,44	1505	548174986,6	22,69399707	33588760159	924885666	56671252010	24385770293
Bajocien inférieur	Sauzei	CM63	66,35	229	108508503,1	22,69399707	6648727460	205526543	12593390666	30062598942
Bajocien inférieur	Sauzei	CM64	70,31	354	188292601	22,69399707	11537401686	341469875,4	20923154151	19211938914
Bajocien inférieur	Sauzei	CM65	71,48	952	219453574,2	22,69399707	13446752679	393631128,5	24119271926	21468789130
Bajocien inférieur	Sauzei	CM66	75,19	371	173100790,4	22,69399707	10606541841	316023223,8	19363941312	17871675163
Bajocien inférieur	Sauzei	CM67	76,26	188	86291073,42	22,69399707	5287381292	165353112,7	10131812251	19703626032
Bajocien inférieur	Sauzei	CM68	76,75	629	273214674,4	22,69399707	16740899153	483324493,6	29615124534	17768706404
Bajocien inférieur	Sauzei	CM69	77,82	517	118229174,2	22,69399707	7244349839	221288449,1	13559182426	21434898778
Bajocien inférieur	Sauzei	CM70	79,24	888	190215084,4	22,69399707	11655199536	344851993,9	21130389374	14119687947
Bajocien inférieur	Humphriesianum	CM71	81,77	123	63991509,42	22,69399707	3921002444	125167576,2	7669492040	