Annales de Paléontologie xxx (2015) xxx–xxx

Disponible en ligne sur
ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
EM|consulte
www.em-consulte.com

Article original

Description et biozonation des sections de crinoïdes saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) du domaine téthysien occidental

Description and biozonation of crinoid saccocomid sections from the Upper Jurassic sediments (Oxfordian-Tithonian) of the western Tethyan realm

Mohamed Benzaggagh [a,*], Catherine Homberg [b], Johann Schnyder [c], Sonia Ben Abdesselam-Mahdaoui [d]

[a] *Département de géologie, faculté des sciences, université Moulay Ismail, BP 11102, Jbabra, Zitoune, Meknès, Maroc*
[b] *CNRS, UMR 7193, Institut des sciences de la terre de Paris, 75005 Paris, France*
[c] *UMR 7193, ISTeP, UPMC université Paris 06, Sorbonne universités, 75005 Paris, France*
[d] *Département des sciences de la terre, faculté des sciences, université Tunis El Manar, 1060 Tunis, Tunisie*

INFO ARTICLE

Historique de l'article :
Disponible sur Internet le xxx

Mots clés :
Saccocomidés
Jurassique supérieur
Rif externe
Tunisie septentrionale
Bassin vocontien
Téthys occidentale

RÉSUMÉ

L'étude de plusieurs centaines de lames minces issues de plusieurs dizaines de coupes appartenant à trois domaines paléogéographiques différents et bien éloignés : Rif externe (Maroc) ; Bassin vocontien (SE France) et Tunisie septentrionale, a permis de mieux caractériser l'extension stratigraphique du groupe des crinoïdes pélagiques rovéacrinides saccocomidés. Ce groupe fossile qui apparaît fréquemment dans l'Oxfordien moyen, montre, dans les trois bassins étudiés, une abondance à partir de la zone à Hybonotum (base du Tithonien inférieur) et domine, par la suite, la microfaune pélagique jusqu'à la disparition relative du groupe au sommet du Tithonien supérieur, à la limite des sous-zones A2 et A3 des calpionelles. L'analyse minutieuse des sections de pièces squelettiques de ce groupe fossile a permis de caractériser 47 types de sections, répartis en six groupes différents. Ces sections sont décrites et nommées sur la base de leurs formes géométriques. La plupart d'entre elles se rencontrent dans des niveaux stratigraphiques contemporains et dans des coupes bien éloignées. Plusieurs de ces sections sont caractéristiques d'un intervalle stratigraphique précis, soit par leurs formes géométriques, soit par leurs fréquences relatives. La répartition stratigraphique des sections inventoriées, qui n'avaient jusqu'alors qu'un intérêt stratigraphique restreint, permet de caractériser 7 biozones d'association et de fréquence relative pour l'intervalle Oxfordien supérieur-Tithonien supérieur. Ces biozones sont corrélées avec les zones d'ammonites.
© 2015 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Keywords:
Saccocomids
Upper Jurassic
External Rif
Northern Tunisia
Vocontian Basin
Western Tethys

ABSTRACT

The study of several hundreds of thin sections, from dozens of outcrops in three different palaeogeographic domains: the External Rif Chain (Morocco), the Vocontian Basin (Southeastern France) and the Northern Tunisia, has helped better to characterize the stratigraphic distribution of the pelagic crinoids, roveacrinid saccocomids. The saccocomids, appearing in the Middle Oxfordian, are thriving noticeably in the three studied basins at the base of the Early Tithonian substage (Hybonotum ammonite zone) and dominate the pelagic microfauna up to the relative disappearance of the group at the top of the Late Tithonian, at the limit of the A2 and A3 subzones of calpionellids. Careful examination of the respective skeletal elements of this fossil group in thin sections lead to define 47 types of skeletal sections, divided into 6 different groups. These skeletal sections are described and named on the base of their geometric forms. Most of these sections have typical geometric shapes and occur in coeval stratigraphic

* Auteur correspondant.
Adresse e-mail : benzaggagh@gmail.com (M. Benzaggagh).

http://dx.doi.org/10.1016/j.annpal.2015.02.002
0753-3969/© 2015 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Pour citer cet article : Benzaggagh, M., et al., Description et biozonation des sections de crinoïdes saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) du domaine téthysien occidental. Annales de Paléontologie (2015), http://dx.doi.org/10.1016/j.annpal.2015.02.002

levels in the three investigated basins. Several of these sections are characteristic of a specific stratigraphic interval, either by their geometric shape or by their relative frequency. The stratigraphic distribution of the investigated skeletal sections, previously considered as of limited stratigraphical value, allowed to define 7 association and relative frequency biozones for the Late Oxfordian-Late Tithonian interval. These biozones are correlated with the ammonite zones.

© 2015 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

1. Introduction

Cette étude paléontologique et biostratigraphique des sections des pièces squelettiques de saccocomidés du Jurassique supérieur, résulte de la synthèse de plusieurs années d'étude, de plusieurs centaines de lames minces issues de plusieurs dizaines de coupes, souvent bien datées par ammonites ou par calpionelles et appartenant à trois domaines paléogéographiques distincts (Fig. 1) : le Rif externe (Maroc), le Bassin vocontien (SE de la France) et la Tunisie septentrionale. Les coupes du Rif externe (Prérif interne et Mésorif) ont fait l'objet de plusieurs travaux d'ordre stratigraphique (Benzaggagh, 2000 ; Benzaggagh et Atrops, 1995, 1997 ; Benzaggagh et Habibi, 2006 ; Benzaggagh et al., 2010). Celles du Nord de la Tunisie font, en partie, l'objet d'une thèse de Doctorat en cours de préparation (Ben Abdesselam-Mahdaoui). Les coupes du Bassin vocontien ont été étudiées dans le cadre d'une analyse de la tectonique cassante syn-Jurassique du Bassin vocontien (Homberg et al., 2013). Seules les coupes dont les lames minces ont fait l'objet de prises de vues pour les illustrations paléontologiques sont citées dans les légendes des Fig. 5–17.

2. Généralités sur les saccocomidés et but de l'étude

Les saccocomidés (*Saccocoma* et *Crassicoma*), groupe de crinoïdes pélagiques, sont fréquemment signalés dans les sédiments du Jurassique supérieur du domaine téthysien, en particulier sa partie occidentale. Leurs squelettes calcitiques de taille pouvant atteindre 5 cm (Fig. 2) étaient composés d'un grand nombre de pièces articulées de taille allant de quelques centaines de microns à quelques millimètres, qui se répartissent en trois groupes d'articles : primibrachiales, secondibrachiales et tertibrachiales (Fig. 2). Ces pièces se dissocient après la mort de l'animal et se déposent en désordre dans les sédiments. À cause de leur nature calcitique, il est souvent difficile de les extraire des roches carbonatées qui les contiennent. Ainsi, malgré l'abondance et la grande diversité de ces pièces squelettiques, peu de travaux se sont intéressés à les étudier ; la plupart ont été réalisés sur des formes dégagées (entres autres : Hess, 1972, 2002 ; Manni et Nicosia, 1984 ; Manni et al., 1992 ; Brodacki, 2006 ; Kroh et Lukeneder, 2009). Grâce à ces travaux, au moins trois espèces de saccocomidés sont reconnues et un grand nombre de pièces squelettiques sont identifiées et décrites.

En microfaciès, peu de travaux ont porté sur les sections de ces pièces squelettiques. Lombard (1937) était le premier à avoir figuré quelques sections de saccocomidés, qu'il considère, d'abord comme des micro-organismes d'attribution incertaine, puis comme des sections de thalles d'algues *Eothrix alpina* (Lombard, 1945). Brönnimann (1955) crée le genre *Lombardia* pour des sections, du Tithonien moyen du Cuba, semblables à celles figurées par Lombard (1945). Verniory (1954, 1956) démontre alors que les sections attribuées par les deux auteurs antérieurs à *Eothrix alpina* Lombard ou au genre *Lombardia* Brönnimann sont de vraies sections d'articles squelettiques du genre *Saccocoma* Agassiz. Verniory (1954, 1956, 1960) figure plusieurs sections du genre *Saccocoma*, accompagnées de reconstitution en trois dimensions des pièces squelettiques correspondantes. Il y reconnaît des pièces de type : ramule, axillaire, ailes latérales, secondibranchiales et rares primibrachiales. Plusieurs travaux d'ordre biostratigraphique et paléontologique sur la famille des Roveacrinidae, crinoïdes pélagiques du Crétacé moyen-supérieur, ont été publiés récemment (Ferré et Dias-Brito, 1999 ; Ferré et Berthou, 1994 ; Ferré et al., 1999, 2005). En effet, la complexité et la grande diversité des formes géométriques de ces sections ont souvent découragé les auteurs de s'y intéresser. Ainsi, en dehors des travaux évoqués plus haut, les citations des saccocomidés en microfaciès se limitent à l'extension stratigraphique du groupe et aux variations de sa fréquence (Verniory, 1955 ; Dromart et Atrops, 1988 ; Benzaggagh, 2000 ; Savary et al., 2003). La plupart des travaux s'accordent pour une extension allant de l'Oxfordien moyen au Tithonien supérieur (Verniory, 1955 ; Borza, 1969 ; Nicosia et Parisi, 1979 ; Dromart et Atrops, 1988 ; Benzaggagh, 2000 ; Benzaggagh et Atrops 1995 ; Benzaggagh et al., 2010 ; Savary et al., 2003), avec une acmé au Tithonien (Verniory, 1955 ; Dromart et Atrops, 1988 ; Benzaggagh, 2000).

L'examen minutieux d'un matériel abondant, plusieurs centaines de lames minces, a permis de réaliser un inventaire assez complet des sections des pièces squelettiques de saccocomidés ; de proposer une classification basée sur les formes géométriques de ces sections et de suivre leur évolution dans le temps et dans l'espace. En effet, malgré le désordre apparent, la plupart des sections ont des formes géométriques bien définies et se rencontrent dans des niveaux stratigraphiques contemporains et dans des coupes très éloignées. En se limitant aux sections les plus fréquemment rencontrées en lames minces et aux formes géométriques les plus caractéristiques, 47 types de sections, répartis en 6 groupes, sont définis pour l'intervalle Oxfordien supérieur-Tithonien supérieur. Dans cette étude, il apparaît que de nombreuses sections de ce groupe fossile, longtemps considéré comme d'un intérêt biostratigraphique restreint, sont caractéristiques d'un intervalle stratigraphique donné, soit par leur forme géométrique, soit par leur fréquence relative, et peuvent jouer un rôle important dans la datation des terrains pélagiques du Jurassique supérieur dépourvus d'ammonites. Ceci reflète une évolution morphologique et des variations de fréquence relative d'une ou de plusieurs espèces au sein du groupe. Ainsi, 7 biozones d'association et de fréquence relative des sections inventoriées sont définies pour l'intervalle stratigraphique étudié. Ces biozones sont corrélées avec les zones d'ammonites. Malheureusement, il ne nous est pas possible dans l'état actuel d'établir de correspondance entre les sections inventoriées et les pièces dégagées, illustrées dans des travaux cités plus haut.

3. Étude paléontologique

3.1. Description des principaux types de section

Quarante-sept types de section (Fig. 3 et 4) répartis en 6 groupes différents sont définis. Ces pièces appartiennent à l'un ou à l'autre des trois groupes d'articles (primi-, secondi- ou tertibrachiales) du squelette de saccocomidés (Fig. 2). Pour des raisons pratiques, ces sections sont nommées sur la base de leur forme géométrique. Une figure type et une abréviation du nom de chaque type de section sont proposées. La répartition stratigraphique des sections inventoriées est donnée en Fig. 17. Plusieurs de ces sections, avec des

Pour citer cet article : Benzaggagh, M., et al., Description et biozonation des sections de crinoïdes saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) du domaine téthysien occidental. Annales de Paléontologie (2015), http://dx.doi.org/10.1016/j.annpal.2015.02.002

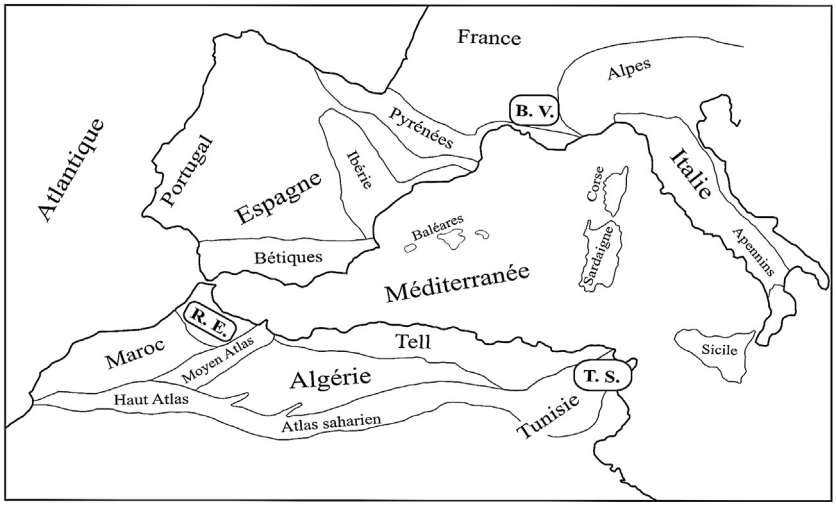

Fig. 1. Carte géographique de la Méditerranée occidentale (Aubouin et Debelmas, 1980, simplifiée) et localisation des secteurs étudiés ; R.E. : Rif externe (Nord du Maroc), T.S. : Tunisie septentrionale ; B.V. : Bassin vocontien (SE de la France).
Geographical map of the Western Mediterranean (Aubouin and Debelmas, 1980, simplified) and location of the study areas. R.E.: External Rif Chain (Northern Morocco), T.S.: Northern Tunisia; B.V.: Vocontian Basin (Southeastern France).

reconstitutions en trois dimensions des pièces squelettiques correspondantes, sont figurées dans les travaux de Verniory (1954, 1956, 1960).

3.1.1. Sections Biaxes (2Ax)/Biaxial sections (2Ax)

Nous rangeons dans ce groupe, les sections qui présentent deux branches en forme de V ; elles sont de forme et de taille variables et possédant, ou non, une pointe axiale de forme également variable. On y distingue :

Biaxe à branches larges et à pointe axiale arrondie (2Ax.br.lrg/pnt.ax.ard)/Biaxis with broad branches and rounded axial tip (2Ax.brd.br/rd.ax.tp)

Fig. 3A–F ; Fig. 5AD ; Fig. 6AI-AJ ; Fig. 8BA ; Fig. 9AR, AV ; Fig. 10AO, AT ; Fig. 11AC ; Fig. 13BA, BH, BI, BL, BM, BR, BY–BZ, CA ; Fig. 14N ; Fig. 16A–B, D, G–H, J, N, AO, AR–AS, AV, AZ, BA, BG ; Fig. 17A–B

Section type : Fig. 13CB

Description : Ces sections montrent une pointe axiale plus ou moins arrondie portant deux branches larges, allongées ou lobées, formant un angle souvent inférieur à 90° ; elles sont prolongées, ou non, par deux appendices souvent minces, longs ou courts.

Biaxe à branches larges et à pointe axiale pseudo-rectangulaire (2Ax.br.lrg/pnt.ax.psd-rtg)/Biaxis with broad branches and pseudo-rectangular axial tip (2Ax.brd.br/psd-rtg.ax.tp)

Fig. 3G–J ; Fig. 5BA ; Fig. 6AM, AU ; Fig. 8BE ; Fig. 10AS ; Fig. 13AU, AW, AY, BP, BS ; Fig. 16C, L, M, Q, AB, AU, BD, BH–BK ; Fig. 17C–D

Section type : Fig. 16BB

Description : Ces sections montrent une pointe axiale pseudo-rectangulaire, allongée ou aplatie, et deux branches plus ou moins larges, allongées ou lobées, formant un angle souvent inférieur à 90° ; pouvant se prolonger par deux appendices minces, longs ou courts.

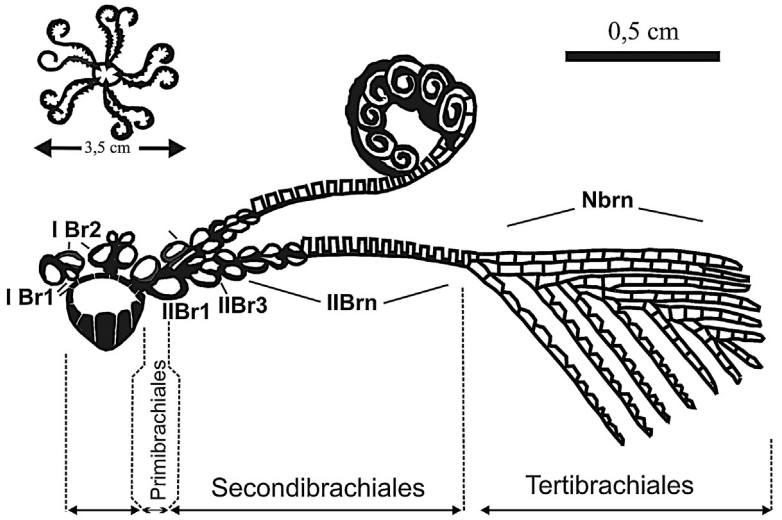

Fig. 2. Reconstitution morphologique du genre *Saccocoma* Agassiz et dénomination (d'après Seilacher et Haff, 2004. Dans : Kietzmann et Palma, 2009).
Morphological reconstruction and nomenclature of genus Saccocoma *Agassiz and nomenclature of ossicles (from Seilacher and Haff, 2004. In: Kietzmann and Palma, 2009).*

Pour citer cet article : Benzaggagh, M., et al., Description et biozonation des sections de crinoïdes saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) du domaine téthysien occidental. Annales de Paléontologie (2015), http://dx.doi.org/10.1016/j.annpal.2015.02.002

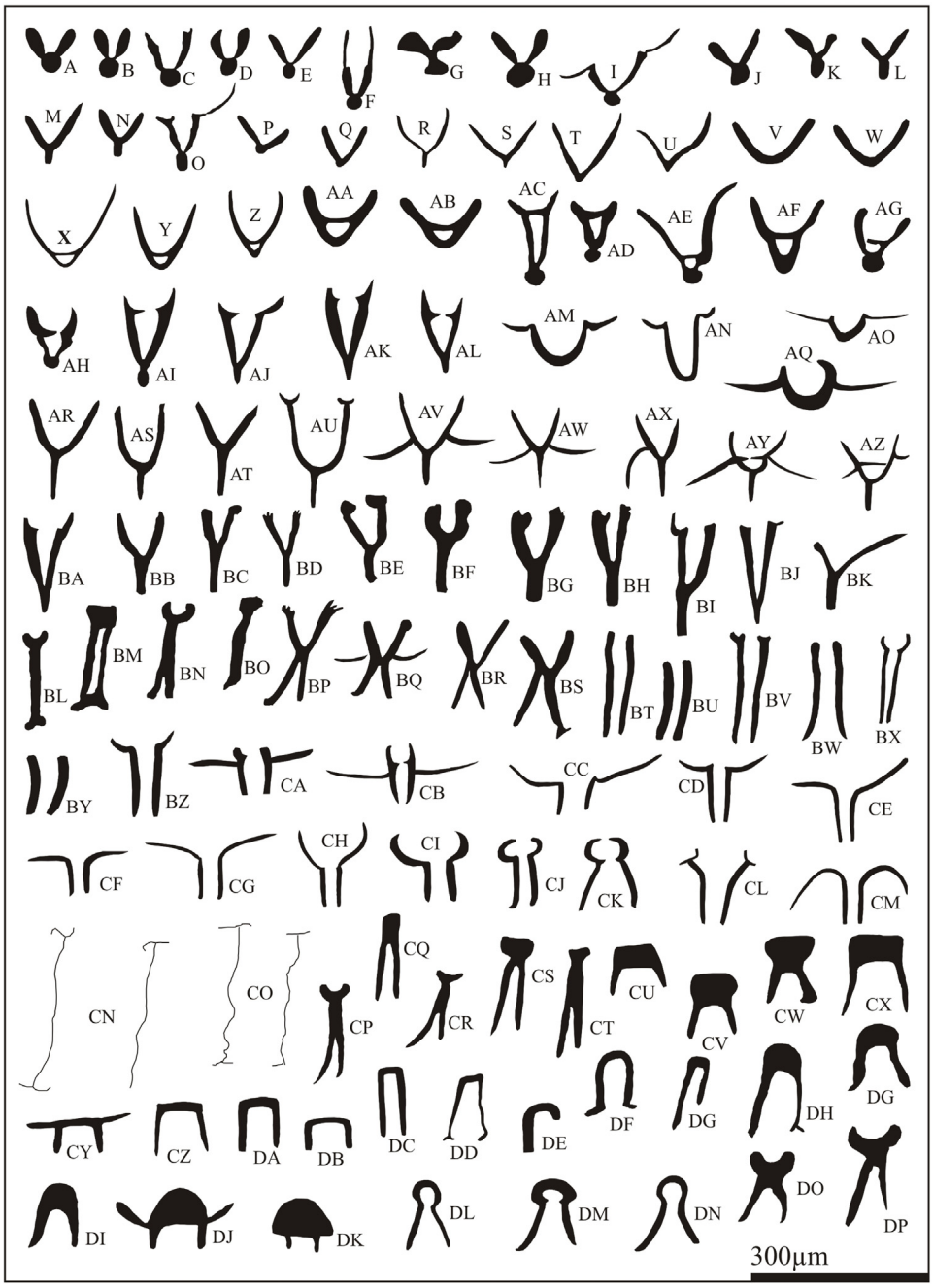

Fig. 3. Principales formes des sections de pièces squelettiques de saccocomidés définies dans ce travail. A–F. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.ard. G–J. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.psd-rtg. K–O. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.alg. P–Q. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.crt. R–U. 2Ax.br.aig/bs.pnt. V–W. 2Ax.arq. X–Z. 2Ax.alg/br.mn/cvt.trg. AA–AB. 2AX.lrg/cvt.trg. AC–AH. 2AX.br.lrg/cvt.trg/pnt.ax. AI–AL. 2Ax.V.aig. AM–AQ. 2Ax.U. AR–AU. 3Ax.br.aig. AV–AX. 3Ax.br.aig/2apd.lat. AY–AZ. 3Ax.br.aig/cvt.trg/2apd.lat. BA–BK. 3Ax.br.lrg. BL–BO. Br.alg. BP–BS. 2Br.X. BT–BZ. 2Br.prl/ext.smpl. CA–CB. 2Br.prl/2apd.lat. CC–CG. 2Br.prl/ext.alg. CH–CL. 2Br.prl/ext.cnc. CM. 2Br.prl/ext.cvx. CN–CO. 2Br.prl.mn. CP–CT. Dn.alg. CU. Dn.ml.lrg/crn.lrg.plt. CV–CX. Dn.ml.alg/crn.lrg.plt. CY–DB. Dn.ml.lrg/crn.mn.plt. DC–DG. Dn.ml.alg/crn.mn.plt. DH–DK. Dn.ml.cvx/crn.lrg. DL–DN. Dn.ml.cvx/crn.mn/cvt.int. DO–DP. Dn.ml.cnc.
Main forms of sections of the Saccocomid skeletal elements as defined in this work. A–F. 2Ax.brd.br/rd.ax.tp. G–J. 2Ax.brd.br/psd-rtg.ax.tp. K–O. 2Ax.brd.br/elg.ax.tp. P–Q. 2Ax.brd.br/shr.ax.tp. R–U. 2Ax.act.br/ptd.bs. V–W. bw.2Ax. X–Z. elg.2Ax/tn.br/trg.cvt. AA–AB. brd.2Ax/trg.cvt. AC–AH. 2Ax.brd.br/trg.cvt/ax.tp. AI–AL. 2Ax.act.V. AM–AQ. 2Ax.U. AR–AU. 3Ax.act.br. AV–AX. 3Ax.act.br/2lat.apd. AY–AZ. 3Ax.act.br/trg.cvt/2lat.apd. BA–BK. 3Ax.brd.br. BL–BO. elg.Br. BP–BS. 2Br.X. BT–BZ. 2prl.Br/smpl.tp. CA–CB. 2prl.Br/2lat.apd. CC–CG. 2prl.Br/elg.tp. CH–CL. 2prl.Br/cnc.tp. CM. 2prl.Br/cvx.tp. CN–CO. 2tn.prl.Br. CP–CT. elg.Tt. CU. brd.ml.Tt/brd.flt.crw. CV–CX. elg.ml.Tt/brd.flt.crw. CY–DB. brd.ml.Tt/tn.flt.crw. DC–DG. elg.ml.Tt/tn.flt.crw. DH–DK. cvx.ml.Tt/brd.crw. DL–DN. cvx.ml.Tt/tn.crw/int.cvt. DO–DP. cnc.ml.Tt.

Biaxe à branches larges et à pointe axiale allongée (2Ax.br.lrg/pnt.ax.alg)/Biaxis with broad branches and elongated axial tip (2Ax.brd.br/elg.ax.tp)

Fig. 3K–O ; Fig. 6AB, AK, AR, AT, AV–AW, BA, BJ ; Fig. 9Y, AF1, AG, AH1, AJ, AO2 ; Fig. 10U ; Fig. 13AZ, BG, BJ–BK, BN, BO ; Fig. 16E, I, K, O, R, T–U, X–Y, AK–AL, AM-AP, AT, AW, AY ; Fig. 17E–F

Section type : Fig. 16P

Description : Elles présentent une pointe axiale plus ou moins allongée et deux branches, larges ou allongées, rarement lobées, formant un angle souvent inférieur à 90°.

Biaxe à branches larges et à pointe axiale courte (2Ax.br.lrg/pnt.ax.crt)/Biaxis with broad branches and short axial tip (2Ax.brd.br/shr.ax.pt)

Pour citer cet article : Benzaggagh, M., et al., Description et biozonation des sections de crinoïdes saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) du domaine téthysien occidental. Annales de Paléontologie (2015), http://dx.doi.org/10.1016/j.annpal.2015.02.002

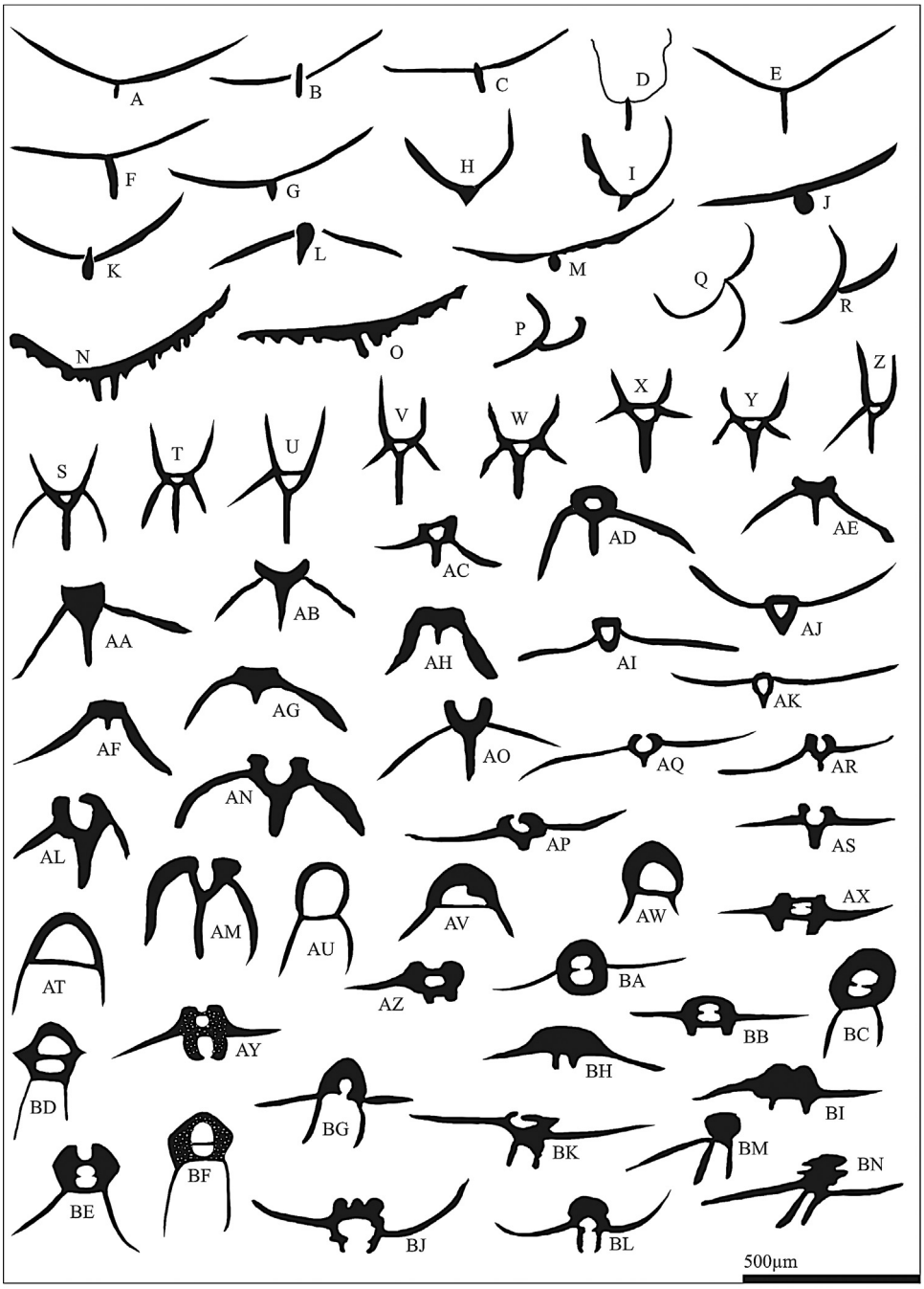

Fig. 4. Principales formes de sections des pièces squelettiques de saccocomidés définies dans ce travail. A–D. Ail.mn/pnt.ax.crt. E–F. Ail.mn/pnt.ax.alg. G–I. Ail.mn/pnt.ax.trg. J–M. Ail.mn/pnt.ax.ovl. N–O. Ail.dnt/ts.éps. P–R. Ail.hél. S–Z. Tt.trg.frm/pd/4apd.lat. AA–AE. Tt.trg.frm/pd.lng/2apd.lat. AF–AH. Tt.trg.frm/pd.crt/2apd.lat. AI–AK. Tt.trg.frm/cvt.trg.lrg/2apd.lat. AL–AO. Tt.trg.ov/pd.lng/2apd.lat. AP–AS. Tt.trg.ov/pd.crt/2apd.lat. AT–AW. Tt.cph. AX–BB. Tt.psd-hxg.apl/2apd.lat. BC–BG. Tt.psd-hxg.alg/2apd.lat. BH–BN. Tt.irg.
Main forms of sections of the Saccocomid skeletal elements as defined in this work. A–D. tn.Wg/shr.ax.tp. E–F. tn.Wg/elg.ax.tp. G–I. tn.Wg/trg.ax.tp. J–M. tn.Wg/ovl.ax.tp. N–O. srd.Wg/tk.ts. P–R. prp.Wg. S–Z. cls.trg.Hd/ft/4lat.apd. AA–AE. cls.trg.Hd/lng.ft/2lat.apd. AF–AH. cls.trg.Hd/shr.ft/2lat.apd. AI–AK. cls.trg.Hd/brd.trg.cvt/2lat.apd. AL–AO. op.trg.Hd/lng.ft/2lat.apd. AP–AS. op.tg.Hd/shr.ft/2lat.apd. AT–AW. cph.Hd. AX–BB. flt.psd-hxg.Hd/2lat.apd. BC–BG. elg.psd-hxg.Hd/2lat.apd. BH–BN. irg.Hd.

Fig. 3P–Q ; Fig. 6AD, AL, AN–AO ; Fig. 8AZ ; Fig. 9AI, AN–AO1, AP, AU ; Fig. 12W ; Fig. 13BC, BQ ; Fig. 16F, S, W, Z, AD, AH–AI, BC, BF ; Fig. 17G–H

Section type : Fig. 16AX

Description : Elles présentent une pointe axiale courte et deux branches, larges ou allongées, formant un angle souvent inférieur à 90°.

Biaxe à branches aiguës et à base pointue (2Ax.br.aig/bs.pnt)/Biaxis with acute branches and pointed basis (2Ax.act.br/ptd.bs)

Fig. 3R–U ; Fig. 5AC, AV, BO ; Fig. 6AA, AE, AH, AS ; Fig. 7AD ; Fig. 9AF2, AH2 ; AM ; Fig. 10AU ; Fig. 17BT–BU.

Section type : Fig. 5AO

Description : Elles ont deux branches, le plus souvent minces et aiguës, formant un angle inférieur ou supérieur à 90°et une base pointue.

Biaxe arqué (2Ax.arq)/Bowed biaxis (bw.2Ax)
Fig. 3V–W ; Fig. 5Y, Z1–Z2 ; Fig. 17CB

Pour citer cet article : Benzaggagh, M., et al., Description et biozonation des sections de crinoïdes saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) du domaine téthysien occidental. Annales de Paléontologie (2015), http://dx.doi.org/10.1016/j.annpal.2015.02.002

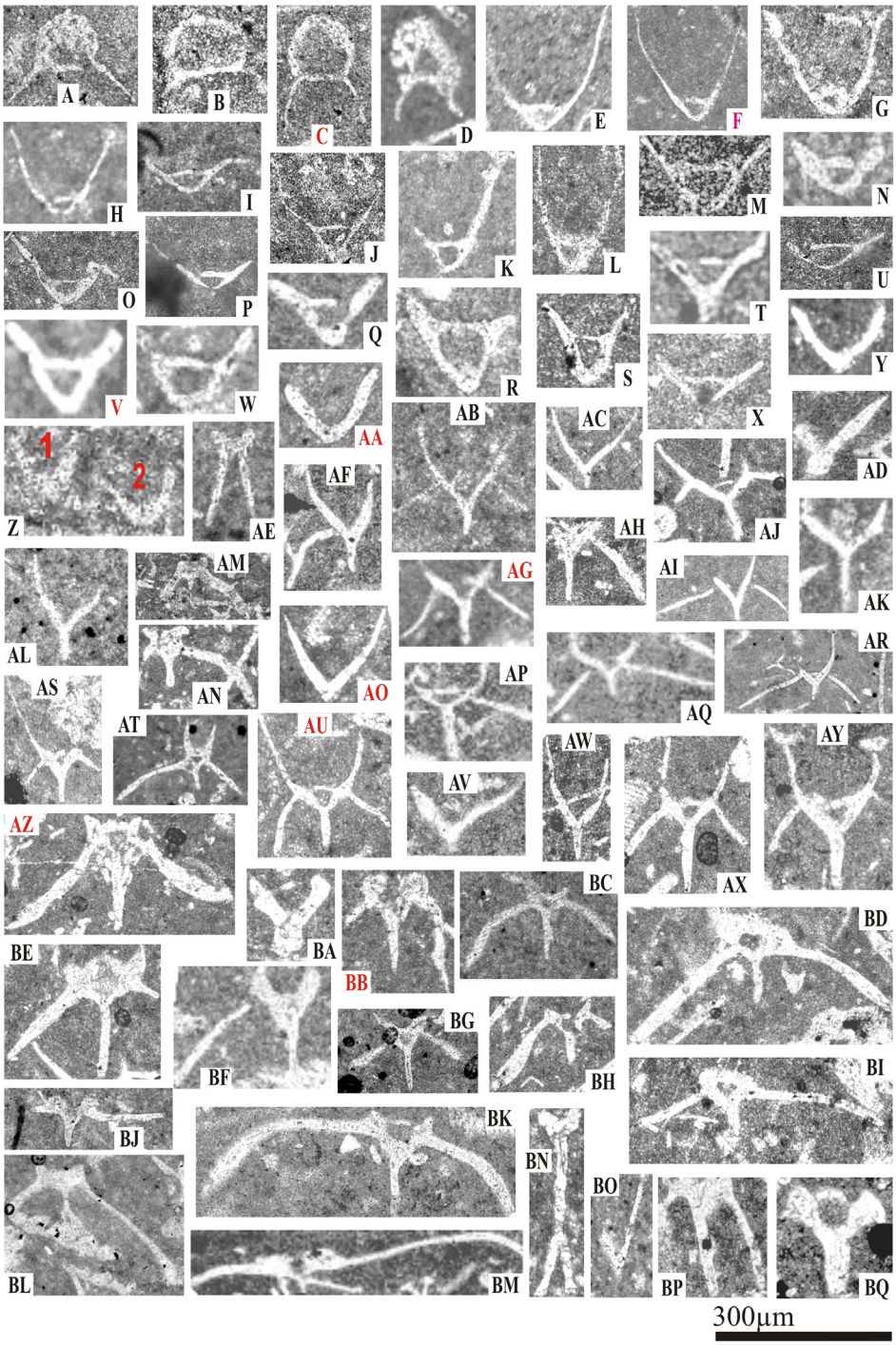

Fig. 5. Principales sections des pièces squelettiques de saccocomidés de l'Oxfordien supérieur-Kimméridgien supérieur. A–D. Tt.cph ; A, C (coupe MB ; C, section type, zone à Platynota) ; B (cp. DASL, Oxfordien sup.) ; D (cp. KSD, z. à Divisum). E–H, J–L. 2Ax.alg/br.mn/cvt.trg ; E–F, H, K–L (cp. KSD ; E–F, H, K, z. à Divisum ; F, sect. tp., z. à Acanthicum ; L, z. à Hybonotum) ; G (cp. LA, z. à Beckeri) ; J (cp. ZRS, z. à Beckeri). I, M–X. 2Ax.lrg/cvt.trg ; I, M–O, U, W–X (cp. BK, z. à Divisum) ; N (cp. ZRS, z. à Beckeri) ; P (cp. MB, z. à Platynota) ; Q, T, V (cp. SA ; V, sect. tp., Kimméridgien inf.) ; R–S (cp. DASL ; R, Kimméridgien sup. ; z. à Beckeri). Y–AA. 2Ax.arq ; Y, Z1, Z2 (cp. ZRS, z. à Beckeri) ; AA (cp. SA, sect. tp., Kimméridgien inf.). AB, AF, AI. 3Ax.br.aig/2apd.lat (cp. TB, z. à Divisum). AC, AO, AV, BO. 2Ax.br.aig/bs.pnt (cp. TB ; AO, sect. tp, z. à Divisum). AD. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.ard (cp. TB, z. à Divisum). AE. Dn.ml.cnc (cp. TB, z. à Divisum). AG, AJ, AP–AR. 3Ax.br.aig/cvt.trg/2apd.lat (cp. TB ; AG, sect. tp., z. à Divisum). AH, AM–AN, AZ, BC–BE, BG–BI, BL, BP. Tt.trg.frm/pd.lng/2apd.lat (cp. TB ; AZ, sect. tp., z. à Divisum). AK–AL, AW. 3Ax.br.aig (cp. TB, z. à Divisum). AS–AT, AU, AX–AY. Tt.trg.frm/pd/4apd.lat (cp. TB ; AU, sect. tp., z. à Divisum). BA. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.psd-rtg (cp. TB, z. à Divisum). BB, BF, BK. BQ. Tt.trg.ov/pd.lng/2apd.lat (cp. TB ; BB, sect. tp., z. à Divisum). BJ, BM. Tt.trg.ov/pd.crt/2apd.lat (cp. TB, z. à Divisum). BN. Dn.alg (cp. TB, z. à Divisum).

Main sections of the Saccocomid skeletal elements from the Upper Oxfordian-Upper Kimmeridgian. A–D. cph.Hd; A, C (MB section; C, typical cut, Platynota zone); B (DASL Sec., Upper Oxfordian); D (KSD sec., Divisum z.). E–H, J–L. elg.2Ax/tn.br/trg.cvt; E–F, H, K–L (KSD sec.; E–F, H, K, Divisum z.; F, tp. cut, Acanthicum z.; L, Hybonotum z.); G (LA sec., Beckeri z.); J (ZRS sec., Beckeri z.). I, M–X. brd.2Ax/trg.cvt; I, M–O, U, W–X (BK sec., Divisum z.); N (ZRS sec., Beckeri z.); P (MB sec., Platynota z.); Q, T, V (SA sec.; V, tp. cut, Lower Kimmeridgian); R–S (DASL sec.; R, Upper Kimmeridgian; Beckeri z.). Y–AA. bw.2Ax; Y, Z1, Z2 (ZRS sec., Beckeri Z.); AA (SA sec., tp. cut. Lower Kimmeridgian). AB, AF, AI. 3Ax.act.br/2lat.apd (TB sec., Divisum z.). AC, AO, AV, BO. 2Ax.act.br/ptd.bs (TB sec.; AO, tp. cut, Divisum z.). AD. 2Ax.brd.br/rd.ax.tp (TB sec., Divisum z.). AE. Cnc.ml.Tt (TB sec., Divisum z.). AG, AJ, AP–AR.3Ax.act.br/trg.cvt/2lat.apd (TB sec.; AG, tp. cut, Divisum z.). AH, AM–AN, AZ, BC–BE, BG–BI, BL, BP. cls.trg.Hd/lng.ft/2lat.apd (TB sec.; AZ, tp. cut, Divisum z.). AK–AL, AW. 3Ax.act.br (TB sec., Divisum z.). AS–AT, AU, AX–AY. cls.trg.Hd/ft/4lat.apd (TB sec.; AU, tp. cut, Divisum z.). BA. 2Ax.brd.br/psd-rtg.ax.tp (TB sec., Divisum z.). BB, BF, BK. BQ. op.trg.Hd/lng.ft//2lat.apd (TB sec.; BB, tp. cut, Divisum Z.). BJ, BM. op.tg.Hd/shr.ft/2lat.apd (TB sec., Divisum z.). BN. elg.Tt (TB sec. Divisum z.).

Pour citer cet article : Benzaggagh, M., et al., Description et biozonation des sections de crinoïdes saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) du domaine téthysien occidental. Annales de Paléontologie (2015), http://dx.doi.org/10.1016/j.annpal.2015.02.002

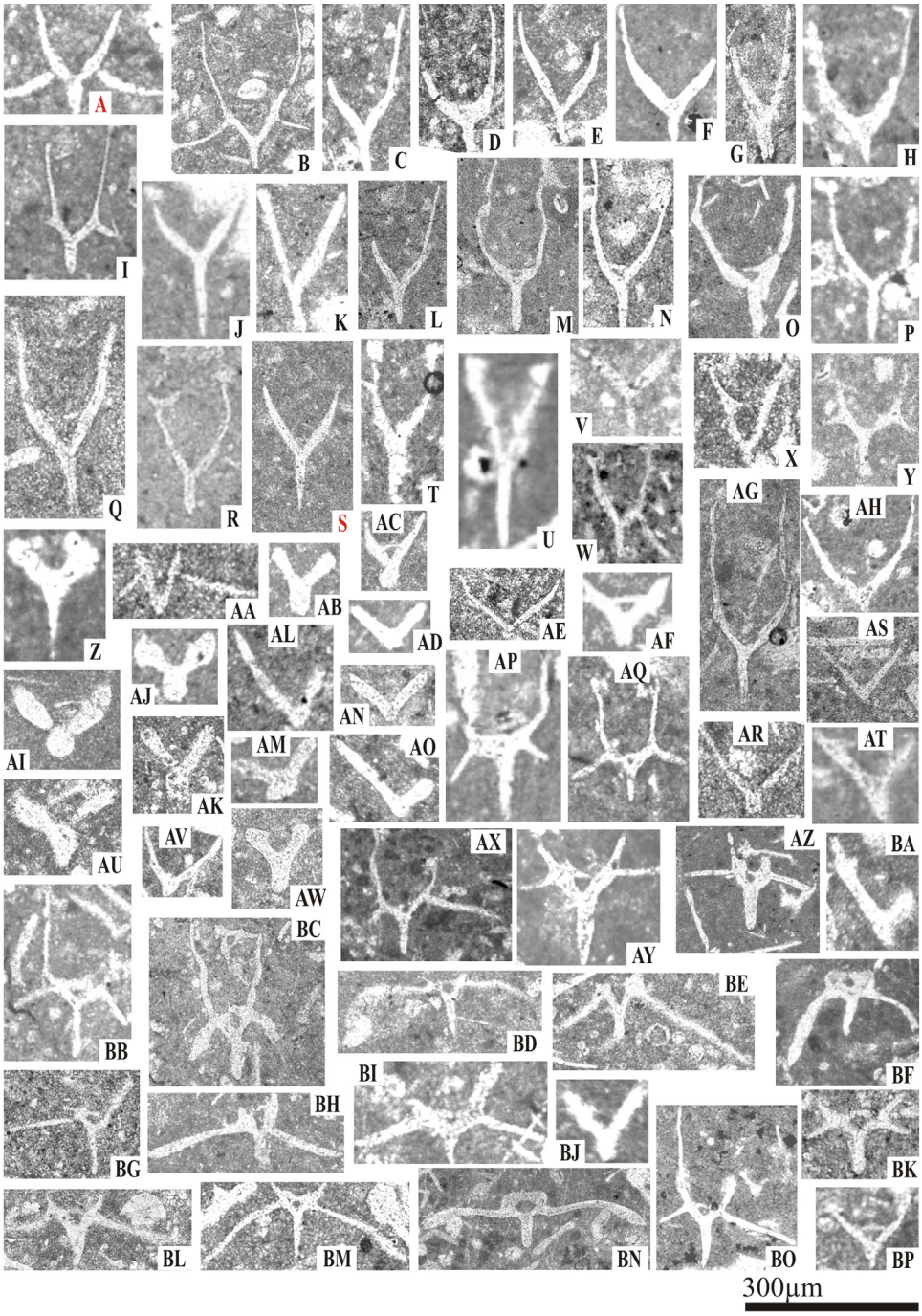

Fig. 6. Principales sections des pièces squelettiques de saccocomidés de la zone à Hybonotum. A, B, I, W, Y. 3Ax.br.aig/2apd.lat; A (cp. BJE, sect. tp.); B, Y (cp. ASS); I (cp. KJ); W (cp. LR). C–H, J–L, P, R, S–V, AG. 3Ax.br.aig; C, L, P (cp. BJE); D, J, K (cp. KB); E, G (cp. ZRS); F, H, T, U (cp. SM); R, V (cp. DASL); S, AG (cp. MB; S, sect. tp.). M–O, Q, BG. 3Ax.br.aig/cvt.trg/2apd.lat; M (cp. BJE); N–O (cp. KB); Q (cp. SA), BG (cp. ZRS). X, AC, AF, BP. 2Ax.br.lrg/cvt.trg/pnt.ax; X, BP (cp. ZRS); AC, AF (cp. KB). Z, BE, BH. Tt.trg.ov/pd.lng/2apd.lat; Z (cp. SM); BE (cp. ZRS); BH (cp. BJE). AA, AE, AH, AS. 2Ax.br.aig/bs.pnt; AA, AH, AS (cp. BJE); AE (cp. ZRS). AB, AK, AR, AT, AV–AW, BA, BJ. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.alg; AB (cp. DASL); AK, AW (cp. ASS). AR, AT, BA (cp. BJE); AV (cp. KB); BJ (cp. SM). AD, AL, AN–AO. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.crt; AD, AL (cp. SM); AN (cp. ZRS); AO (cp. BJE). AI–AJ. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.ard; AI (cp. ZRS); AJ (cp. SM). AM, AU. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.psd-rtg; AM (cp. BJE); AU (cp. ZRS). AP–AQ, AX–AZ, BB–BD, BI, BK–BL, BM, BO. Tt.trg.frm/pd/4apd.lat; AP (cp. SM); AQ, BO (cp. KR); AX (cp. LA); AY (cp. LR); AZ, BI, BM (cp. BJE); BD (cp. DASL); BB–BC, BK (cp. ZRS); BL (cp. ASS). BF, BN. Tt.trg.frm/pd.lng/2apd.lat (cp. BJE).

Main sections of the Saccocomid skeletal elements from the Hybonotum zone. A, B, I, W, Y. 3Ax.act.br/2lat.apd; A (BJE sec., tp. cut); B, Y (ASS sec.); I (KJ sec.); W (LR sec.). C–H, J–L, P, R, S–V, AG. 3Ax.act.br; C, L, P (BJE sec.); D, J, K (KB sec.); E, G (ZRS sec.); F, H, T, U (SM sec.); R, V (DASL sec.); S, AG (MB sec.; S, tp. cut). M–O, Q, BG. 3Ax.act.br/trg.cvt/2lat.apd; M (BJE sec.); N–O (KB sec.); Q (SA sec.), BG (ZRS sec.). X, AC, AF, BP. 2Ax.brd.br/trg.cvt/ax.tp; X, BP (ZRS sec.); AC, AF (KB sec.). Z, BE, BH. op.trg.Hd/lng.ft//2lat.apd; Z (SM sec.); BE (ZRS sec.); BH (BJE sec.). AA, AE, AH, AS. 2Ax.act.br/ptd.bs; AA, AH, AS (BJE sec.); AE (ZRS sec.). AB, AK, AR, AT, AV–AW, BA, BJ. 2Ax.brd.br/elg.ax.tp; AB (DASL sec.); AK, AW (ASS sec.). AR, AT, BA (BJE sec.); AV (KB sec.); BJ (SM sec.). AD, AL, AN–AO. 2Ax.brd.br/shr.ax.tp; AD, AL (SM sec.); AN (ZRS sec.); AO (BJE sec.). AI–AJ. 2Ax.brd.br/rd.ax.tp; AI (ZRS sec.); AJ (SM sec.). AM, AU. 2Ax.brd.br/psd-rtg.ax.tp; AM (BJE sec.); AU (ZRS sec.). AP–AQ, AX–AZ, BB–BD, BI, BK–BL, BM, BO. cls.trg.Hd/ft/4lat.apd; AP (SM sec.); AQ, BO (KR sec.); AX (LA sec.); AY (LR sec.); AZ, BI, BM (BJE sec.); BD (DASL sec.); BB–BC, BK (ZRS sec.); BL (ASS sec.). BF, BN. cls.trg.Hd/lng.ft/2lat.apd (BJE sec.).

Pour citer cet article : Benzaggagh, M., et al., Description et biozonation des sections de crinoïdes saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) du domaine téthysien occidental. Annales de Paléontologie (2015), http://dx.doi.org/10.1016/j.annpal.2015.02.002

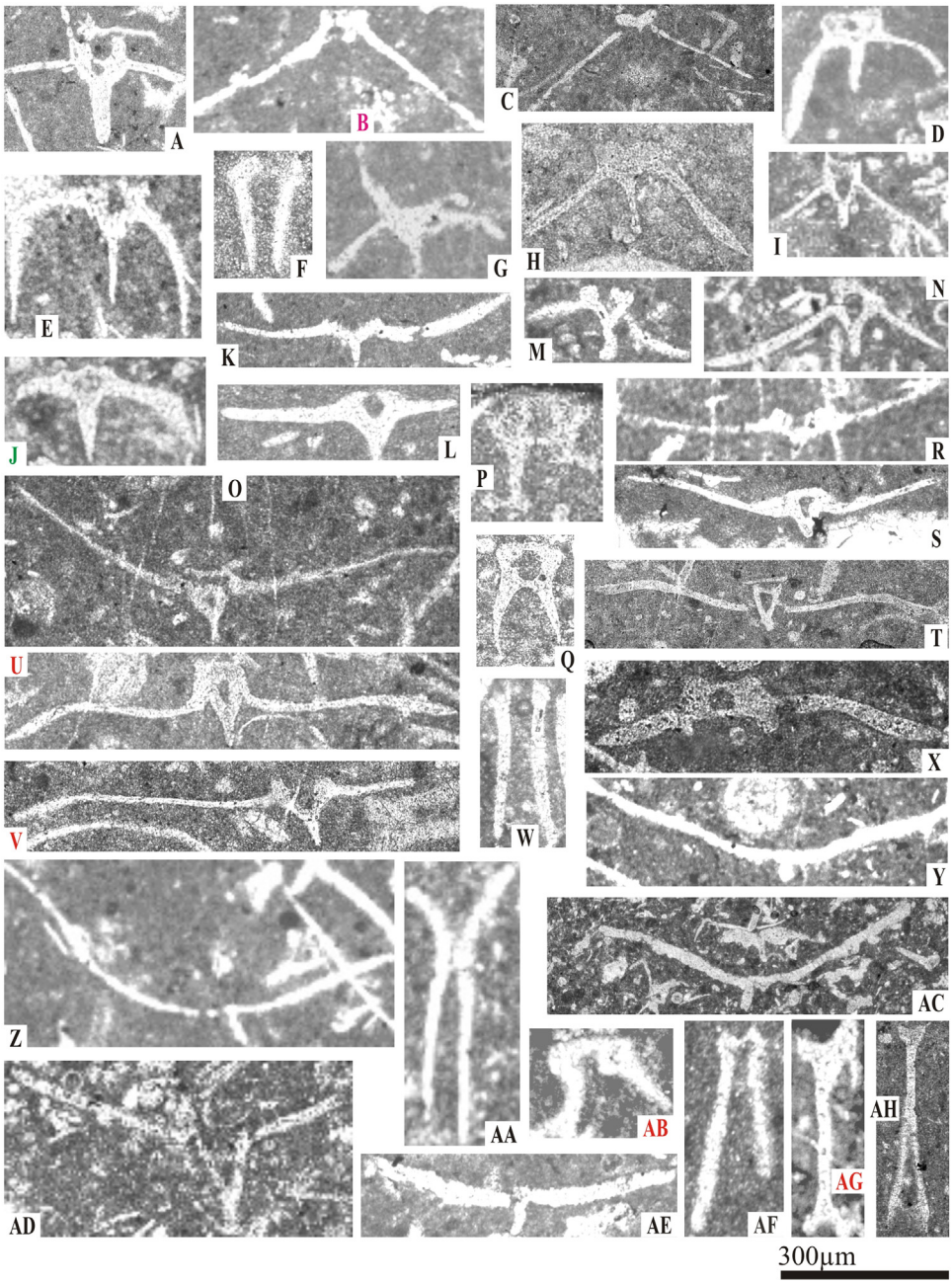

Fig. 7. Principales sections des pièces squelettiques de saccocomidés de la zone à Hybonotum. A, G. Tt.trg.frm/pd/4apd.lat ; A (cp. KB) ; G (cp. SM). B, C. Tt.trg.frm/pd.crt/2apd.lat ; B (cp. SM, sect. tp) ; C (cp. BJE). D, H, J. Tt.trg.frm/pd.lng/2apd.lat ; D (cp. LR) ; H (cp. SM) ; J (cp. ZRS). E, M. Tt.trg.ov/pd.lng/2apd.lat ; E (cp. BJE) ; M (cp. ZRS). F, W, AA. 2Br.prl/ext.smpl ; F (cp. DASL) ; W (cp. ZRS) ; AA (cp. SM). K, L, R, V. Tt.trg.ov/pd.crt/2apd.lat ; K, R, V (cp. SM ; V, sect. tp.) ; L (cp. KB). I, N–O, S–U. Tt.trg.frm/pd.crt/2apd.lat ; I (cp. ZRS) ; N (cp. ASS) ; O, T–U (cp. BJE, U, sect. tp.) ; S (cp. KB). P. Dn.ml.lrg/crn.lrg.plt (cp. ZRS). Q. Dn.ml.cvx/crn.mn/cvt.int (cp. ASS). X. Tt.psd-hxg.apl/2apd.lat (cp. BJE). Y. Ail.mn/pnt.ax.ovl (cp. SM). Z, AC, AE. Ail.mn/pnt.ax.crt ; Z, AE (cp. SM) ; AC (cp. BJE). AB. Dn.ml.lrg/crn.mn.plt (cp. BJE). AD. 2Ax.br.aig/bs.pnt (cp. ZRS). AF. Dn.ml.alg/crn.mn.plt (cp. BJE). AG. Br.alg. (cp. LR ; sect. tp.). AH. Dn.alg (cp. BJE).
Main sections of the Saccocomid skeletal elements from the Hybonotum zone. A, G. cls.trg.Hd/ft/4lat.apd; A (KB sec.); G (SM sec.). B, C. cls.trg.Hd/shr.ft/2lat.apd; B (SM sec., tp. cut); C (BJE sec.). D, H, J. cls.trg.Hd/lng.ft/2lat.apd; D (LR sec.); H (SM sec.); J (ZRS sec.). E, M. op.trg.Hd/lng.ft/2lat.apd; E (BJE sec.); M (ZRS sec.). F, W, AA. 2prl.Br/smpl.tp; F (DASL sec.); W (ZRS sec.); AA (SM sec.). K, L, R, V. op.tg.Hd/shr.ft/2lat.apd; K, R, V (SM sec.; V, tp. cut); L (KB sec.). I, N–O, S–U. cls.trg.Hd/shr.ft/2lat.apd; I (ZRS sec.); N (ASS sec.); O, T–U (BJE sec., U, tp. cut); S (KB sec.). P. brd.ml.Tt/brd.flt.crw (ZRS sec.). Q. Cvx.ml.Tt/tn.crw/int.cvt (ASS sec.). X. flt.psd—hxg.Hd/2lat.apd (BJE sec.). Y. tn.Wg/ovl.ax.tp (SM sec.). Z, AC, AE. tn.Wg/shr.ax.tp; Z, AE (SM sec.); AC (BJE sec.). AB. brd.ml.Tt/tn.flt.crw (BJE sec.). AD. 2Ax.act.br/ptd.bs (ZRS sec.). AF. elg.ml.Tt/tn.flt.crw (BJE sec.). AG. elg.Br. (LR sec. tp. cut). AH. elg.Tt (BJE sec.).

Section type : Fig. 5AA

Description : Elles ont la forme d'un arc, avec un angle d'ouverture souvent large, supérieur à 90°, sans pointe axiale. Les deux branches sont larges, allongées et non pointues.

Biaxe allongé à branches minces et à cavité triangulaire (2Ax.alg/br.mn/cvt.trg)/Elongated Biaxis with thin branches and triangular cavity (elg.2Ax/tn.br/trg.cvt)

Fig. 3X–Z ; Fig. 5E, G–H, J–L ; Fig. 17CA

Section type : Fig. 5F

Description : Ces sections, souvent plus hautes que larges, montrent deux branches minces et allongées, formant un angle inférieur à 90° ; elles sont sans pointe axiale et possèdent une cavité triangulaire, souvent fermée, située au-dessus de la jonction des deux branches.

Biaxe large à cavité triangulaire (2Ax.lrg/cvt.trg)/Broad biaxis with triangular cavity (brd.2Ax/trg.cvt)

Pour citer cet article : Benzaggagh, M., et al., Description et biozonation des sections de crinoïdes saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) du domaine téthysien occidental. Annales de Paléontologie (2015), http://dx.doi.org/10.1016/j.annpal.2015.02.002

Fig. 3AA–AB ; Fig. 5I, M–U, W–X ; Fig. 17CC

Section type : Fig. 5V

Description : Ces sections, souvent plus larges que hautes, montrent deux branches larges, formant un angle souvent supérieur à 90° ; elles sont sans pointe axiale et présentent une cavité triangulaire fermée ou ouverte, située au-dessus de la jonction des deux branches.

Biaxe à branches larges, à cavité triangulaire et à pointe axiale (2Ax.br.lrg/cvt.trg/pnt.ax)/Biaxis with broad branches, triangular cavity and axial tip (2Ax.brd.br/trg.cvt/ax.tp)

Fig. 3AC–AH ; Fig. 6X, AC, AF, BP ; Fig. 8AG1, AY ; Fig. 10AV ; Fig. 13AO, AQ, AS, BT, BV–BX ; Fig. 15AF–AH, AM, AO, AQ, AT, AV–AW ; Fig. 17AC–AD

Section type : Fig. 15AU

Description : Elles montrent deux branches souvent épaisses, aux extrémités pointues ou non, formant un angle variable et présentant une cavité triangulaire équilatérale ou allongée, fermée ou ouverte et une pointe axiale arrondie, courte ou allongée.

Biaxe en forme de V aigu (2Ax.V.aig)/Biaxis in acute V-shape (2Ax.act.V)

Fig. 3AI–AL ; Fig. 10 BA ; Fig. 13AF–AI, AR, BF, BU ; Fig. 15Y–Z, AB, AD–AE, AH–AI, AL, AP ; Fig. 17AE–AF

Section type : Fig. 15X

Description : Elles présentent deux branches souvent larges, formant un angle aigu en forme de V et montrant une pointe axiale allongée ou pointue. Les deux branches se terminent souvent par un col en forme de demi-croissant, court ou allongé.

Biaxe en forme de U (2Ax.U)/Biaxis in U-shape (2Ax.U)

Fig. 3AM, AO–AQ ; Fig. 17AR–AS

Section type : Fig. 3AN

Description : Ces sections rares, ont une forme en U, avec un fond plat ou arrondi ; elles sont larges ou allongées, mais toujours plus hautes que larges. Les deux branches pouvant se terminer par un col en forme de demi-croissant ou montrant à leurs extrémités deux épines plus ou moins longues.

3.1.2. Sections Triaxes (3Ax)/Triaxial sections (3Ax)

Ce groupe de sections comporte trois branches : une axiale et deux en V, pouvant posséder deux appendices latéraux ; elles sont de forme et de taille variables. On y distingue :

Triaxe à branches aiguës, sans appendices latéraux (3Ax.br.aig)/Triaxis with acute branches, without any lateral appendices (3Ax.act.br)

Fig. 3AR–AU ; Fig. 5AK–AL, AW ; Fig. 6C–H, J–L, P–R, T–V, AG ; Fig. 8BC1 ; Fig. 9AT ; Fig. 10AJ ; Fig. 17BV–BW

Section type : Fig. 6S

Description : Elles montrent trois branches souvent pointues : une axiale et deux en V, rarement en U. Ces dernières peuvent se prolonger par deux épines à extrémités pointues, plus rarement bombées

Triax à branches aiguës et à deux appendices latéraux (3Ax.br.aig/2apd.lat)/Triaxial with acute branchs and two lateral appendices (3Ax.act.br/2lat.apd)

Fig. 3AV–AX ; Fig. 5AB, AF, AI ; Fig. 6B, I, W, Y ; Fig. 17BX

Section type : Fig. 6A

Description : De la même forme que les sections précédentes, elles en diffèrent par la présence de deux appendices latéraux, plus ou moins longs et souvent pointus.

Triaxe à branches aiguës, à cavité triangulaire et à deux appendices latéraux (3Ax.br.aig/cvt.trg/2apd.lat)/Triaxis with acute branches, triangular cavity and two lateral appendices (3Ax.act.br/trg.cvt/2lat.apd)

Fig. 3AY–AZ ; Fig. 5AJ, AP–AR ; Fig. 6M–O, BG ; Fig. 9AD ; Fig. 17BY

Section type : Fig. 5AG

Description : De forme proche de celle des sections précédentes, elles en diffèrent par la présence d'une cavité triangulaire, fermée ou ouverte, située au-dessus du point de bifurcation des deux branches en V.

Triaxe à branches larges (3Ax.br.lrg)/Triaxis with broad branches (3Ax.brd.br)

Fig. 3BA–BK ; Fig. 8P, AV, BD ; Fig. 10AX ; Fig. 13AJ–AL, AN, AP, AT, AV, BB, BD, BE ; Fig. 15AK, AN, AR–AS ; Fig. 16V, AE–AG, AQ, BE ; Fig. 17AG–AK

Section type : Fig. 13AX

Description : De forme et de taille variables, elles montrent trois branches souvent larges et non pointues. L'angle d'ouverture est variable : large ou étroit. Les deux branches en V sont de taille égale ou inégale, montrant des terminaisons de forme variable : pointues, bombées ou en demi-croissant.

3.1.3. Sections avec une seule (Br) ou en deux Branches (2Br)/Sections with one (Br) or two (2Br) Branches

Ces sections sont formées d'une branche allongée ou de deux branches symétriques ou non, parallèles et montrant des terminaisons simples, arquées, en demi-croissant, allongées ou pouvant posséder deux appendices de longueur variable. On y distingue :

Branche allongée (Br.alg)/Elongated branch (elg.Br)

Fig. 3BL–BO ; Fig. 9X ; Fig. 15T, U, W ; Fig. 17W

Section type : Fig. 7AG

Description : Elles sont formées d'une seule branche allongée de taille variable, mince ou épaisse, pouvant présenter une cavité interne allongée. Les extrémités sont de forme variable : bombées ou montrant une cavité concave.

Deux branches en X (2Br.X)/Two X-crossed branches (2Br.X)

Fig. 3BP–BS ; Fig. 15B ; Fig. 17X

Section type : Fig. 9Z

Description : Ces sections, très rares, montrent deux branches associées en forme de X.

Deux branches parallèles aux extrémités simples (2Br.prl/ext.smpl)/Two parallel branches with simple tips (2prl.Br/smpl.tp)

Fig. 3BT–BZ ; Fig. 7F, W, AA ; Fig. 8AB, AF ; Fig. 9O, S, AL, AQ ; Fig. 10AR, AZ, BD ; Fig. 11E, O, R, W, AB, AE–AH ; Fig. 13AM ; Fig. 14Z, AA, AC–AD, AF–AG, AI, AP–AQ ; Fig. 15O, P, Q, V, AJ ; Fig. 17Y–AB

Section type : Fig. 11S

Description : Les deux branches sont symétriques, longues ou courtes. Les extrémités sont de forme variable, simple, bombée, en forme de croissant ou de demi-croissant.

Deux branches parallèles aux deux appendices latéraux (2Br.prl/2apd.lat)/Two parallel branches with two lateral appendices (2prl.Br/2lat.apd)

Fig. 3CA–CB ; Fig. 8Y ; Fig. 9AS ; Fig. 10AG, AI, AK–AL, AP, BB ; Fig. 17S

Section type : Fig. 11AJ

Description : Elles sont formées de deux branches parallèles, étroites et symétriques, plus hautes que larges, et elles

Pour citer cet article : Benzaggagh, M., et al., Description et biozonation des sections de crinoïdes saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) du domaine téthysien occidental. Annales de Paléontologie (2015), http://dx.doi.org/10.1016/j.annpal.2015.02.002

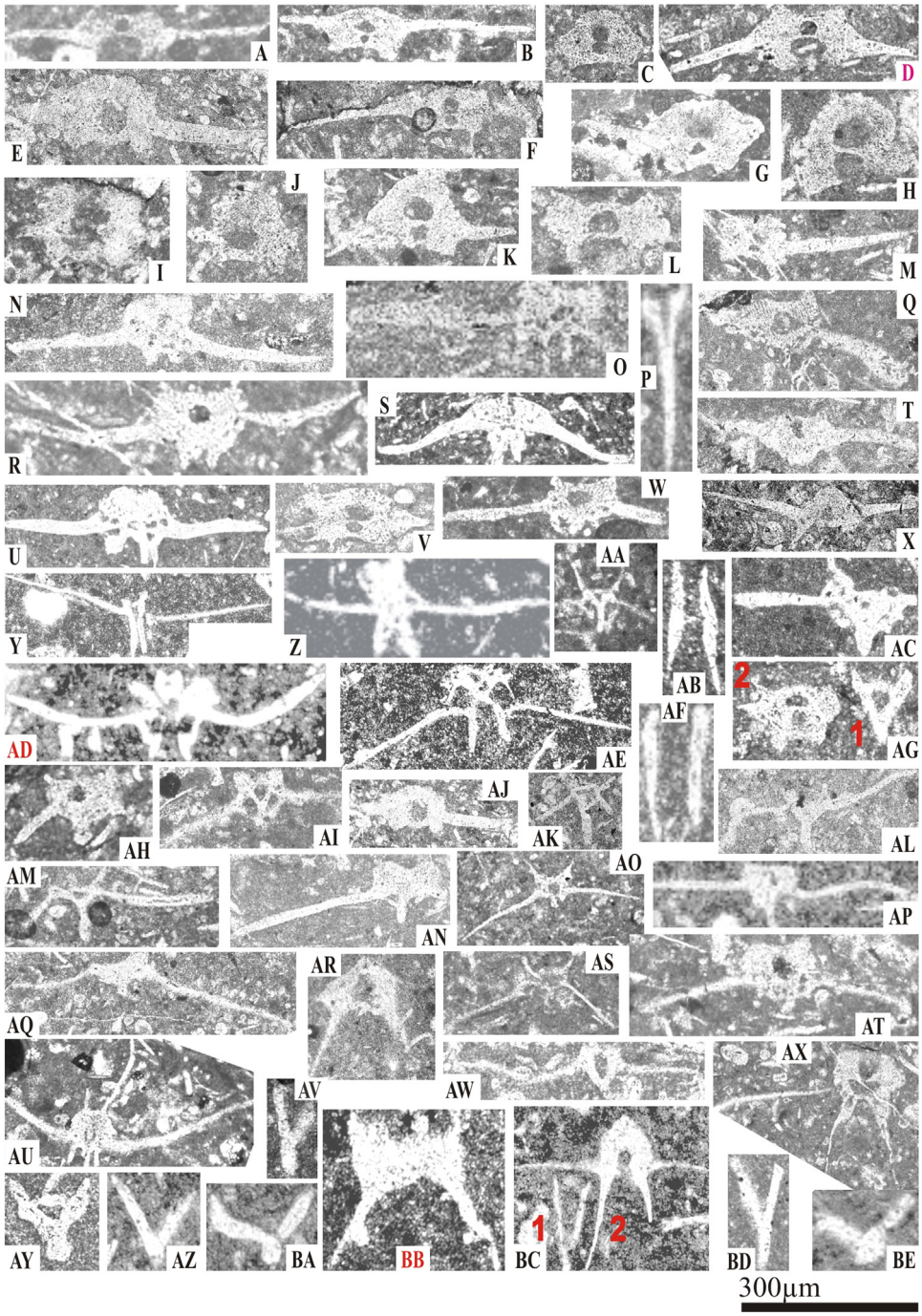

Fig. 8. Principales sections des pièces squelettiques de saccocomidés des zones à Darwini-Semiforme. A–O, Q, T, V–W, AG2, AH, AJ. Tt.psd-hxg.apl/2apd.lat ; A (cp. LR) ; B (cp. LA) ; C–G, I–J, M–O, Q, T, V, AJ, AG2 (cp. ASS ; D, sect. tp.) ; H, K, L (cp. DASL) ; AH (cp. MB). P, AV, BD. 3Ax.br.lrg ; P (cp. MB) ; AV (cp. ASS) ; BD (cp. SM). R, S, U, X, Z, AD–AE, AU. Tt.irg ; S (cp. BJE), X (cp. ASS) ; Z, AD–AE (cp. MB) ; AD, sect. tp.) ; AU (cp. ZRS). Y. 2Br.prl/2apd.lat (cp. MB). AA, AK–AL, AM, AO, AS. Tt.trg.frm/pd/4apd.lat (cp. ZRS). AB, AF. 2Br.prl/ext.smpl (cp. MB). AC, AH, AI, AN, AP, AQ, AT. Tt.trg.frm/pd.crt/2apd.lat ; AC (cp. BJE) ; AH, AP (cp. MB) ; AI, AN, AQ, AT (cp. ZRS). AG1, AY. 2Ax.br.lrg/cvt.trg/pnt.ax ; AG1 (cp. ASS) ; AY (cp. DASL). AR, BC2. Dn.ml.cvx/crn.lrg ; AR (cp. DASL), BC2 (cp. MB). AW. Tt.trg.ov/pd.crt/2apd.lat (cp. ZRS). AX. Tt.psd-hxg.alg/2apd.lat (cp. ZRS). AZ. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.crt (cp. MB). BA. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.ard (cp. MB). BB. Dn.ml.lrg/crn.lrg.plt (cp. MB, sect. tp.). BC1. 3Ax.br.aig (cp. MB). BE. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.psd-rtg (cp. MB).
Main sections of the Saccocomid skeletal elements from the Darwini-Semiforme zones. A–O, Q, T, V–W, AG2, AH, AJ. flt.psd-hxg.Hd/2lat.apd; A (LR sec.); B (LA sec.); C–G, I–J, M–O, Q–R, T, V, AJ, AG2 (ASS sec.; D, tp. cut); H, K, L (DASL sec.); AH (MB sec.). P, AV, BD. 3Ax.brd.br; P (MB sec.); AV (ASS sec.); BD (SM sec.). R, S, U, X, Z, AD–AE, AU. irg.Hd; S (BJE sec.), X (Ass cut.), Z, AD–AE (MB sec.); AD, tp cut.); AU (ZRS sec.). Y. 2prl.Br/2lat.apd (MB sec.). AA, AK–AL, AM, AO, AS. cls.trg.Hd/ft/4lat.apd (ZRS sec.). AB, AF. 2prl.Br/smpl.tp (MB sec.). AC, AH, AI, AN, AP, AQ, AT. cls.trg.Hd/shr.ft/2lat.apd; AC (BJE sec.); AH, AP (MB sec.); AI, AN, AQ, AT (ZRS sec.). AG1, AY. 2Ax.brd.br/trg.cvt/ax.tp; AG1 (ASS sec.); AY (DASL sec.). AR, BC2. cvx.ml.Tt/brd.crw; AR (DASL sec.), BC2 (MB sec.). AW. op.tg.Hd/shr.ft/2lat.apd (ZRS sec.). AX. elg.psd-hxg.Hd/2lat.apd (ZRS sec.). AZ. 2Ax.brd.br/shr.ax.tp (MB sec.). BA. 2Ax.brd.br/rd.ax.tp (MB sec.). BB. brd.ml.Tt/brd.flt.crw (MB sec., tp. cut). BC1. 3Ax.act.br (MB sec.). BE. 2Ax.brd.br/psd-rtg.ax.tp (MB sec.).

Pour citer cet article : Benzaggagh, M., et al., Description et biozonation des sections de crinoïdes saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) du domaine téthysien occidental. Annales de Paléontologie (2015), http://dx.doi.org/10.1016/j.annpal.2015.02.002

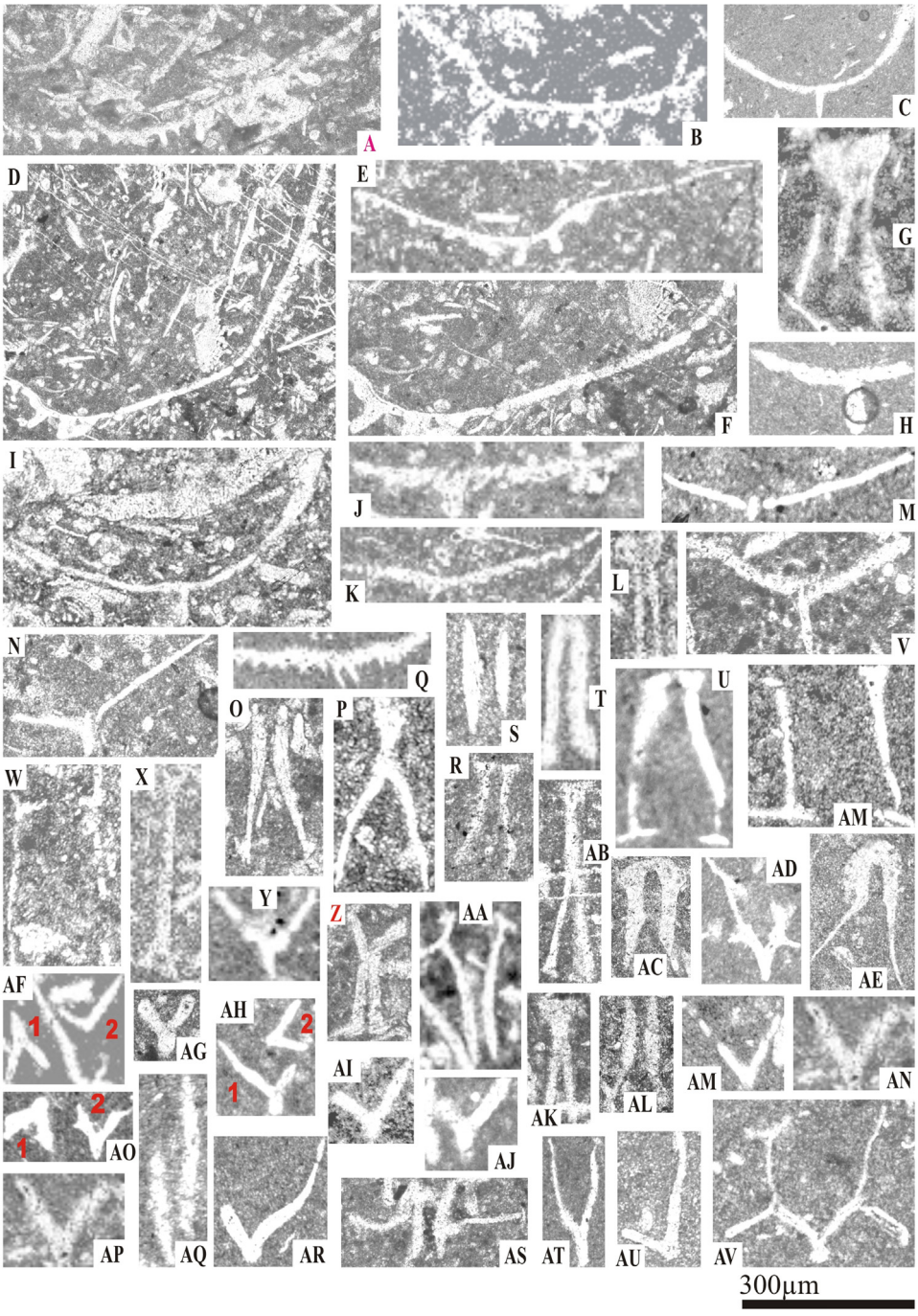

Fig. 9. Principales sections des pièces squelettiques de saccocomidés des zones à Darwini-Semiforme. A–B, D–F, Q. Ail.dnt/ts.éps ; A (cp. DASL ; sect. tp.) ; B, (cp. LA) ; D, E–F (cp. ZRS) ; Q (cp. SM). C, I, K, N. Ail.mn/pnt.ax.crt ; C (cp. SM) ; I, K (cp. LA) ; N (cp. ASS). G. Dn.ml.alg/crn.lrg.plt (cp. MB). H, V. Ail.mn/pnt.ax.alg ; H (cp. SM) ; V (cp. LA). J, M. Ail.mn/pnt.ax.ovl ; J (cp. MB) ; M (cp. SM). L. Dn.ml.cnc (cp. DASL). P, AB, AK. Dn.alg ; P (cp. MB) ; AB, AK (cp. ASS). O, S, AL, AQ. 2Br.prl/ext.smpl ; O, S (cp. DASL) ; AL (cp. ASS) ; AQ (cp. MB). R, T, U. Dn.ml.alg/crn.mn.plt ; R (cp. DASL) ; T (cp. MB) ; U (cp. SM). W, AM. 2Br.prl.mn ; W (cp. MB) ; AM (cp. SM). X. Br.alg (cp. DASL). Y, AF1, AG, AH1, AJ, AO2. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.alg ; Y, AO2 (cp. SM) ; AF1, AH1, AG, AJ (cp. DASL). Z. 2Br.X (cp. DASL, sect. tp.). AA. 2Br.prl/ext.cnc (cp. DASL). AF2, AH2, AM. 2Ax.br.aig/bs.pnt (cp. MB). AC, AE. Dn.ml.cvx/crn.mn/cvt.int ; AC (cp. ASS) ; AE (cp. DASL). AD. 3Ax.br.aig/cvt.trg/2apd.lat (cp. SM). AI, AN, AO1, AP, AU. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.crt ; AI (cp. MB) ; AN, AP, AU (cp. DASL) ; AO1 (cp. SM). AR, AV. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.ard ; AR (cp. SM) ; AV (cp. ASS). AS. 2Br.prl/2apd.lat (cp. ASS). AT. 3Ax.br.aig (cp. SM).

Main sections of the Saccocomid skeletal elements from Darwini-Semiforme zones. A–B, D–F, Q. srd.Wg/tk.ts; A (DASL sec.; tp. cut); B, (LA sec.); D, E–F (ZRS sec.); Q (SM sec.). C, I, K, N. tn.Wg/shr.ax.tp; C (SM sec.); I, K (LA sec.); N (ASS sec.). G. elg.ml.Tt/brd.flt.crw (MB sec.). H, V. tn.Wg/elg.ax.tp; H (SM sec.); V (LA sec.). J, M. tn.Wg/ovl.ax.tp; J (MB sec.); M (SM sec.). L. cnc.ml.Tt (DASL sec.). P, AB, AK. elg.Tt; P (MB sec.); AB, AK (ASS sec.). O, S, AL, AQ. 2prl.Br/smpl.tp; O, S (DASL sec.); AL (ASS sec.); AQ (MB sec.). R, T, U. elg.ml.Tt/tn.flt.crw; R (DASL sec.); T (MB sec.); U (SM sec.). W, AM. 2tn.prl.Br; W (MB sec.); AM (SM sec.). X. elg.Br (DASL sec.). Y, AF1, AG, AH1, AJ, AO2. 2Ax.brd.br/elg.ax.tp; Y, AO2 (SM sec.); AF1, AH1, AG, AJ (DASL sec.). Z. 2Br.X (DASL sec., tp. cut). AA. 2prl.Br/cnc.tp (DASL sec.). AF2, AH2, AM. 2Ax.act.br/ptd.bs (MB sec.). AC, AE. cvx.ml.Tt/tn.crw/int.cvt; AC (ASS sec.); AE (DASL sec.). AD. 3Ax.act.br/trg.cvt/2lat.apd (SM sec.). AI, AN, AO1, AP, AU. 2Ax.brd.br/shr.ax.tp; AI (MB sec.); AN, AP, AU (DASL sec.); AO1 (SM sec.). AR, AV. 2Ax.brd.br/rd.ax.tp; AR (SM sec.); AV (ASS sec.). AS. 2prl.Br/2lat.apd (ASS sec.). AT. 3Ax.act.br (SM sec.).

Pour citer cet article : Benzaggagh, M., et al., Description et biozonation des sections de crinoïdes saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) du domaine téthysien occidental. Annales de Paléontologie (2015), http://dx.doi.org/10.1016/j.annpal.2015.02.002

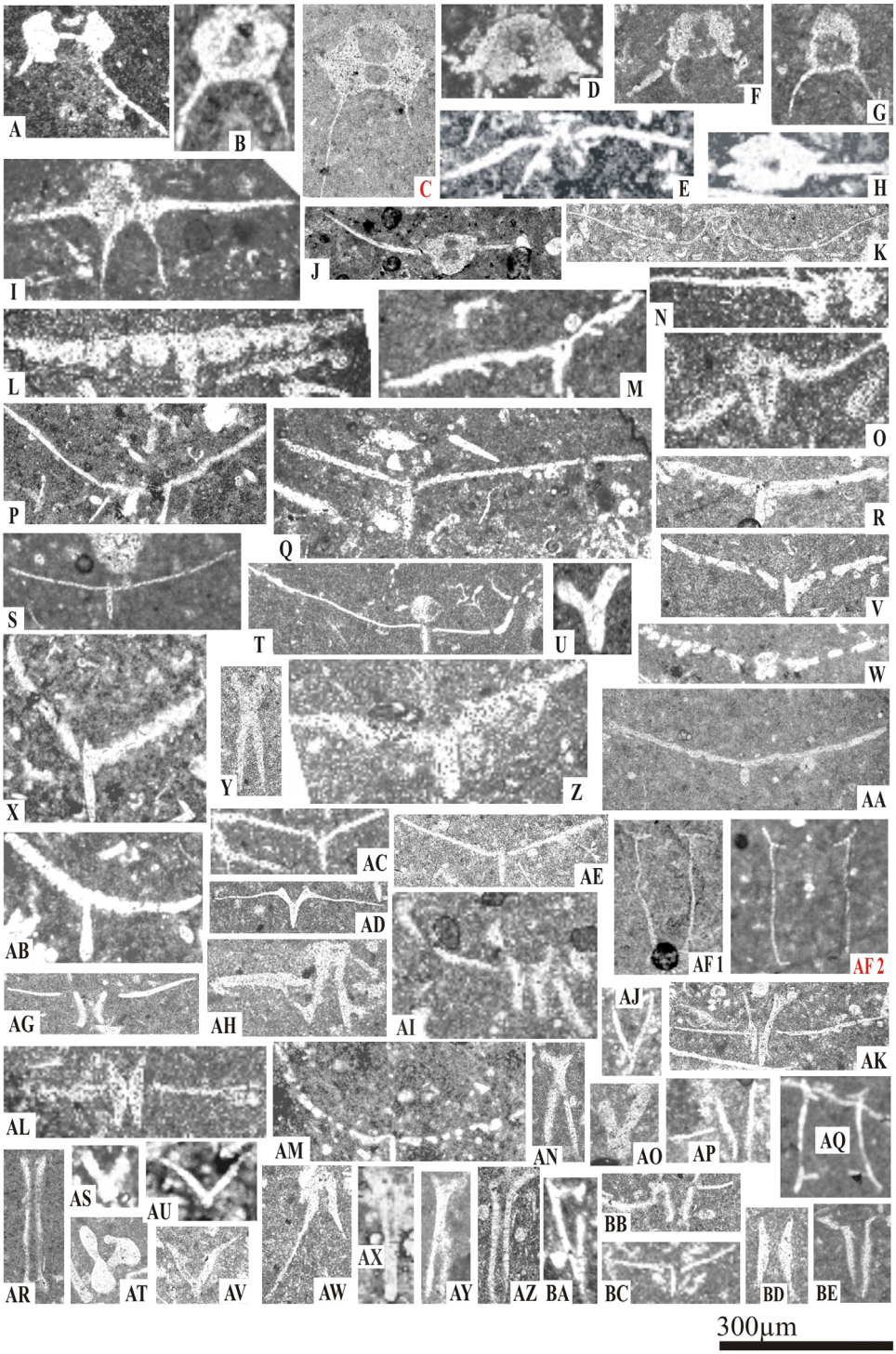

Fig. 10. Principales sections des pièces squelettiques de saccocomidés de la zone à Fallauxi. A–C, I. Tt.psd-hxg.alg/2apd.lat ; A, B (cp. MB) ; C (cp. H ; C, sect. tp.) ; I (cp. ZRS). G, F. Tt.cph. (cp. H). D, H, J, N. Tt.psd-hxg.apl/2apd.lat ; D (cp. F) ; H (cp. MB) ; J (cp. LI2) ; N (cp. ASS). E. Tt.irg ; E (cp. MB). L, M, W. Ail.dnt/ts.éps ; L (cp. ZRS) ; M (cp. ASS) ; W (cp. H). K, O. Tt.trg.frm/cvt.trg.lrg/2apd.lat (cp. ZRS). P, BE. 2Br.prl/ext.alg ; P (cp. MB) ; BE (cp. Y). Q, S, X, AB–AC, AE, BC. Ail.mn/pnt.ax.alg ; Q, S (cp. Y) ; X, AB (cp. MB) ; AC, AE, BC (cp. ZRS). R, T, V, AM. Ail.mn/pnt.ax.crt ; R, V (cp. ASS) ; T, AM (cp. H). U. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.alg (cp. H). Y. Dn.ml.cnc (cp. ZRS). FZ, AA. Ail.mn/pnt.ax.ovl (cp. ZRS). AD. Tt.trg.ov/pd.lng/2apd.lat (cp. ZRS). AF1, AF2, AQ. 2Br.prl.mn ; AF1, AF2 (cp. TB, AF2, sect. tp) ; AQ (cp. H). AG, AI, AK. AL, AP, BB. 2Br.prl/2apd.lat (cp. ZRS). AH. Dn.ml.alg/crn.lrg.plt (cp. ZRS). AJ. 3Ax.br.aig (cp. ZRS). AN, AY. Dn.alg (cp. ZRS). AO, AT. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.ard (cp. ZRS). AR, AZ, BD. 2Br.prl/ext.smpl ; AR (cp. Y) ; AZ, BD (cp. ZRS). AS. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.psd-rtg (cp. F). AU. 2Ax.br.aig/bs.pnt (cp. F). AV. 2Ax.br.lrg/cvt.trg/pnt.ax (cp. ZRS). AW. Dn.ml.cvx/crn.mn/cvt.int (cp. ZRS). AX. 3Ax.br.lrg (cp. AG). BA. 2Ax.V.aig (cp. MB).

Main sections of the Saccocomid skeletal elements from the Fallauxi zone. A–C, I. elg.psd-hxg.Hd/2lat.apd; A, B (MB sec.); C (H sec.; C, tp. cut); I (ZRS sec.). G, F. cph.Hd. (H sec.). D, H, J, N. flt.psd-hxg.Hd/2lat.apd; D (F sec.); H (MB sec.); J (LI2 sec.); N (ASS sec.). E. Irg.Hd; E (MB sec.). L, M, W. srd.Wg/tk.ts; L (ZRS sec.); M (ASS sec.); W (H sec.). K, O. cls.trg.Hd/lrg.trg.cvt/2lat.apd (ZRS sec.). P, BE. 2prl.Br/elg.tp; P (MB sec.); BE (Y sec.). Q, S, X, AB–AC, AE, BC. tn.Wg/elg.ax.tp; Q, S (Y sec.); X, AB (MB sec.); AC, AE, BC (ZRS sec.). R, T, V, AM. tn.Wg/shr.ax.tp; R, V (ASS sec.); T, AM (H sec.). U. 2Ax.brd.br/elg.ax.tp (H sec.). Y. Cnc.ml.Tt (ZRS sec.). FZ, AA. tn.Wg/ovl.ax.tp (ZRS sec.). AD. op.trg.Hd/lng.ft//2lat.apd (ZRS sec.). AF1, AF2, AQ. 2tn.prl.Br; AF1, AF2 (TB sec., AF2, tp. cut); AQ (H sec.). AG, AI, AK. AL, AP, BB. 2prl.Br/2lat.apd (ZRS sec.). AH. elg.ml.Tt/brd.flt.crw (ZRS sec.). AJ. 3Ax.act.br (ZRS sec.). AN, AY. elg.Tt (ZRS sec.). AO, AT. 2Ax.brd.br/rd.ax.tp (ZRS sec.). AR, AZ, BD. 2prl.Br/smpl.tp; AR (Y sec.); AZ, BD (ZRS sec.). AS. 2Ax.brd.br/psd-rtg.ax.tp (F sec.). AU. 2Ax.act.br/ptd.bs (F sec.). AV. 2Ax.brd.br/trg.cvt/ax.tp (ZRS sec.). AW. cvx.ml.Tt/tn.crw/int.cvt (ZRS sec.). AX. 3Ax.brd.br (AG sec.). BA. 2Ax.act.V (MB sec.).

Pour citer cet article : Benzaggagh, M., et al., Description et biozonation des sections de crinoïdes saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) du domaine téthysien occidental. Annales de Paléontologie (2015), http://dx.doi.org/10.1016/j.annpal.2015.02.002

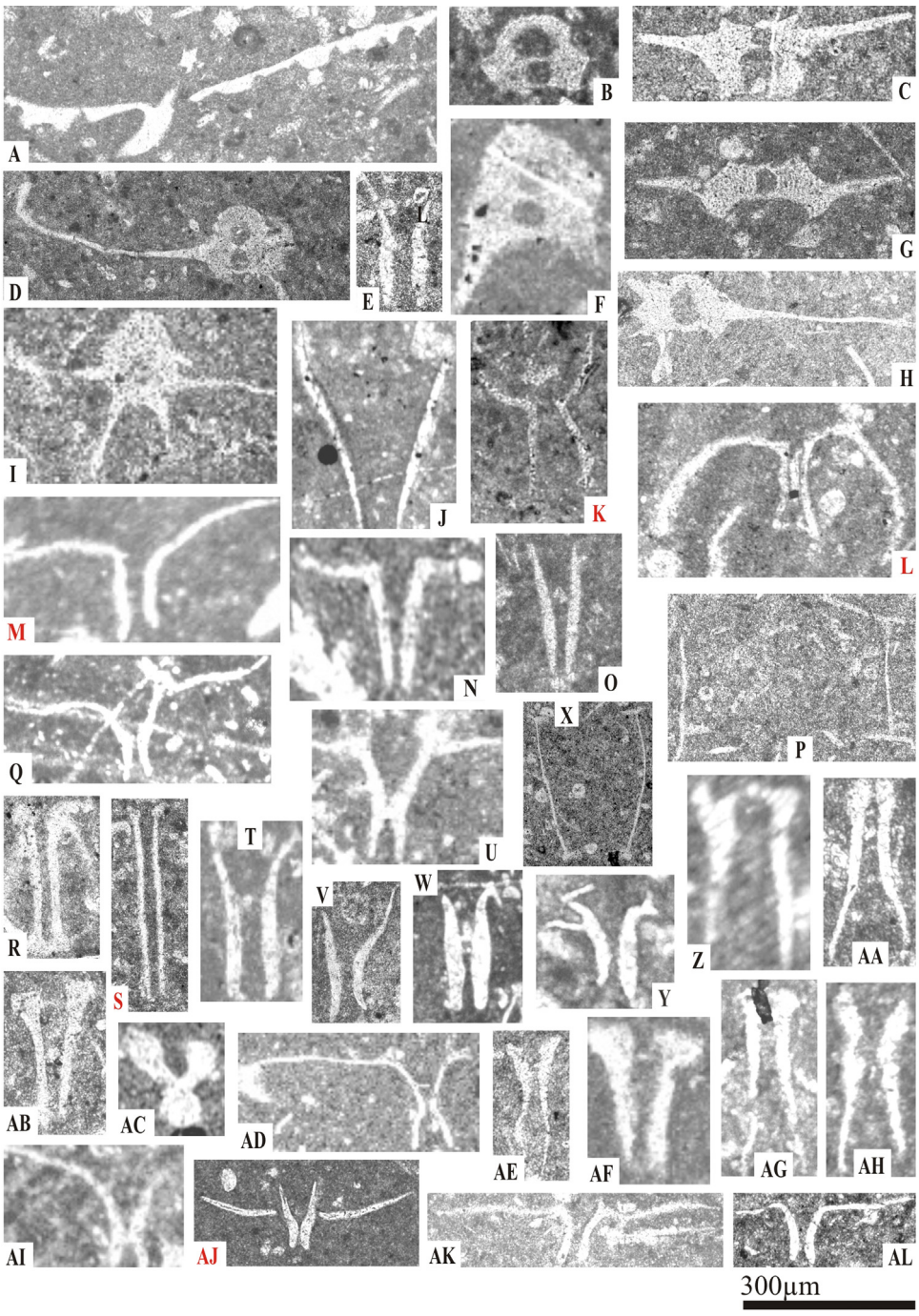

Fig. 11. Principales sections des pièces squelettiques de saccocomidés de la zone à Ponti. A. Ail.dnt/ts.éps (cp. DAS). B–D, G–H. Tt.psd-hxg.apl/2apd.lat ; B (cp. LR) ; C (cp. DASL) ; D, H (cp. ASS) ; G (cp. TB). E, O, R–S, W, AB, AE–AH. 2Br.prl/ext.smpl ; E, R (cp. DASL) ; O (cp. TB) ; S, AF, W (cp. M, S, sect. tp.) ; AB, AE (cp. ZRS) ; AH (cp. V). Z, AA. Dn.ml.alg/crn.mn.plt ; Z (cp. TB) ; AA (cp. Y) ; AG (cp. V). F, I. Tt.psd-hxg.alg/2apd.lat ; F (cp. V) ; I (cp. ASS). J, K, T, V, T. 2Br.prl/ext.cnc ; J (cp. V) ; K (cp. H, sect. tp.) ; T (cp. M) ; V (cp. ASS) ; Y (cp. DASL). M, N, Q, U, AD, AI, AK, AL. 2Br.prl/ext.alg ; M, AL (cp. Y, M, sect. tp.) ; N, Q, U, AI (cp. V) ; AD (cp. TB) ; AK (cp. ZRS). L. 2Br.prl/ext.cvx (cp. V, sect. tp.). P, X. 2Br.prl.mn ; P (cp. ASS) ; X (cp. TB). AJ. 2Br.prl/2apd.lat (cp. BOB, sect.tp.). AC. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.ard (cp. Y).

Main sections of the Saccocomid skeletal elements from the Ponti zone. A. srd.Wg/tk.ts (DAS sec.). B–D, G–H. flt.psd-hxg.Hd/2lat.apd; B (LR sec.); C (DASL sec.); D, H (ASS sec.); G (TB sec.). E, O, R–S, W, AB, AE–AH. 2prl.Br/smpl.tp; E, R (DASL sec.); O (TB sec.); S, AF, W (M sec., S, tp. cut); AB, AE (ZRS sec.); AH (V sec.). Z, AA. elg.ml.Tt/tn.flt.crw; Z (TB sec.); AA (Y sec.); AG (V sec.). F, I. elg.psd-hxg.Hd/2lat.apd; F (V sec.); I (ASS sec.). J, K, T, V, T. 2prl.Br/cnc.tp; J (V sec.); K (H sec., tp. cut); T (M sec.); V (ASS sec.); Y (DASL sec.). M, N, Q, U, AD, AI, AK, AL. 2prl.Br/elg.tp; M, AL (Y sec., M, tp. cut); N, Q, U, AI (V sec.); AD (TB sec.); AK (ZRS sec.). L. 2prl.Br/cvx.tp (V sec., tp. cut). P, X. 2tn.prl.Br; P (ASS sec.); X (TB sec.). AJ. 2prl.Br/2lat.apd (BOB sec., tp. cut). AC. 2Ax.brd.br/rd.ax.tp (Y sec.).

Pour citer cet article : Benzaggagh, M., et al., Description et biozonation des sections de crinoïdes saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) du domaine téthysien occidental. Annales de Paléontologie (2015), http://dx.doi.org/10.1016/j.annpal.2015.02.002

comportent latéralement, sur chaque côté, un appendice rectiligne ou légèrement courbé de longueur variable.

Deux branches parallèles aux extrémités allongées (2Br.prl/ext.alg)/Two parallel branches with elongated tips (2prl.Br/elg.tp)

Fig. 3CC–CG ; Fig. 10P, BE ; Fig. 11N, Q, U, AD, AI, AK–AL ; Fig. 14G, Y, AB, AM ; Fig. 17P–R

Section type : Fig. 11M

Description : Elles sont formées de deux branches symétriques, plus hautes que larges, parallèles ou légèrement divergentes, se terminant sur chacune des deux extrémités par un appendice rectiligne ou, plus ou moins, courbe de longueur variable.

Deux branches parallèles aux extrémités concaves (2Br.prl/ext.cnc)/Two parallel branches with concave tips (2prl.Br/cnc.tp)

Fig. 3CH–CL ; Fig. 9AA ; Fig. 11J, V, T, Y ; Fig. 14AE ; Fig. 17T–V

Section type : Fig. 11K

Description : De même forme que les sections précédentes, chacune des deux branches se termine d'un côté par un appendice courbe et concave.

Deux branches parallèles aux extrémités convexes (2Br.prl/ext.cvx)/Two parallel branches with convex tips (2prl.Br/cvx.tp)

Fig. 3CM ; Fig. 14D ; Fig. 17AT

Section type : Fig. 11L

Description : De même forme que les sections précédentes, chacune des deux branches se termine d'un côté par un appendice courbe et convexe.

Deux branches parallèles et minces (2Br.prl.mn)/Two thin parallel branches (2tn.prl.Br)

Fig. 3CN–CO ; Fig. 9W, AM ; Fig. 10AF1, AQ ; Fig. 11P, X ; Fig. 14W, X ; Fig. 17AU–AV

Section type : Fig. 10AF2

Description : Ces sections, souvent de grande taille, sont formées de deux branches parallèles, allongées, minces, espacées ou rapprochées, montrant sur chaque extrémité une pièce allongée, perpendiculaire aux deux branches.

3.1.4. Sections en forme de dent (Dn)/Sections in tooth shape (Tt)

Ce groupe de sections présente une forme proche de celle d'une dent. Elles sont de taille et de forme variables. On y distingue :

Dent allongée (Dn.alg)/Elongated tooth (elg.Tt)

Fig. 3CP–CT ; Fig. 5BN ; Fig. 7AH ; Fig. 9P, AB, AK ; Fig. 10AN, AY ; Fig. 13N, R–U, W, Z–AA, AC, AE ; Fig. 14AL ; Fig. 15E, H, K–L, M–N, R–S, AA ; Fig. 17I

Section type : Fig. 14AK

Description : Elles ont la forme d'une dent allongée, étroite, beaucoup plus haute que large, montrant une pièce massive (couronne) allongée ou courte, plate, légèrement concave ou légèrement convexe et deux appendices (racines) longues ou courtes. La taille de la couronne par rapport à celle des racines est variable.

Dent molaire large à couronne large et plate (Dn.ml.lrg/crn.lrg.plt)/Broad molar tooth with broad and flat crown (brd.ml.Tt/brd.flt.crw)

Fig. 3CU ; Fig. 7P ; Fig. 15AC

Section type : Fig. 8BB

Description : Ces sections ont la forme d'une large dent molaire à couronne large et plate et portant deux racines parallèles, convergentes ou divergentes, pouvant se prolonger par deux appendices latéraux.

Dent molaire allongée à couronne large et plate (Dn.ml.alg/crn.lrg.plt)/Elongated molar tooth with broad and flat crown (elg.ml.Tt/brd.flt.crw)

Fig. 3CV–CX ; Fig. 9G ; Fig. 10AH ; Fig. 13O ; Fig. 15D ; Fig. 17J

Section type : Fig. 13D

Description : Ces sections ont la forme d'une dent molaire allongée à couronne large et plate et portant deux racines parallèles, convergentes ou divergentes, pouvant se prolonger par deux appendices latéraux.

Dent molaire large à couronne mince et plate (Dn.ml.lrg/crn.mn.plt)/Broad molar tooth with thin and flat crown (brd.ml.Tt/tn.flt.crw)

Fig. 3CY–DB ; Fig. 17K

Section type : Fig. 7AB

Description : Elles se distinguent des sections précédentes par une couronne plus mince.

Dent molaire allongée à couronne mince et plate (Dn.ml.alg/crn.mn.plt)/Elongated molar tooth with thin and flat crown (elg.ml.Tt/tn.flt.crw)

Fig. 3DC–DG ; Fig. 7AF ; Fig. 9R, T, U ; Fig. 11Z, AA ; Fig. 13H, M, P, Y, AB ; Fig. 14AJ, AN ; Fig. 15A, G, J ; Fig. 17L

Section type : Fig. 13V

Description : Ces sections ont la même forme que les sections précédentes, mais elles sont beaucoup plus hautes que larges et montrant une couronne plus mince.

Dent molaire convexe à couronne large (Dn.ml.cvx/crn.lrg)/Convex molar tooth with broad crown (cvx.ml.Tt/brd.crw)

Fig. 3DH–DK ; Fig. 8AR, BC2 ; Fig. 13C, F, I, J, K ; Fig. 17M

Section type : Fig. 13B

Description : Elles ont une couronne massive et convexe, souvent sans cavité interne et portant deux racines pouvant posséder deux épines latérales.

Dent molaire convexe à couronne mince et à cavité interne (Dn.ml.cvx/crn.mn/cvt.int)/Convex molar tooth with thin crown and internal cavity (cvx.ml.Tt/tn.crw/int.cvt)

Fig. 3DL–DN ; Fig. 7Q ; Fig. 9AC, AE ; Fig. 10AW ; Fig. 13A, G ; Fig. 15C ; Fig. 17N

Section type : Fig. 15F

Description : Elles ont une couronne convexe, mince ou légèrement massive, montrant une cavité interne et possédant deux racines plus ou moins allongées, parallèles ou divergentes.

Dent molaire concave (Dn.ml.cnc)/Concave molar tooth (cnc.ml.Tt)

Fig. 3DO–DP ; Fig. 5AE ; Fig. 9L ; Fig. 10Y ; Fig. 13L, X, AD ; Fig. 14J, AO ; Fig. 15B, I ; Fig. 17O

Section type : Fig. 13E

Description : Elles ont une couronne montrant une cavité externe concave et portant deux racines plus ou moins allongées.

3.1.5. Sections en forme d'ailes (Ail)/Wing-shaped sections (Wg)

Ces sections sont formées de deux longues branches en forme d'ailes, minces ou légèrement épaisses et montrant une pointe axiale de forme variable : courte, ovale, triangulaire ou plus ou moins allongée. On y distingue :

Pour citer cet article : Benzaggagh, M., et al., Description et biozonation des sections de crinoïdes saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) du domaine téthysien occidental. Annales de Paléontologie (2015), http://dx.doi.org/10.1016/j.annpal.2015.02.002

Ailes minces à pointe axiale courte (Ail.mn/pnt.ax.crt)/Thin wings with short axial tip (tn.Wg/shr.ax.tp)

Fig. 4A–D ; Fig. 7Z, AC, AE ; Fig. 9C, I, K, N ; Fig. 10R, T, V, AM ; Fig. 12H, J, N, O, Q–S, U, X, Z ; Fig. 14H, M ; Fig. 17AM

Section type : Fig. 12G

Description : Ces sections montrent une pointe axiale courte, plus ou moins allongée et deux branches allongées perpendiculairement, plus rarement parallèlement à l'allongement de la pointe axiale.

Ailes minces à pointe axiale allongée (Ail.mn/pnt.ax.alg)/Thin wings with elongated axial tip (tn.Wg/elg.ax.tp)

Fig. 4E–F ; Fig. 9H, V ; Fig. 10Q, S, X, AB–AC, AE, BC ; Fig. 12K–L, P, T, Y, AC ; Fig. 14E, P–Q, U ; Fig. 17AL

Section type : Fig. 12D

Description : De même forme que les sections précédentes, elles possèdent une pointe axiale plus allongée.

Ailes minces à pointe axiale triangulaire (Ail.mn/pnt.ax.trg)/Thin wings with triagular axial tip (tn.Wg/trg.ax.tp)

Fig. 4G–I ; Fig. 12E ; Fig. 14T ; Fig. 17AO–AP

Section type : Fig. 12AA

Description : Elles ont une pointe axiale courte de forme triangulaire.

Ailes minces à pointe axiale ovale (Ail.mn/pnt.ax.ovl)/Thin wings with oval axial tip (tn.Wg/ovl.ax.tp)

Fig. 4J–M ; Fig. 7Y ; Fig. 9J,M ; Fig. 10Z, AA ; Fig. 12C, I, M, V, AB ; Fig. 14I, K, L, R ; Fig. 17AN

Section type : Fig. 14F

Description : Elles ont une pointe axiale de forme ovale, allongée.

Ailes dentées à test épais (Ail.dnt/ts.éps)/Serrated wings with thick test (srd.Wg/tk.ts)

Fig. 4N–O ; Fig. 9B, D–F, J, Q ; Fig. 10L, M, W ; Fig. 11A ; Fig. 14O ; Fig. 17BH–BI

Section type : Fig. 9A

Description : Elles montrent deux ailes plus ou moins larges et allongées, souvent dentées et présentant un épaississement axial, en une ou deux pièces allongées. Ce groupe comporte des sections de taille et de forme variables.

Aile en hélice (Ail.hél) ou en pseudo-hélice (Ail.psd-hél)/Wings in propeller (prp.Wg) or pseudo-propeller (psd-prp.Wg) shape

Fig. 4P–R ; Fig. 12B, F ; Fig. 14A–C ; Fig. 17AQ

Section type : Fig. 12A

Desription : Elles sont formées de trois branches allongées et courbes, en forme d'hélice (Ail.hél.). Certaines sections montrent une branche courte (Ail.psd-hél).

3.1.6. Sections en forme de tête (Tt)/Head-shaped sections (Hd)

Ce groupe de sections montre une pièce axiale triangulaire, hexagonale, quadratique ou rectangulaire en forme de tête ; prolongée ou non par une branche axiale allongée (pied), longue ou courte, et pouvant posséder deux ou quatre appendices latéraux de forme et de taille variables. La pièce axiale (tête) montre souvent une ou deux cavités de forme variable, fermées ou ouvertes. On y distingue :

Tête triangulaire fermée au pied long et à quatre appendices latéraux (Tt.trg.frm/pd/4apd.lat)/Closed triangular head with long foot and four lateral appendices (cls.trg.Hd/ft/4lat.apd)

Fig. 4S–Z ; Fig. 5AS–AT, AX–AY ; Fig. 6AP–AQ, AX–AZ, BB–BD, BI, BK–BL, BM, BO ; Fig. 7A, G ; Fig. 8AA, AK–AM, AO, AS ; Fig. 17BM–BN

Section type : Fig. 5AU

Description : Elles sont formées d'une pièce triangulaire (tête), plus ou moins allongée, possédant un pied et quatre appendices latéraux, souvent longs et pointus, et montrant ou non une cavité interne triangulaire.

Tête triangulaire fermée à pied long et à deux appendices latéraux (Tt.trg.frm/pd.lng/2apd.lat)/Closed triangular head with long foot and two lateral appendices (cls.trg.Hd/lng.ft/2lat.apd)

Fig. 4AA–AE ; Fig. 5AH, AM–AN, BC–BE, BG–BH, BI, BL, BP ; Fig. 6BF, BN ; Fig. 7D, H, J ; Fig. 17BO–BP

Section type : Fig. 5AZ

Description : Elles ont la forme d'une tête triangulaire fermée, montrant ou non une cavité triangulaire et possédant un long pied et deux appendices latéraux, pointus ou non.

Tête triangulaire fermée à pied court ou absent et à deux appendices latéraux (Tt.trg.frm/pd.crt/2apd.lat)/Closed triangular head with short or missing foot and two lateral appendices (cls.trg.Hd/shr.ft/2lat.apd)

Fig. 4AF–AH ; Fig. 7C ; Fig. 8AC, AH, AI, AN, AP, AQ, AT ; Fig. 17BQ

Section type : Fig. 7B

Description : Elles ont la forme d'une tête triangulaire, rectangulaire, à plus ou moins ovale, montrant ou non une cavité interne fermée et possédant un pied, court ou absent, et deux appendices latéraux, souvent longs, larges ou pointus.

Tête triangulaire fermée, à cavité triangulaire large et à deux appendices latéraux (Tt.trg.frm/cvt.trg.lrg/2apd.lat)/Closed triangular head with broad triangular cavity and two lateral appendices (cls.trg.Hd/brd.trg.cvt/2lat.apd)

Fig. 4AI–AK ; Fig. 7I, N, O, S–T ; Fig. 10K, O ; Fig. 17BJ–BL

Section type : Fig. 7U

Description : Ces sections montrent une tête triangulaire à plus ou moins ovale, et possédant une large cavité triangulaire fermée et deux longs appendices latéraux. Le pied est court ou absent.

Tête triangulaire ouverte à pied long et à deux appendices latéraux (Tt.trg.ov/pd.lng/2apd.lat)/Open triangular head with long foot and two lateral appendices (op.trg.Hd/lng.ft//2lat.apd)

Fig. 4AL–AO ; Fig. 5BF, BK, BQ ; Fig. 6Z, BE, BH ; Fig. 7E, M ; Fig. 10AD ; Fig. 16AC, AJ ; Fig. 17BR–BS

Section type : Fig. 5BB

Description : Elles ont la forme d'une tête triangulaire, plus ou moins ovale, montrant une cavité ouverte de forme triangulaire ou ovale, et possédant un long pied et deux appendices, plus ou moins longs, horizontaux ou obliques.

Tête triangulaire ouverte à pied court ou absent et à deux appendices latéraux (Tt.trg.ov/pd.crt/2apd.lat)/Open triangular head with short or missing foot and two lateral appendices (op.tg.Hd/shr.ft/2lat.apd)

Fig. 4AP–AS ; Fig. 5BJ, BM ; Fig. 7K,L, R ; Fig. 8AW ; Fig. 17AX–AY

Section type : Fig. 7V

Description : Elles ont la même forme que les sections précédentes, avec un pied court, ou absent, et deux appendices latéraux, longs ou courts.

Tête céphalon (Tt.cph)/Cephalon head (cph.Hd)

Fig. 4AT–AW ; Fig. 5A–B, D ; Fig. 10 G ; Fig. 17BZ

Pour citer cet article : Benzaggagh, M., et al., Description et biozonation des sections de crinoïdes saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) du domaine téthysien occidental. Annales de Paléontologie (2015), http://dx.doi.org/10.1016/j.annpal.2015.02.002

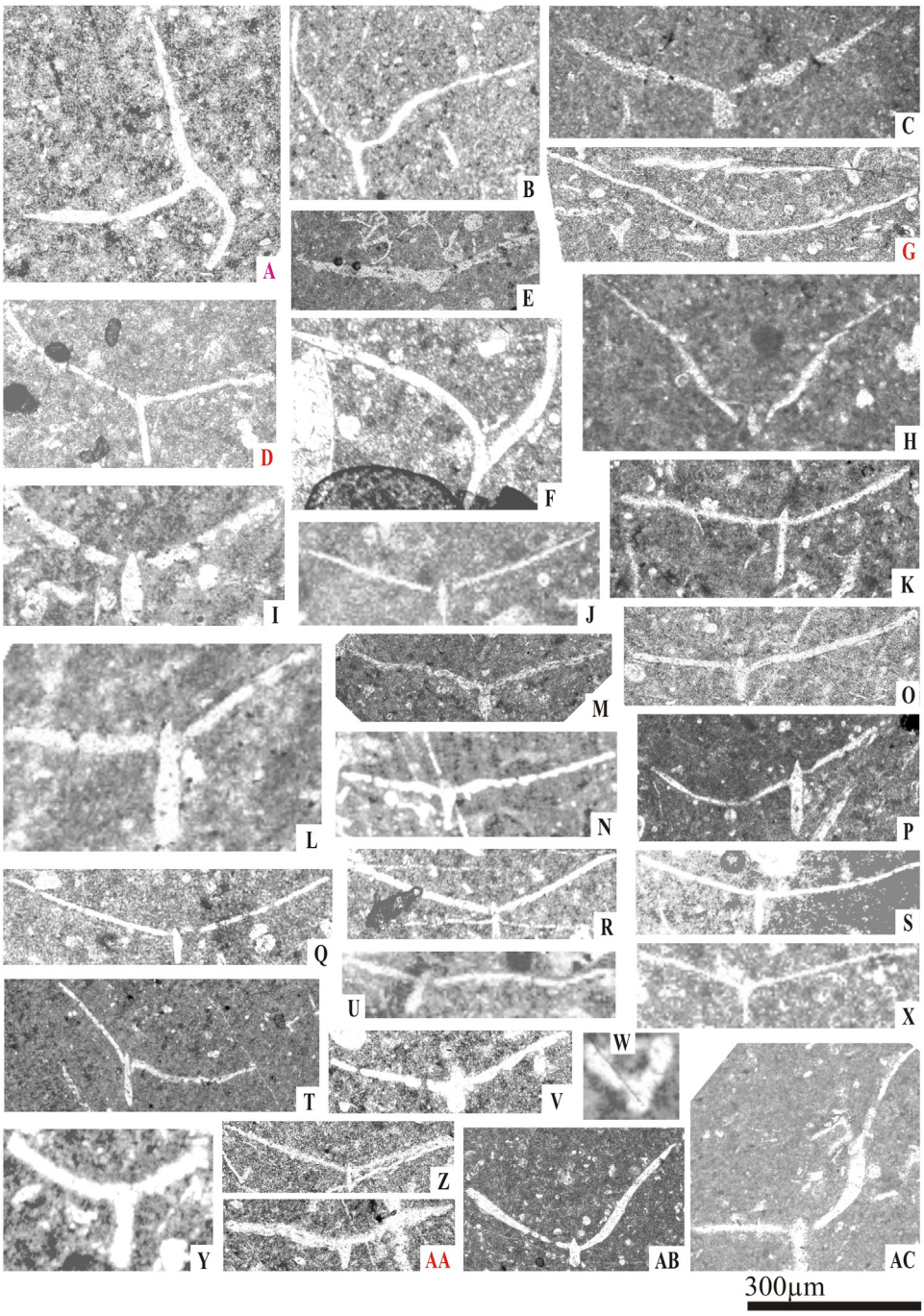

Fig. 12. Principales sections des pièces squelettiques de saccocomidés de la zone à Ponti. A–B. Ail.hél ; A (cp. Y ; sect. tp.) ; B (cp. TB). C, I, M, V, AB. Ail.mn/pnt.ax.ovl ; C (cp. TB) ; I (cp. V) ; M (cp. H) ; V (cp. Y) ; AB (cp. M). F. Ail.psd-hél (cp. Y). G–H, J, N, O, Q–S, U, X, Z. Ail.mn/pnt.ax.crt ; G, Z (cp. ASS ; G, sect. tp.) ; H, S (cp. Y) ; J (cp. DASL) ; O, Q (cp. ZRS) ; R, X (cp. TB) ; N, U (cp. V). D, K–L, P, T, Y, AC. Ail.mn/pnt.ax.alg ; D (cp. TB, sect. tp.) ; K (cp. R) ; L (cp. F) ; P, T (cp. H) ; Y (cp. V) ; AC (cp. ZRS). E, AA. Ail.mn/pnt.ax.trg ; E (cp. H) ; AA (cp. ASS ; sect. tp.). W. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.crt (cp. KB).
Main sections of the Saccocomid skeletal elements from the Ponti zone. A–B. Prp.Wg; A (Y sec.; tp. cut); B (TB sec.). C, I, M, V, AB. tn.Wg/ovl.ax.tp; C (TB sec.); I (V sec.); M (H sec.); V (Y sec.); AB (M sec.). F. psd-prp.Wg (Y sec.). G–H, J, N, O, Q–S, U, X, Z. tn.Wg/shr.ax.tp; G, Z (ASS sec.; G, tp. cut); H, S (Y sec.); J (DASL sec.); O, Q (ZRS sec.); R, X (TB sec.); N, U (V sec.). D, K–L, P, T, Y, AC. tn.Wg/elg.ax.tp; D (TB sec., tp. cut); K (R sec.); L (F sec.); P, T (H sec.); Y (V sec.); AC (ZRS sec.). E, AA. tn.Wg/trg.ax.tp; E (H sec.); AA (ASS sec.; tp. cut). W. 2Ax.brd.br/shr.ax.tp (KB sec.).

Section type : Fig. 5C

Description : Ces sections ont la forme d'un céphalon de trilobite, montrant une cavité interne ovale, souvent large et possédant deux appendices allongés ou légèrement divergents.

Tête pseudo-hexagonale aplatie à deux appendices latéraux (Tt.psd-hxg.apl/2apd.lat)/Flattened pseudo-hexagonal head with two lateral appendices (flt.psd-hxg.Hd/2lat.apd)

Fig. 4AX–BB ; Fig. 7X ; Fig. 8A–C, E–O, Q, T, V–W. AG2, AJ ; Fig. 10D, H, J, N ; Fig. 11B–D, G–H ; Fig. 14S, V ; Fig. 17BB–BD

Section type : Fig. 8D

Description : Elles ont la forme d'une tête pseudo-hexagonale à ovale aplatie, plus large que haute et possédant deux appendices souvent longs et horizontaux ; elles peuvent comporter une ou deux cavités internes séparées ou en communication. Le test a une structure poreuse.

Pour citer cet article : Benzaggagh, M., et al., Description et biozonation des sections de crinoïdes saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) du domaine téthysien occidental. Annales de Paléontologie (2015), http://dx.doi.org/10.1016/j.annpal.2015.02.002

Tête pseudo-hexagonale allongée à deux appendices latéraux (Tt.psd-hxg.alg/2apd.lat)/Elongated pseudo-hexagonal head with two lateral appendices (elg.psd-hxg.Hd/2lat.apd)

Fig. 4BC–BG ; Fig. 8AX ; Fig. 10A, B, F, I ; Fig. 11F, I ; Fig. 13Q ; Fig. 14AH ; Fig. 17AZ–BA

Section type : Fig. 10C

Description : Ces sections ont la forme d'une tête hexagonale à ovale allongée, plus haute que large, montrant une ou deux cavités internes, séparées ou reliées, et deux longs appendices souvent verticaux, plus rarement horizontaux ou obliques. Le test a une structure poreuse.

Tête irrégulière à un ou deux pieds et deux appendices latéraux (Tt.irg)/Irregular heads with one or two foots and two lateral appendices (irg.Hd)

Fig. 4BH–BN ; Fig. 8R, S, U, X, Z, AE, AU ; Fig. 10E ; Fig. 17BE–BG

Section type : Fig. 8AD

Description : Ces sections, très hétérogènes, possèdent une pièce centrale (tête) de forme variable, flanquées de deux appendices latéraux et un ou deux pieds de taille variable.

4. Répartition stratigraphique des sections et définition des biozones

4.1. Répartition stratigraphique

Les sections des pièces squelettiques de saccocomidés sont rares dans les niveaux de l'Oxfordien supérieur et du Kimméridgien inférieur (zones à Platynota-Hypselocyclum) ; peu abondantes entre les zones à Divisum et à Beckeri du Kimméridgien (Fig. 17). C'est le cas général dans les coupes des trois bassins étudiés. Localement dans une seule coupe du Rif externe (coupe TB ; Benzaggagh, 2000), les saccocomidés sont abondants dans la zone à Divisum, probablement en rapport avec des conditions écologiques et paléogéographiques particulières. Le groupe a connu une grande abondance et diversité à partir de la base de la zone à Hybonotum et pendant le Tithonien (Dromart et Atrops, 1988 ; Benzaggagh, 2000), en particulier au Tithonien inférieur (Fig. 17). Époque marquée dans les séries du Rif externe (Maroc), du Nord de la Tunisie et du Bassin vocontien par l'abondance de bancs de calcaires laminés, formés presque entièrement de débris de saccocomidés entassés sous forme de lamines (calcaires laminés ; Benzaggagh, 2000 ; Benzaggagh et Habibi, 2006). Les saccocomidés sont toujours abondants dans les niveaux du Tithonien supérieur et ils régressent à partir du sommet de la zone à Microcanthum pour disparaître dans la partie inférieure de la zone à Durangites, à la limite des sous-zones A2 et A3 des calpionelles (Dromart et Atrops, 1988 ; Benzaggagh et Atrops, 1995 ; Benzaggagh, 2000 ; Benzaggagh et al., 2010). Bien que leur mode de vie soit pélagique, les saccocomidés paraissent tolérer des milieux de type plate-forme externe peu profonde, mais largement ouverte sur la mer franche, en particulier les haut-fonds pélagiques.

4.2. Biozones définies

Sur la base des fréquences relatives des différents groupes de sections, 7 biozones d'association de sections de pièces squelettiques de saccocomidés (bz. Sac) sont définies pour l'intervalle Oxfordien supérieur-Tithonien supérieur. Les principales formes de section de chaque biozone sont illustrées sur les Fig. 3–16. En général (Fig. 17), les niveaux de l'Oxfordien supérieur et du Kimméridgien inférieur (zones à Platynota-Hypselocyclum) sont marqués par la présence des sections de type : Tt.cph ; 2Ax.alg/br.mn/cvt.trg ; 2Ax.br.lrg/cvt.trg/pnt.ax et 2Ax.arq. Les zones à Divisum-Hybonotum sont marquées par l'abondance, en particulier dans la zone à Hybonotum, des sections de type : 3Ax.br.aig ; Tt.trg ; 2Ax.br.aig/bs.pnt, en plus des sections de la biozone précédente. Les zones à Darwini-Fallauxi sont dominées par les formes à test massif de type : Tt.irg ; Tt.psd-hxg aplaties ou allongées ; Ail.dnt/ts.éps. Les sections de la biozone précédente, en particulier : 3Ax.br.aig et Tt.trg y deviennent rares. Les zones à Ponti et à Microcanthum *pro parte* sont marquées par une grande diversité de formes de sections. Celles-ci sont dominées par : 2Ax.br.lrg ; 3Ax.br.lrg ; 2Br.prl ; 2Br.prl.mn ; Ail.mn ; Ail.hél ; Tt.psd-hxg.alg ; 2Ax.br.lrg/cvt.trg/pnt.ax ; Dn.alg et différentes formes de Dn.ml. À partir du sommet de la zone à Microcanthum et dans la partie inférieure de la zone à Durangites, les sections de saccocomidés, peu fréquentes, sont dominées par les formes de type 2Ax.br.lrg, qui sont associées à de rares sections de type : Dn.alg ; Dn.ml ; Ail.mn ; 3Ax.br.lrg ; 2Br.prl ; Tt.psd-hxg.apl.

Biozone Sac. 1 *(Oxfordien sup.-zones à Platynota-Hypselocyclum)*

Dans cette première biozone (ou biozone à Tt.cph-2Ax.alg/br.mn/cvt.trg), les sections de saccocomidés sont rares et peu diversifiées ; elles sont représentées par des formes caractéristiques (Fig. 5 et 17), dont : Tt.cph ; 2Ax.alg/br.mn/cvt.trg ; 2Ax.lrg/cvt.trg ; 2Ax.arq, en plus de rares sections de type : 2Br.prl/ext.smpl ; Br.alg ; 2Ax.br.aig/bs.pnt ; 2Ax.br.lrg/pnt.ax.alg ; Dn.alg et Dn.ml.

Biozone Sac. 2 *(zones à Divisum-Beckeri)*

En général, dans cette biozone (bz. à Tt.cph-3Ax.br.aig-Tt.trg), les sections de saccocomidés sont peu fréquentes, sauf dans la zone à Divisum de la coupe TB du Mésorif. Bien qu'elles soient peu abondantes dans la plupart des coupes étudiées, les sections rencontrées montrent les mêmes formes géométriques que celles de la zone à Divisum de la coupe TB. Ces sections (Fig. 5 et 17) sont dominées par des formes de type : 3Ax.br.aig, avec ou sans appendices latéraux et avec ou sans cavité triangulaire ; 2Ax.br.aig/bs.pnt ; Tt.trg à cavité ouverte ou fermée, avec ou sans appendices latéraux et avec ou sans pied. On y rencontre aussi les sections caractéristiques de la biozone précédente, ainsi que des sections moins fréquentes de type : Ail.mn/pnt.ax.crt ; Ail.mn/pnt.ax.ovl ; Tt.psd-hxg.apl/2apd.lat ; Tt.psd-hxg.alg/2apd.lat ; Br.alg ; 2Br.prl/ext.smpl ; 3Ax.br.lrg ; 2Ax.br.lrg/pnt.ax.alg ; 2Ax.br.lrg/pnt.ax.ard ; Dn.alg et Dn.ml.

Biozone Sac. 3 *(zone à Hybonotum)*

Cette biozone (bz. à 3Ax.br.aig-Tt.trg-Tt.psd-hxg.apl) est marquée par l'abondance des sections de saccocomidés et par une grande diversité de formes (Fig. 6, 7 et 17). Il y prédomine la plupart des sections de la zone précédente, en particulier : 3Ax.br.aig, avec ou sans appendices latéraux et avec ou sans cavité triangulaire ; Tt.trg à cavité ouverte ou fermée, avec ou sans appendices latéraux et avec ou sans pied et 2Ax.br.aig/bs.pnt. On y note une nette richesse en sections Tt.trg, en particulier les formes sans pied ou à pied court et à large cavité triangulaire et Tt.psd-hxg.apl/2apd.lat. Les sections : Ail.mn/pnt.ax.crt ; Ail.mn/pnt.ax.ovl ; 3Ax.br.lrg ; 2Br.prl/ext.smpl ; Br.alg ; 2Ax.alg/br.mn/cvt.trg ; 2Ax.br.lrg/pnt.ax.ard ; 2Ax.br.lrg/pnt.ax.alg ; Dn.alg et Dn.ml, sont toujours rares, mais plus fréquentes que dans la biozone précédente.

Biozone Sac. 4 *(zones à Darwini-Semiforme)*

Cette biozone (bz. à Tt.psd-hxg.apl-Ail.dnt/ts.éps-Tt.irg) est marquée par l'abondance des sections à test massif (Fig. 8, 9, 17) de type : Tt.irg ; Tt.psd-hxg.apl/2apd.lat ; Ail.dnt/ts.éps. Les sections Ail.mn/pnt.ax.ovl ; Ail.mn/pnt.ax.crt ; Tt.trg.frm/pd.crt/2apd.lat ; 2Br.prl/ext.smpl ; Br.alg ; 3Ax.br.lrg ; 2Ax.br.lrg/cvt.trg/pnt.ax ;

Pour citer cet article : Benzaggagh, M., et al., Description et biozonation des sections de crinoïdes saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) du domaine téthysien occidental. Annales de Paléontologie (2015), http://dx.doi.org/10.1016/j.annpal.2015.02.002

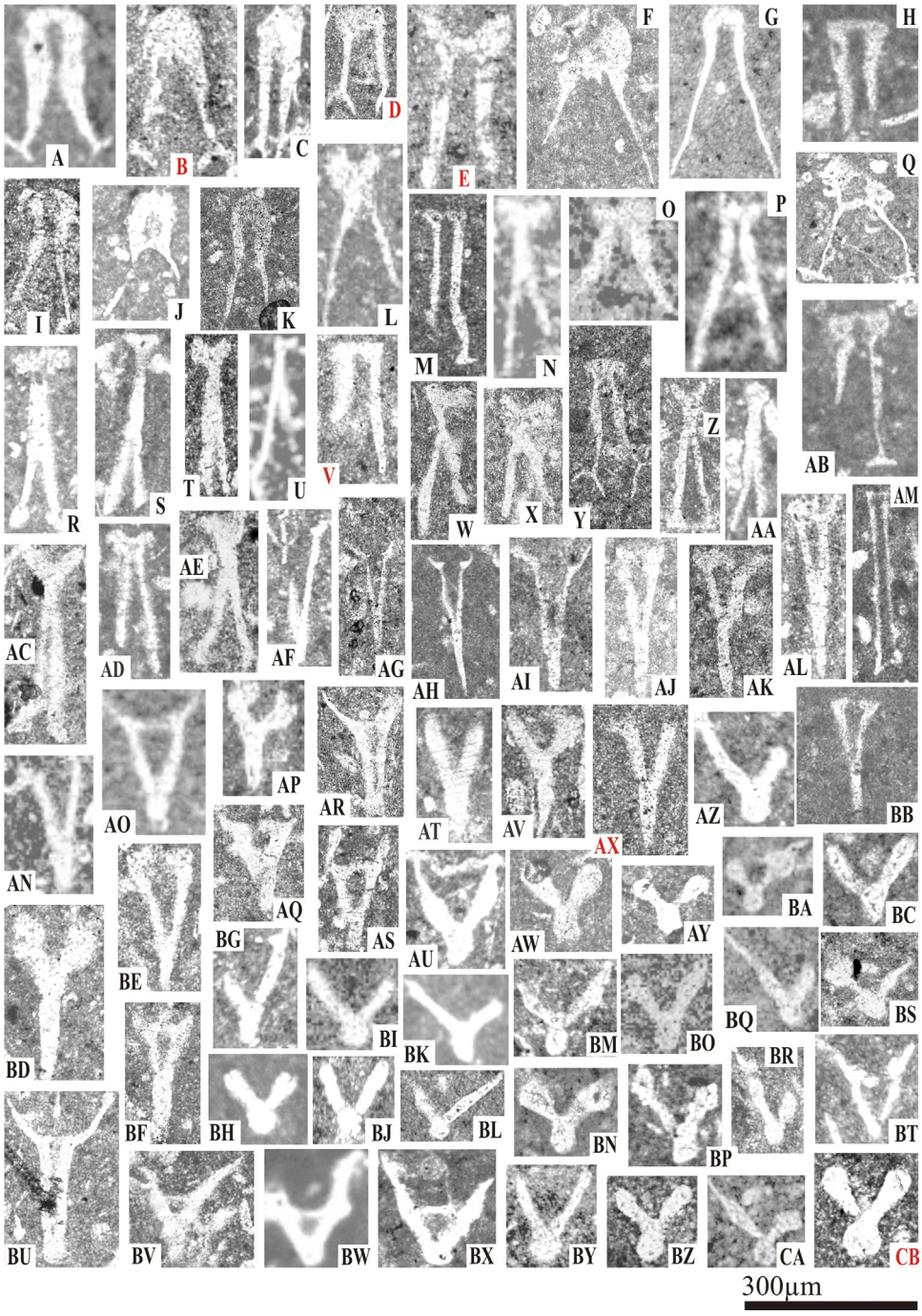

Fig. 13. Principales sections des pièces squelettiques de saccocomidés de la zone à Ponti. A, G. Dn.ml.cvx/crn.mn/cvt.int ; A (cp. V) ; G (cp. Y). B–C, F, I, J, K. Dn.ml.cvx/crn.lrg ; B, C (cp. V ; B, sect. tp.) ; F, I, J (cp. ZRS) ; K (cp. H). D, O. Dn.ml.alg/crn.lrg.plt. D (cp. ASS, sect. tp.) ; O (cp. TB). E, L, X, AD. Dn.ml.cnc ; E (cp. Y ; sect. tp.) ; L (cp. V) ; X (cp. ZRS) ; AD (cp. DASL). H, M, P, V, Y, AB. Dn.ml.alg/crn.mn.plt ; H (cp. TB), M (cp. M) ; P (cp. V) ; V (cp. DASL, sect. tp.) ; Y (cp. Y) ; AB (cp. TB). N, R–U, W, Z–AA, AC, AE. Dn.alg ; N (cp. AG) ; R, S, T, U, W, AC, (cp. Y) ; Z–AA, AE (cp. DASL). Q. Tt.psd-hxg.alg/2apd.lat (cp. ASS). AF–AI, AR, BF, BU. 2Ax.V.aig ; AF, AR, BU (cp. ASS) ; AH (cp. BOB) ; AG (cp. M) ; AI (cp. V) ; BF (cp. F). AJ–AL, AN, AP, AT, AV, AX, BB, BD–BE. 3Ax.br.lrg ; AJ, AK, AV, AX (cp. ZRS ; AX, sect. tp.) ; AL, AN, BB (cp. BOB) ; AP (cp. TB) ; AT (cp. F) ; BD (cp. V) ; BE (cp. DASL). AM ; 2Br.prl/ext.smpl (cp. BOB). AO, AQ, AS, BT, BV–BX. 2Ax.br.lrg/cvt.trg/pnt.ax ; AO, BW (cp. V) ; AQ, BT, BV (cp. DASL) ; AS (cp. F) ; BX (cp. Y). AU, AW, AY, BP, BS. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.psd-rtg ; AU, BP (cp. V) ; AW, AY (cp. ZRS) ; BS (cp. Y). AZ, BG, BJ, BK, BN–BO. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.alg ; AZ, BJ (cp. Y) ; BG, BN, BO (cp. TB) ; BK (cp. V). BA, BH–BI, BL, BM, BR, BY–BZ, CA–CB. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.ard ; BA, BI, CA (cp. TB) ; BH (cp. ZRS) ; BL (cp. KB) ; BM, BY (cp. V) ; BR (cp. DASL) ; BZ, CB (cp. ASS, sect. tp.). BC, BQ. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.crt ; BC (cp. TB) ; BQ (cp. KB).

Main sections of the Saccocomid skeletal elements from the Ponti zone. A, G. cvx.ml.Tt/tn.crw/int.cvt; A (V sec.); G (Y sec.). B–C, F, I, J, K. cvx.ml.Tt/brd.crw; B, C (V sec.; B, tp. cut); F, I, J (ZRS sec.); K (H sec.). D, O. elg.ml.Tt/brd.flt.crw. D (ASS sec., tp. cut); O (TB sec.). E, L, X, AD. cnc.ml.Tt; E (Y sec.; tp. cut); L (V sec.); X (ZRS sec.); AD (DASL sec.). H, M, P, V, Y, AB. elg.ml.Tt/tn.flt.crw; H (TB sec.), M (M sec.); P (V sec.); V (DASL sec., tp. cut); Y (Y sec.); AB (TB sec.). N, R–U, W, Z–AA, AC, AE. elg.Tt; N (AG sec.); R, S, T, U, W, AC, (Y sec.); Z–AA, AE (DASL sec.). Q. elg.psd-hxg.Hd/2lat.apd (ASS sec.). AF–AI, AR, BF, BU. 2Ax.act.V; AF, AR, BU (ASS sec.); AH (BOB sec.); AG (M sec.); AI (V sec.); BF (F sec.). AJ–AL, AN, AP, AT, AV, AX, BB, BD–BE. 3Ax.brd.br; AJ, AK, AV, AX (ZRS sec.; AX, tp. cut); AL, AN, BB (BOB sec.); AP (TB sec.); AT (F sec.); BD (V sec.); BE (DASL sec.). AM; 2prl.Br/smpl.tp (BOB sec.). AO, AQ, AS, BT, BV–BX. 2Ax.brd.br/trg.cvt/ax.tp; AO, BW (V sec.); AQ, BT, BV (DASL sec.); AS (F sec.); BX (Y sec.). AU, AW, AY, BP, BS. 2Ax.brd.br/psd-rtg.ax.tp; AU, BP (V sec.); AW, AY (ZRS sec.); BS (Y sec.). AZ, BG, BJ, BK, BN–BO. 2Ax.brd.br/elg.ax.tp; AZ, BJ (Y sec.); BG, BN, BO (TB sec.); BK (V sec.). BA, BH–BI, BL, BM, BR, BY–BZ, CA–CB. 2Ax.brd.br/rd.ax.tp; BA, BI, CA (TB sec.); BH (ZRS sec.); BL (KB sec.); BM, BY (V sec.); BR (DASL sec.); BZ, CB (ASS sec., tp. cut). BC, BQ. 2Ax.brd.br/shr.ax.tp; BC (TB sec.); BQ (KB sec.).

Pour citer cet article : Benzaggagh, M., et al., Description et biozonation des sections de crinoïdes saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) du domaine téthysien occidental. Annales de Paléontologie (2015), http://dx.doi.org/10.1016/j.annpal.2015.02.002

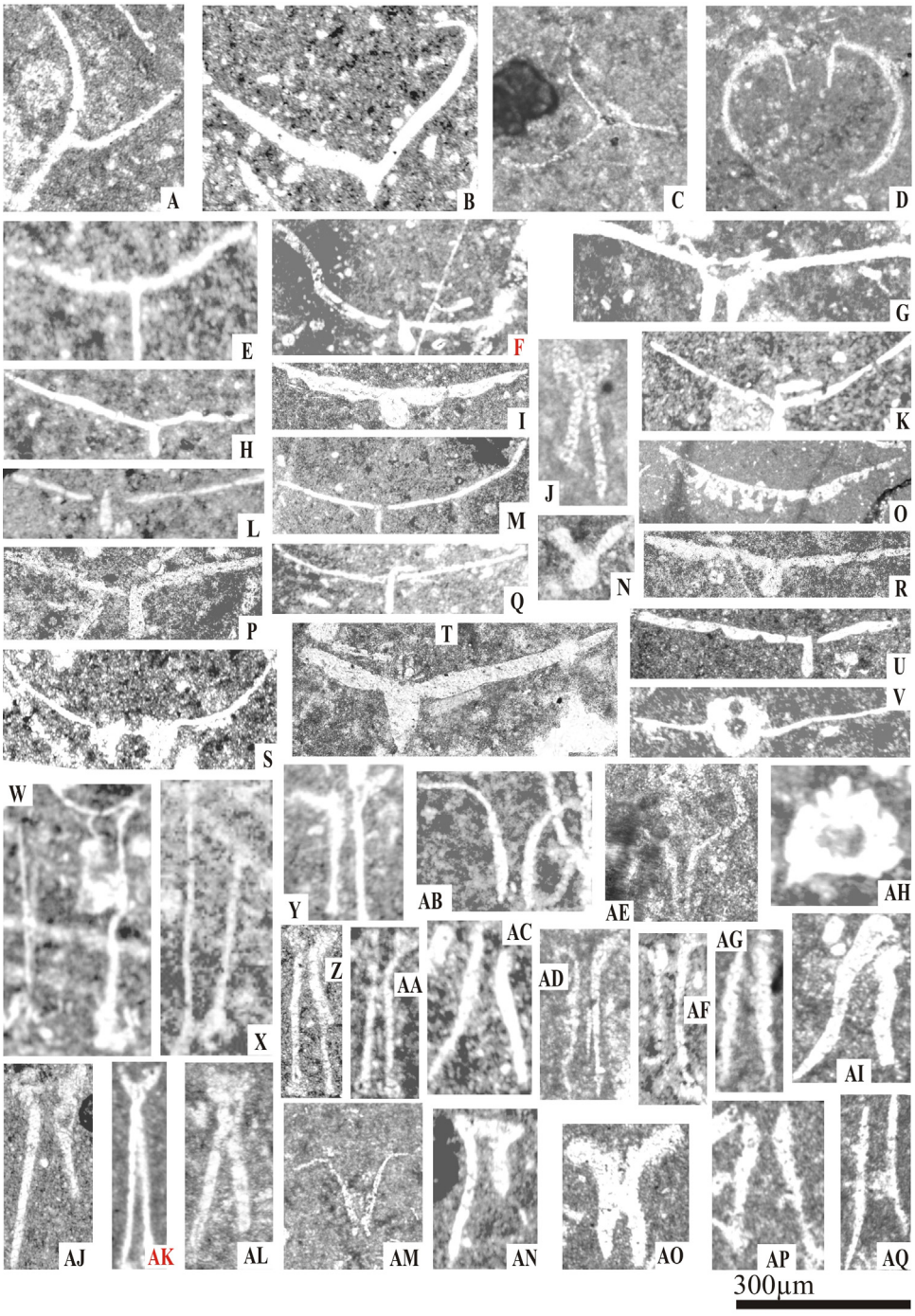

Fig. 14. Principales sections des pièces squelettiques de saccocomidés de la zone à Microcanthum. A, C. Ail.hél ; A (cp. AG) ; C (cp. H). B. Ail.psd-hél (cp. TB). D. 2Br.prl/ext.cvx (cp. H). E, P–Q, U. Ail.mn/pnt.ax.alg ; E (cp. Y) ; P (cp. TB) ; Q (cp. AG) ; U (cp. H). F, I, K–L, R. Ail.mn/pnt.ax.ovl ; F, I, R (cp. TB ; F, sect. tp.) ; K, L (cp. H). G, Y, AB, AM. 2Br.prl/ext.alg ; G, Y (cp. AG) ; AB (cp. TB) ; AM (cp. H). H, M. Ail.mn/pnt.ax.crt ; H, M (cp. Y). J, AO. Dn.ml.cnc ; J (cp. H) ; AO (cp. AG). N. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.ard (cp. DASL). O. Ail.dnt/ts.éps (cp. TB). S, V. Tt.psd-hxg.apl/2apd.lat ; S (cp. AG) ; V (cp. H). T. Ail.mn/pnt.ax.trg (cp. ASS). W, X. 2Br.prl.mn (cp. AG). Z–AA, AC–AD, AF–AG, AI, AP–AQ. 2Br.prl/ext.smpl ; Z–AA, AC, AI, AF (cp. TB) ; AD (cp. DASL) ; AG (cp. ASS) ; AP, AQ (cp. AG). AE. 2Br.prl/ext.cnc (cp. DASL, tp. sect.). AH. Tt.psd-hxg.alg/2apd.lat (cp. Y). AK, AL. Dn.alg ; AL (cp. H) ; AK (cp. AG, sect. tp.). AJ, AN. Dn.ml.alg/crn.mn.plt ; AJ (cp. H) ; AN (cp. Y).
Main sections of the Saccocomid skeletal elements from the Microcanthum zone. A, C. prp.Wg; A (AG sec.); C (H sec.). B. psd-prp.Wg (TB sec.). D. 2prl.Br/cvx.tp (H sec.). E, P–Q, U. tn.Wg/elg.ax.tp; E (Y sec.); P (TB sec.); Q (AG sec.); U (H sec.). F, I, K–L, R. tn.Wg/ovl.ax.tp; F, I, R (TB sec.; F, tp. cut); K, L (H sec.). G, Y, AB, AM. 2prl.Br/elg.tp; G, Y (AG sec.); AB (TB sec.); AM (H sec.). H, M. tn.Wg/shr.ax.tp; H, M (Y sec.). J, AO. cnc.ml.Tt; J (H sec.); AO (AG sec.). N. 2Ax.brd.br/rd.ax.tp (DASL sec.). O. srd.Wg/tk.ts (TB sec.). S, V. flt.psd-hxg.Hd/2lat.apd; S (AG sec.); V (H sec.). T. tn.Wg/trg.ax.tp (ASS sec.). W, X. 2tn.prl.Br (AG sec.). Z–AA, AC–AD, AF–AG, AI, AP–AQ. 2prl.Br/smpl.tp; Z–AA, AC, AI, AF (TB sec.); AD (DASL sec.); AG (ASS sec.); AP, AQ (AG sec.). AE. 2prl.Br/cnc.tp (DASL sec., tp. cut.). AH. elg.psd-hxg.Hd/2lat.apd (Y sec.). AK, AL. elg.Tt; AL (H sec.); AK (AG sec., tp. cut). AJ, AN. elg.ml.Tt/tn.flt.crw; AJ (H sec.); AN (Y sec.).

2Ax.V.aig ; 2Ax.br.lrg/pnt.ax.ard ; 2Ax.br.lrg/pnt.ax.alg ; Dn.alg et Dn.ml, sont de plus en plus fréquentes, mais peu abondantes. Les sections 2Ax.br.aig/bs.pnt ; 3Ax.br.aig ; Tt.cph et Tt.trg, qui étaient abondantes dans les biozones précédentes, deviennent très rares.

***Biozone Sac. 5** (zone à Fallauxi)*

Avec cette biozone (bz à Tt.psd-hxg.alg-Tt.psd-hxg.apl-Ail.mn), s'opère un nouveau changement dans la composition

Pour citer cet article : Benzaggagh, M., et al., Description et biozonation des sections de crinoïdes saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) du domaine téthysien occidental. Annales de Paléontologie (2015), http://dx.doi.org/10.1016/j.annpal.2015.02.002

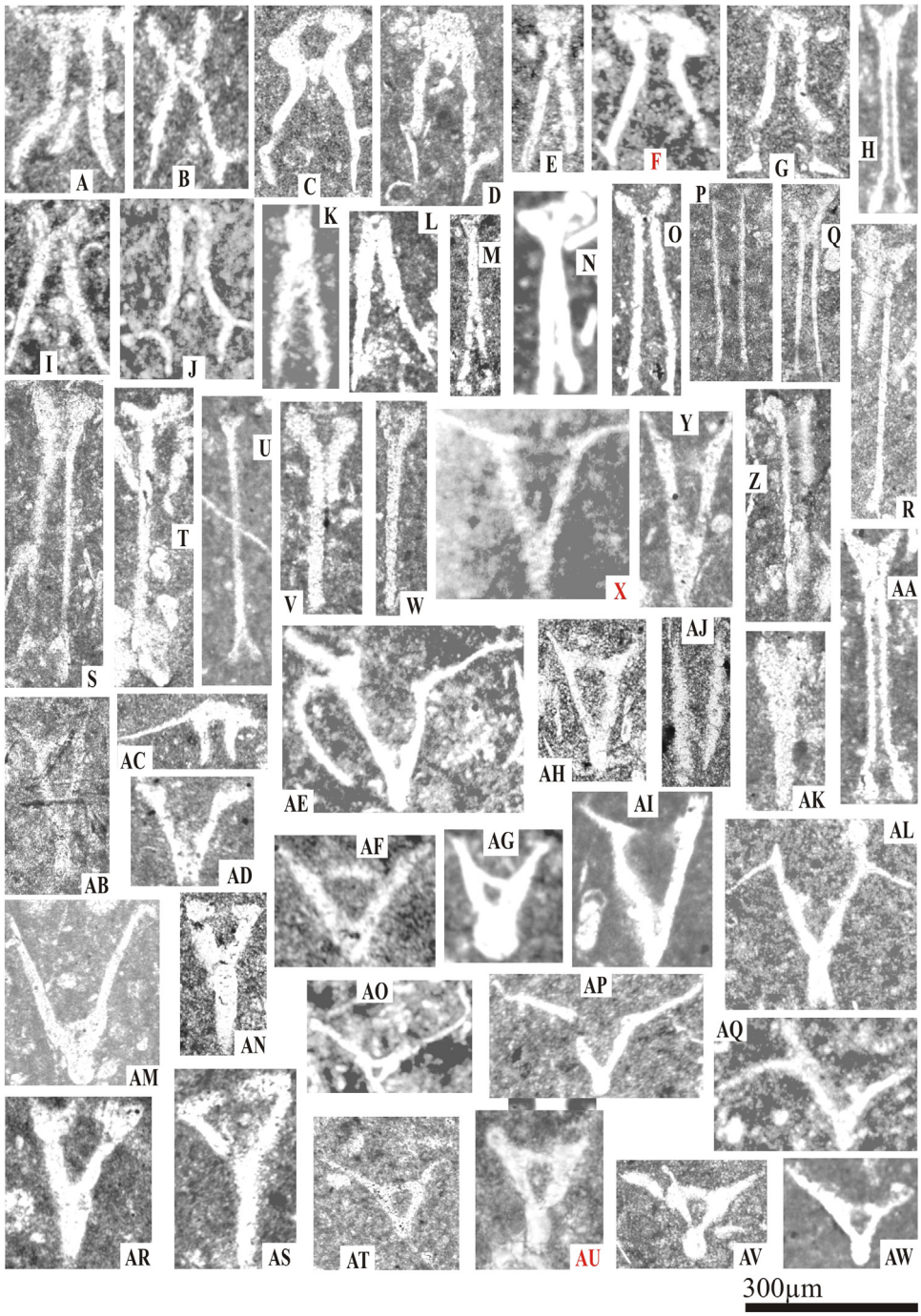

Fig. 15. Principales sections des pièces squelettiques de saccocomidés de la zone à Microcanthum. A, G, J. Dn.ml.alg/crn.mn.plt ; A (cp. AG) ; G (cp. TB) ; J (cp. Y). B. 2Br.X (cp. AG). C, F. Dn.ml.cvx/crn.mn/cvt.int (cp. H ; F, sect. tp.). D. Dn.ml.alg/crn.lrg.plt (cp. AG). E, H, K–L, M–N, R–S, AA. Dn.alg ; E, M (cp. H) ; H, K, N (cp. AG) ; L (cp. TB) ; R, S (cp. DASL) ; AA (cp. AG). I. Dn.ml.cnc (cp. TB). O, P, Q, V, AJ. 2Br.prl/ext.smpl ; O (cp. AG) ; P (cp. H) ; Q, V (cp. DASL) ; AJ (cp. ASS). T, U, W. Br.alg ; T, W (cp. DASL) ; U (cp. AG). X–Z, AB, AD–AE, AI–AL, AP. 2Ax.V.aig ; X (cp. TB ; sect. tp.) ; Y, AB, AD–AE, AI, AL, AP (cp. AG) ; Z (cp. DASL), AC. Dn.ml.lrg/crn.lrg.plt ; AC (cp. TB). AF–AH, AM, AO, AQ, AT–AW. 2Ax.br.lrg/cvt.trg/pnt.ax ; AF, AH, AU, AV, AW (cp. DASL ; AU, sect. tp.) ; AF, AG (cp. AG) ; AQ (cp. TB) ; AM, AO, AT (cp. H). AK, AN, AR, AS. 3Ax.br.lrg ; AK (cp. DASL) ; AN (cp. ASS) ; AR, AS (cp. AG).

Main sections of the Saccocomid skeletal elements from the Microcanthum zone. A, G, J. elg.ml.Tt/tn.flt.crw; A (AG sec.); G (TB sec.); J (Y sec.). B. 2Br.X (AG sec.). C, F. cvx.ml.Tt/tn.crw/int.cvt (H sec.; F, tp. cut). D. elg.ml.Tt/brd.flt.crw (cp. AG). E, H, K–L, M–N, R–S, AA. elg.Tt; E, M (H sec.); H, K, N (AG sec.); L (TB sec.); R, S (DASL sec.); AA (AG sec.). I. cnc.ml.Tt (TB sec.). O, P, Q, V, AJ. 2prl.Br/smpl.tp; O (AG sec.); P (H sec.); Q, V (DASL sec.); AJ (ASS sec.). T, U, W, elg.Br; T, W (DASL sec.); U (AG sec.). X–Z, AB, AD–AE, AI–AL, AP. 2Ax.act.V; X (TB sec.; tp. cut); Y, AB, AD–AE, AI, AL, AP (AG sec.); Z (DASL sec.). AC. brd.ml.Tt/brd.flt.crw; AC (sec. TB). AF–AH, AM, AO, AQ, AT–AW. 2Ax.brd.br/trg.cvt/ax.tp; AF, AH, AU, AV, AW (DASL sec.; AU, tp. cut); AF, AG (AG sec.); AQ (TB sec.); AM, AO, AT (H sec.). AK, AN, AR, AS. 3Ax.brd.br; AK (DASL sec.); AN (ASS sec.); AR, AS (AG sec.).

des sections de saccocomidés. Les formes des zones précédentes deviennent très rares. Il y prédomine (Fig. 10 et 17) les formes de type : Tt.psd-hxg.alg ; Tt.psd-hxg.apl ; Br.alg ; 2Br.prl/ext.smpl ; 3Ax.br.lrg ; 2Ax.br.lrg/pnt.ax.alg ; Ail.mn ; Dn.alg et Dn.ml. Les sections 2Ax.br.lrg/pnt.ax.ard ; 2Ax.br.lrg/pnt.ax.psd-rtg ; 2Ax.br.lrg/pnt.ax.alg ; 2Br.prl/2apd.lat ; 2Br.prl/ext.alg ; 2Br.prl/ext.cnc ; 2Br.prl/ext.cvx ; 2Ax.br.lrg/cvt.trg/pnt.ax ; 2Ax.V.aig ; 2Ax.U sont de plus en plus fréquentes.

Pour citer cet article : Benzaggagh, M., et al., Description et biozonation des sections de crinoïdes saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) du domaine téthysien occidental. Annales de Paléontologie (2015), http://dx.doi.org/10.1016/j.annpal.2015.02.002

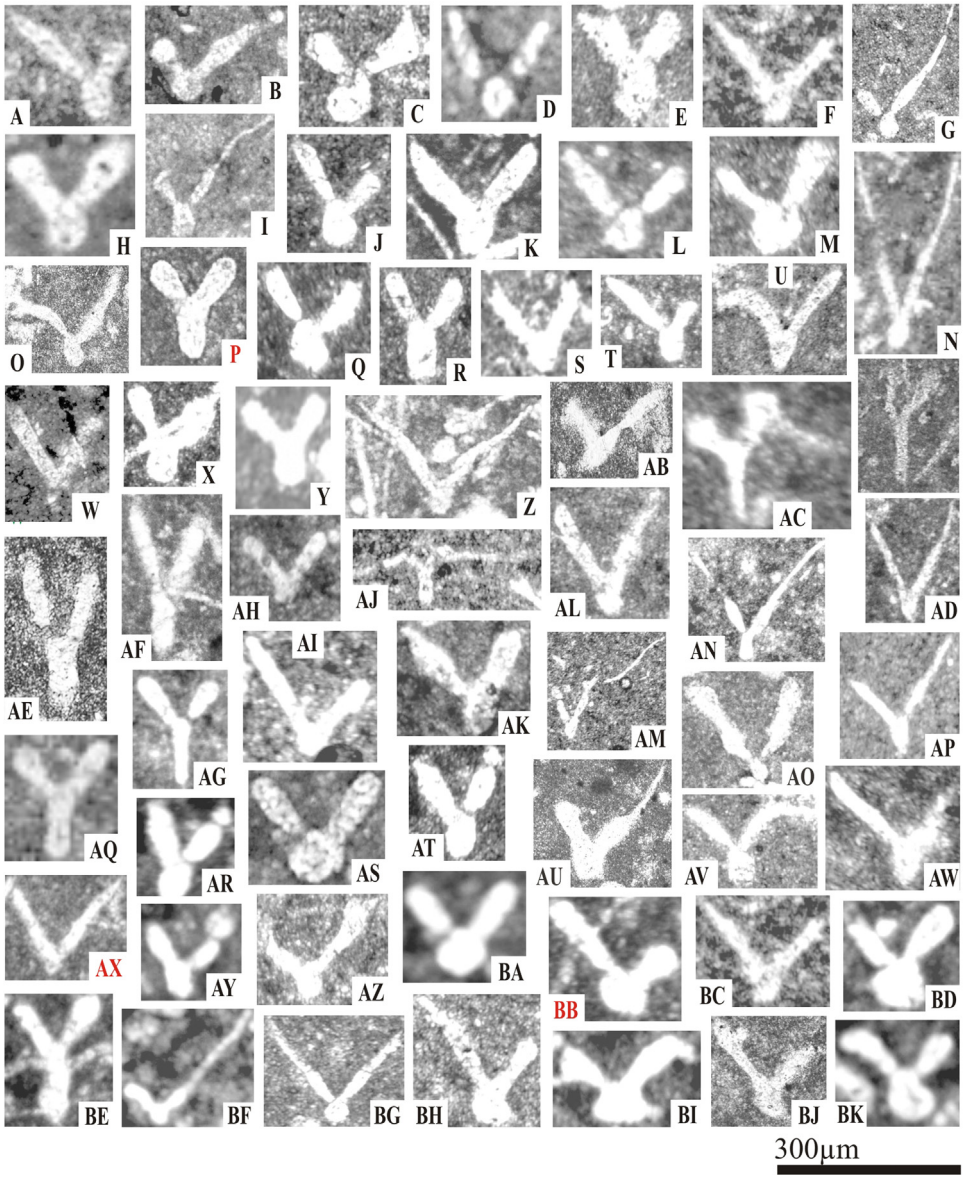

Fig. 16. Principales sections des pièces squelettiques de saccocomidés de la partie supérieure de la zone à Microcanthum et la partie inférieure de la zone à Durangites. A–B, D, G–H, J, N, AO, AR–AS, AV, AZ, BA, BG. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.ard ; A, D, G, J, N, AV, AZ (cp. H) ; B, AR, AS, BA, BG, (cp. Y) ; H (cp. AG) ; AO (cp. DASL). C, L, M, Q, AB, AU, BB, BD, BH–BK. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.psd-rtg ; C, L, M, Q, BB (cp. H ; BB, sect. tp.) ; AB, AU, BJ (cp. DASL) ; BD, BH, BI, BK (cp. Y). E, I, K, O, P, R, T–U, X–Y, AK–AL, AM–AN, AP, AT, AW, AY. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.alg ; E, K, U, Y, AN (cp. AG) ; I, X, R, T, AL, AM, AP (cp. H ; X, sect. tp.) ; O (cp. DASL) ; P (cp. ASS, sect. tp.) ; AK, AT, AW, AY (cp. Y). F, S, W, Z, AD, AH, AI, AX, BC, BF. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.crt ; F, S, AD, AX, BC (cp. AG ; AX, sect. tp.) ; W (cp. TB) ; Z (cp. DASL) ; AH, AI (cp. H) ; BF (cp. Y). V, AE–AG, AQ, BE. 3Ax.br.lrg ; V (cp. KR) ; AF (cp. DASL) ; AE (cp. ASS) ; AG, AQ, BE (cp H). AC, AJ. Tt.trg.ov/pd.lng/2apd.lat ; AC, AJ (cp. H).
Main sections of the Saccocomid skeletal elements from the upper part of Microcanthum zone and the lower part of Durangites zone. A–B, D, G–H, J, N, AO, AR–AS, AV, AZ, BA, BG. 2Ax.brd.br/rd.ax.tp; A, D, G, J, N, AV, AZ (H sec.); B, AR, AS, BA, BG, (Y sec.); H (AG sec.); AO (DASL sec.). C, L, M, Q, AB, AU, BB, BD, BH–BK. 2Ax.brd.br/psd-rtg.ax.tp; C, L, M, Q, BB (H sec.; BB tp. cut); AB, AU, BJ (DASL sec.); BD, BH, BI, BK (Y sec.). E, I, K, O, P, R, T–U, X–Y, AK–AL, AM–AN, AP, AT, AW, AY. 2Ax.brd.br/elg.ax.tp; E, K, U, Y, AN (AG sec.); I, X, R, T, AL, AM, AP (H sec.; X, tp. cut); O (DASL sec.); P (ASS sec., tp. cut); AK, AT, AW, AY (Y sec.). F, S, W, Z, AD, AH, AI, AX, BC, BF. 2Ax.brd.br/shr.ax.tp; F, S, AD, AX, BC (AG sec.; AX, tp. cut); W (TB sec.); Z (DASL sec.); AH, AI (H sec.); BF (Y sec.). V, AE–AG, AQ, BE. 3Ax.brd.br; V (KR sec.); AF (DASL sec.); AE (ASS sec.); AG, AQ, BE (H sec.). AC, AJ. op.trg.Hd/lng.ft/2lat.apd; AC, AJ (H sec.).

Biozone Sac. 6 *(zones à Ponti et à Microcanthum pro parte)*

Cette biozone (bz. à Ail.mn-Ail.hél-2Br.prl.mn-3Ax.br.lrg-2Ax.br.lrg) qui montre une grande diversité de formes (Fig. 11–15, 17), est marquée par l'abondance des sections de type : Ail.mn avec différentes formes de pointe axiale ; Ail.hél et psd-hél ; Tt.psd-hxg.alg ; 2Br.prl à extrémités variables ; 2Br.prl/2apd.lat ; 2Br.prl.mn ; 3Ax.br.lrg ; 2Ax.br.lrg/cvt.trg/pnt.ax ; Br.alg, 2Ax.V.aig ; 2Ax.U ; 2Ax.br.lrg à pointes axiales de forme variable ; Dn.alg et différentes formes des Dents molaires. On y rencontre aussi de rares sections de type : Tt.trg.ov/pd.crt/2apd.lat et Tt.psd-hxg.apl/2apd.

Biozone Sac. 7 *(parties sup. de la zone à Microcanthum et inf. de la zone à Durangites)*

Dans cette biozone (bz à 2Ax.br.lrg-3Ax.br.lrg), les sections de saccocomidés sont moins fréquentes et peu diversifiées (Fig. 16 et 17), avec une nette prédominance des formes 2Ax.br.lrg, surtout les formes à pointe axiale arrondie, allongée ou pseudo-rectangulaire. On y rencontre aussi des sections de type : 3Ax.br.lrg ; Br.alg ; 2Br.prl/ext.smpl ; Ail.mn/pnt.ax.crt ; Ail.mn/pnt.ax.trg ; 2Ax.br.lrg/cvt.trg/pnt.ax ; Dn.alg ; Dn.ml et rares 2Ax.V.aig ; Tt.psd-hxg.alg/2apd.lat.

Pour citer cet article : Benzaggagh, M., et al., Description et biozonation des sections de crinoïdes saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) du domaine téthysien occidental. Annales de Paléontologie (2015), http://dx.doi.org/10.1016/j.annpal.2015.02.002

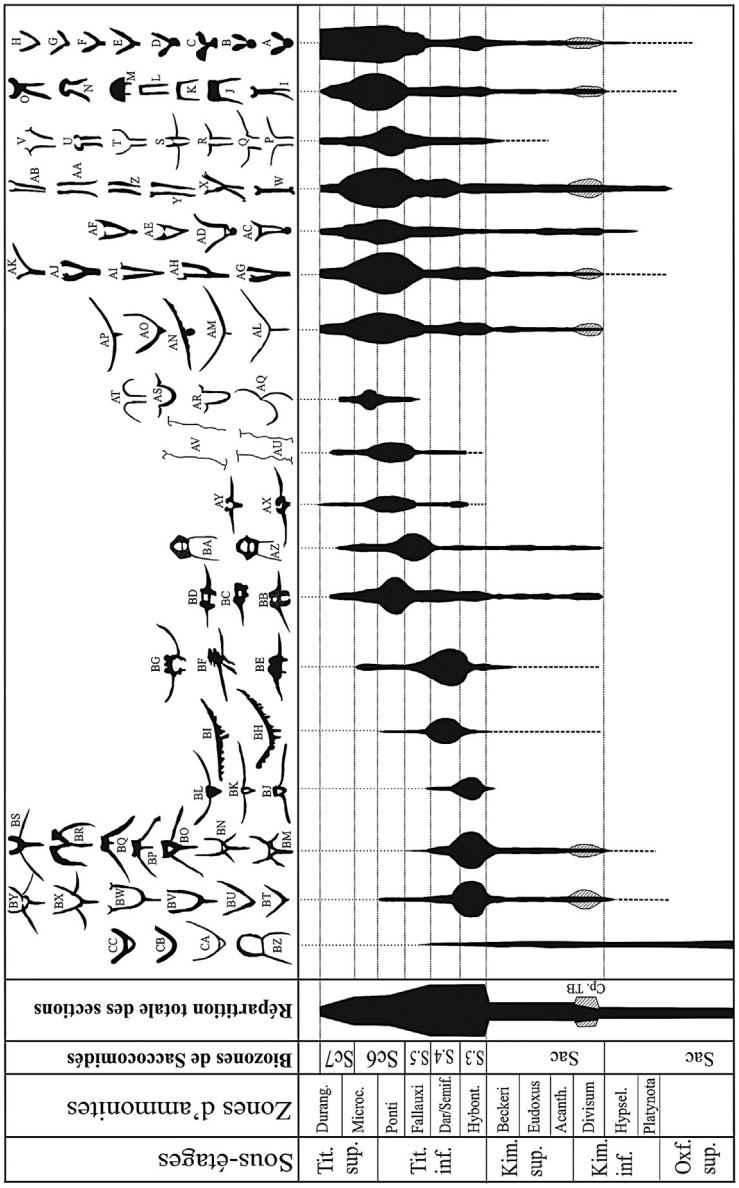

Fig. 17. Tableau synthétique montrant la répartition stratigraphique et les périodes d'acmé des principales formes de sections des pièces squelettiques de saccocomidés définies dans ce travail. A–B. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.ard. C–D. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.psd-rtg. E–F. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.alg. G–H. 2Ax.br.lrg/pnt.ax.crt. I. Dn.alg. J. Dn.ml.lrg/crn.lrg.plt. K. Dn.ml.lrg/crn.mn.plt. L. Dn.ml.alg/crn.mn.plt. M. Dn.ml.cvx/crn.lrg. N. Dn.ml.cvx/crn.mn/cvt.int. O. Dn.ml.cnc. P–R. 2Br.prl/ext.alg. S. 2Br.prl/2apd.lat. T–V. 2Br.prl/ext.cnc. W. Br.alg. X. 2Br.X, Y–AB. 2Br.prl/ext.smpl. AC–AD. 2Ax.br.lrg/cvt.trg/pnt.ax. AE–AF. 2Ax.V.aig. AG–AK. 3Ax.br.lrg. AL. Ail.mn/pnt.ax.alg. AM. Ail.mn/pnt.ax.crt. AN. Ail.mn/pnt.ax.ovl. AO–AP. Ail.mn/pnt.ax.trg. AQ. Ail.hél. AR–AS. 2Ax.U. AT. 2Br.prl/ext.cvx. AU–AV. 2Br.prl.mn. AX–AY. Tt.trg.ov/pd.crt/2apd.lat. AZ–BA. Tt.psd-hxg.alg/2apd.lat. BB–BD. Tt.psd-hxg.apl/2apd.lat. BE–BG. Tt.irg. BH–BI. Ail.dnt/ts.éps. BJ–BL. Tt.trg.frm/cvt.trg.lrg/2apd.lat. BM–BN. Tt.trg.frm/pd/4apd.lat. BO–BP. Tt.trg.frm/pd.lng/2apd.lat. BQ. Tt.trg.frm/pd.crt/2apd.lat. BR–BS. Tt.trg.ov/pd.lng/2apd.lat. BT–BU. 2Ax.br.aig/bs.pnt. BV–BW. 3Ax.br.aig. BX. 3Ax.br.aig/2apd.lat. BY. 3Ax.br.aig/cvt.trg/2apd.lat. BZ. Tt.cph. CA. 2Ax.alg/br.mn/cvt.trg. CB. 2Ax.arq. CC. 2Ax.br.lrg/cvt.trg. Liste des abréviations des noms utilisés pour les sections de saccocomidés. **2Ax** : biaxe ; **3Ax** : triaxe ; **aig** : aiguë ; **Ail** : aile ; **alg** : allongé ; **apd** : appendice ; **apl** : aplati ; **ard** : arrondi ; **arq** : arqué ; **ax** : axial ; **Br**, **br** : branche ; **bs** : base ; **cnc** : concave ; **cph** : céphalon ; **crn** : couronne ; **crt** : court ; **cvt** : cavité ; **cvx** : convexe ; **Dn** : dent ; **dnt** : denté ; **éps** : épais ; **ext** : extrémité ; **frm** : fermé ; **hél** : hélice ; **hxg** : hexagonal ; **int** : interne ; **irg** : irrégulier ; **lat** : latéral ; **lng** : long ; **lrg** : large ; **ml** : molaire ; **mn** : mince ; **ovl** : ovale ; **ov** : ouvert ; **pd** : pied ; **plt** : plat ; **pnt** : pointe ou **pointu** ; **prl** : parallèle ; **psd** : pseudo ; **rtg** : rectangulaire ; **smpl** : simple ; **trg** : triangulaire ; **ts** : test ; **Tt** : tête. Liste des coupes citées pour les illustrations de microfaunes : F, H, Y, BK, KB, KJ, KR, LA, LR, MB. TB, BJE, BOB, CHR, KSD, LA, LI2 (Rif externe). Ces coupes sont publiées dans le travail Benzaggagh (2000) ; V, AG, SA, SM, VP, VLPD (Bassin vocontien ; SE de la France). Les coupes V et SM ont été publiées dans Homberg et al. (2013) ; G, OU, ASS, DASL, ZRS, OU1 (Tunisie septentrionale).

Synthetic table showing the stratigraphic range and the abundance zone of the main skeletal sections of the Saccocomids defined in this work. A–B. 2Ax.brd.br/rd.ax.tp. C–D. 2Ax.brd.br/psd-rtg.ax.tp. E–F. 2Ax.brd.br/elg.ax.tp. G–H. 2Ax.brd.br/shr.ax.tp. I. elg.Tt. J. brd.ml.Tt/brd.flt.crw. K. brd.ml.Tt/tn.flt.crw. L. elg.ml.Tt/tn.flt.crw. M. cvx.ml.Tt/brd.crw. N. cvx.ml.Tt/tn.crw/int.cvt. O. cnc.ml.Tt. P–R. 2prl.Br/elg.tp. S. 2prl.Br/2lat.apd. T–V. 2prl.Br/cnc.tp. W. elg.Br. X. 2Br.X, Y–AB. 2prl.Br/smpl.tp. AC–AD. 2Ax.brd.br/trg.cvt/ax.tp. AE–AF. 2Ax.act.V. AG–AK. 3Ax.brd.br. AL. tn.Wg/elg.ax.tp. AM. tn.Wg/shr.ax.tp. AN. tn.Wg/ovl.ax.tp. AO–AP. tn.Wg/trg.ax.tp. AQ. prp.Wg. AR–AS. 2Ax.U. AT. 2prl.Br/cvx.tp. AU–AV. 2tn.prl.Br. AX–AY. op.tg.Hd/shr.ft/2lat.apd. AZ–BA. elg.psd-hxg.Hd/2lat.apd. BB–BD. flt.psd-hxg.Hd/2lat.apd. BE–BG. irg.Hd. BH–BI. srd.Wg/tk.ts. BJ–BL. cls.trg.Hd/lrg.trg.cvt/2lat.apd. BM–BN. cls.trg.Hd/ft/4lat.apd. BO–BP. cls.trg.Hd/lng.ft/2lat.apd. BQ. cls.trg.Hd/shr.ft/2lat.apd. BR–BS. op.trg.Hd/lng.ft/2lat.apd. BT–BU. 2Ax.act.br/ptd.bs. BV–BW. 3Ax.act.br. BX. 3Ax.act.br/2lat.apd. BY. 3Ax.act.br/2lat.apd. BZ. Cph.Hd. CA. elg.2Ax/tn.br/trg.cvt. CB. bw.2Ax. CC. 2Ax.brd.br/trg.cvt. Abbreviations used for the names of the saccocomids sections. **2Ax***: Biaxis;* **3Ax***: triaxis;* **act***: acute;* **apd***: appendix;* **bw***:* **bowed***;* **ax***: axial;* **Br, br***: branche;* **brd***: broad;* **bs***: basis;* **cls***: closed;* **cnc***: concave;* **cph***: cephalon;* **crw***: crown;* **cvt***: cavity;* **cvx***: convex;* **tp***: tips;* **elg***: elongated;* **flt***: flattened;* **ft***: foot;* **Hd***: head;* **hxg***: hexagonal;* **int***: internal;* **irg***: irregular;* **lat***: lateral;* **lng***: long;* **lrg***: large;* **ml***: molar;* **op***: open;* **ovl***: oval;* **tip***: point;* **prl***: parallel;* **prp***: propeller;* **psd***: pseudo;* **ptd***: pointed;* **rd***: rounded;* **rtg***: rectangular;* **shr***: short;* **smpl***: simple;* **srd***: Serrated;* **tk***: thick;* **tn***: thin;* **trg***: triangular;* **ts***: test;* **Tt***: tooth;* **Wg***: wing. Outcrop sections cited for the microfauna illustrations. F, H, Y, BK, KB, KJ, KR, LA, LR, MB. TB, BJE, BOB, CHR, KSD (External Rif Chain). These sections are published in Benzaggagh (2000). V, AG, SA, SM, VP, VLPD (Vocontian Basin, Southeast France). The sections V and SM are published in Homberg et al. (2013). G, OR, ASS, DASL, ZRS, OU1 (Northern Tunisia).*

Pour citer cet article : Benzaggagh, M., et al., Description et biozonation des sections de crinoïdes saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) du domaine téthysien occidental. Annales de Paléontologie (2015), http://dx.doi.org/10.1016/j.annpal.2015.02.002

5. Conclusion

Cette étude des sections des pièces squelettiques de saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien supérieur-Tithonien supérieur) du domaine téthysien occidental a permis de mieux caractériser l'extension stratigraphique de ce groupe fossile qui apparaît dans l'Oxfordien moyen et a connu une grande abondance à partir de la base de la zone à Hybonotum jusqu'à son extinction apparente au sommet du Tritonien supérieur, à la limite des sous-zones A2–A3 de calpionelles. Ce groupe fossile, qui n'avait jusqu'à présent qu'un intérêt chronostratigraphique restreint, montre des sections de formes géométriques bien définies, caractéristiques de plusieurs intervalles stratigraphiques. Quarante-sept types de section de ces pièces squelettiques ont été décrits, illustrés et nommés sur la base de leurs formes géométriques. Ces sections se répartissent en 6 groupes différents : Biaxes ; Triaxe ; Dents, Ailes, Branches, Têtes. Sept biozones d'association ou d'abondance des sections inventoriées ont été définies pour l'intervalle Oxfordien supérieur-Tithonien supérieur. Elles sont nommées Sac. 1 à Sac. 7 et correspondent respectivement à l'Oxfordien supérieur-Kimméridgien inférieur (zone à Hypselocyclum) ; zones à Divisum-Beckeri ; zone à Hybonotum ; zones à Darwini-Semiforme ; zone à Fallauxi ; zones à Ponti-Microcanthum *pro parte* et partie supérieure de la zone à Microcanthum-partie inférieure de la zone à Durangites.

Déclaration d'intérêts

Les auteurs n'ont pas transmis de déclaration de conflits d'intérêts.

Remerciements

Ce travail a été réalisé dans le cadre de deux projets « Appui à la Recherche de l'Université Moulay Ismail ». L'auteur (M.B.) souhaite dédier ce travail et rendre hommage au Professeur Gérard Le Hégarat qui l'avait initié à l'étude des calpionelles, et aux Professeurs S. Elmi et M. Durand Delga qui l'ont toujours encouragé et soutenu dans ses travaux de recherche sur les séries du Jurassique supérieur et de la base du Crétacé. Les auteurs tiennent à remercier vivement le Professeur Didier Neraudeau, rédacteur en chef de la revue Annales de Paléontologie pour avoir accepté de soumettre ce travail aux jugements des experts et remercient vivement l'expert anonyme pour ses corrections, ses précieuses remarques et suggestions qui ont contribué à bien améliorer la qualité scientifique de ce manuscrit.

Références

Aubouin, J., Debelmas, J., 1980. L'Europe : les chaînes périméditerranéennes. Colloque C 5. 26e CGI, pp. 62–85.

Benzaggagh, M., 2000. Le Malm supérieur et le Berriasien dans le Prérif interne et le Mésorif (Rif, Maroc). Biostratigraphie, lithostratigraphie, paléogéographie et évolution tectono-sédimentaire. Documents des Laboratoires de Géologie de Lyon 152 (347 p).

Benzaggagh, M., Atrops, F., 1995. Les zones à *Chitinoidella* et à *Crassicollaria* (Tithonien) dans la partie interne du Prérif (Maroc). Données nouvelles et corrélations avec les zones d'ammonites. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, série IIa 320, 227–234.

Benzaggagh, M., Atrops, F., 1997. Stratigraphie et association de faune d'ammonites des zones du Kimméridgien, Tithonien et Berriasien basal dans le Prérif interne (Rif, Maroc). Newsletters on Stratigraphy 35, 127–163.

Benzaggagh, M., Habibi, M., 2006. Les séries carbonatées du Jurassique supérieur et les niveaux de passage au Crétacé inférieur dans la partie occidentale du Rif externe (Prérif interne et Mésorif, Maroc). Newsletters on Stratigraphy 42, 115–141.

Benzaggagh, M., Cecca, F., Rouget, I., 2010. Biostratigraphic distribution of ammonites and calpionellids in the Tithonian of the internal Prerif (Msila area, Morocco). Paläontologische Zeitschrift 8, 301–315.

Borza, K., 1969. Die Mikrofacies und Mikrofossilien des Oberjuras und der Unterkreide der Klippenzone der Westkarpaten. Verlag der Slowakischen Akademia der Wissenschaften, Bratislava, 301 p.

Brodacki, M., 2006. Functional anatomy and mode of life of the latest Jurassic crinoid *Saccocoma*. Acta Palaeontologica Polonica 51 (2), 261–270.

Brönnimann, P., 1955. Microfossils *incertae sedis* from the Upper Jurassic and Lower Cretaceous of Cuba. Micropaleontology 1 (1), 28–51.

Dromart, G., Atrops, F., 1988. Valeur stratigraphique des biomicrofaciès pélagiques dans le Jurassique supérieur de la Téthys occidentale. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, série IIa 312, 617–622.

Ferré, B., Dias-Brito, D., 1999. Microfacies recognition of Roveacrinid families *Lombardia*, *Eothrix* Globochaete and other strains. In: Dias-Brito, D., De Castro, J.C., Rohn, R. (Eds.), Boletim do 5° Simposio sobre o Cretaceo do Brasil., pp. 651–659.

Ferré, B., Berthou, P.Y., 1994. Roveacrinidal remains from the Cotinguiba formation (Cénomanien-Turonien) of the Sergipe Basin (NE-Brazil). Acta Geologica Leopoldensia XVIII (39/1), 299–313.

Ferré, B., Fernandez-Gonzalez, M., Dias-Brito, D., 1999. New insight into Microcalamoides Bonet 1956 – Revised systematics and subsequent bearings. In: Dias-Brito, D., De Castro, J.C., Rohn, R. (Eds.), Boletim do 5° Simposio sobre o Cretaceo do Brasil., pp. 661–668.

Ferré, B., Walter, S., Bengtson, P., 2005. Roveacrinids in mid-Cretaceous biostratigraphy of the Sergipe Basin, northeastern Brazil. Journal of South American Earth Sciences 19, 259–272.

Hess, H., 1972. Planktonic crinoids of Late Jurassic age from Leg 11. Deep Sea Drilling Project 11, 631–643.

Hess, H., 2002. Remains of Saccocomids (Crinoidea : Echinodermata) from the Upper Jurassic of southern Germany. Stuttgarter Beiträgezur Naturkunde B 329, 1–55.

Homberg, C., Schnyder, J., Benzaggagh, M., 2013. Late Jurassic-Early Cretaceous faulting in the Southeastern French Basin: does it reflect a tectonic reorganization? Bulletin de la Société Géologique de France 184, 501–514.

Kietzmann, D.A., Palma, R.M., 2009. Microcrinoideos saccocómidos en el Tithoniano de la Cuenca Neuquina. ¿Una presencia inesperada fuera de la región del Tethys? Ameghiniana (Asociación Paleontológica Argentina) 46 (4), 695–700.

Kroh, A., Lukeneder, A., 2009. Crinoids from the Late Jurassic of the Nutzhof section (Lower Austria Gresten Klippenbelt). Annalen des Naturhistorisches Museum Wien 110A, 383–399.

Lombard, A., 1937. Microfossiles d'attribution incertaine du Jurassique supérieur alpin. Eclogae Geologicae Helvetiae 30, 320–331.

Lombard, A., 1945. Attribution de microfossiles du Jurassique supérieur alpin à des Chlorophycées. Eclogae Geologicae Helvetiae 38, 163–173.

Manni, R., Nicosia, U., 1984. *Saccocoma verniory*i n. sp., a new saccocomid from the Upper Jurassic of the Central Italy. Geologica Romana 23, 91–97.

Manni, R., Nicosia, U., Szabo, I., 1992. Late Jurassic crinoids from the Eperkéhegy (Bakony Mts, Hungary). Fragmenta Mineralogica et Palaeontologica 15, 115–137.

Nicosia, U., Parisi, G., 1979. *Saccocoma tenella* (Goldfuss)–Distribuzione stratigrafica e geografica. Bollettino della Societa Paleontologica Italiana 18 (2), 320–326.

Savary, B., Cecca, F., Bartolini, A., 2003. Étude stratigraphique du Rosso ammonitico du Monte Inici (domaine Trapanais, Sicile occidentale) : événements biosédimentaires au Jurassique moyen-Crétacé inférieur. Geodiversitas 25, 217–235.

Verniory, R., 1954. *Eothrix alpina* Lombard, Algue ou Crinoïde? Archives des Sciences, Genève 7 (4), 327.

Verniory, R., 1955. Extension géographique et stratigraphique du genre *Saccocoma* Agassiz dans le Dauphiné méridional et en Provence. Archives des Sciences, Genève 8, 225–226.

Verniory, R., 1956. La création du genre *Lombardia* Brönnimann est-elle justifiée? Archives des Sciences, Genève 9 (1), 86.

Verniory, R., 1960. Présence (et variétés) de *Saccocoma tenella* Goldfuss à Talloires (Haute−Savoie). Archives des Sciences, Genève 13, 250–257.

Pour citer cet article : Benzaggagh, M., et al., Description et biozonation des sections de crinoïdes saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) du domaine téthysien occidental. Annales de Paléontologie (2015), http://dx.doi.org/10.1016/j.annpal.2015.02.002