

Nouvelles données sur les ammonites du Valanginien - Hauterivien de la région stratotypique de Neuchâtel (Jura suisse) : implications biostratigraphiques

Pierre-Olivier MOJON* ¹

Antonio MUSOLINO ²

Stefan BUCHER ³

Bernard CLAUDE ³

Résumé : De nouvelles données sur les ammonites du Valanginien supérieur - Hauterivien inférieur apportent des précisions sur le schéma biostratigraphique du Crétacé inférieur de la région stratotypique de Neuchâtel (Jura suisse). Ainsi, *Stoicoceras pitrei* (BUSNARDO, 1966) du Calcaire roux limoniteux peut être rapportée à la partie supérieure de la biozone à *Saynoceras verrucosum* (sous-zone à *Karakaschiceras pronecostatum*) du Valanginien supérieur. Dans l'Hauterivien inférieur, *Olcostephanus* (*O.*) *variegatus* PAQUIER, 1900, de la partie supérieure des Marnes bleues d'Hauterive et *Saynella* cf. *clypeiformis* (d'ORBIGNY, 1841) des Marnes d'Uttings (sommets de la partie inférieure de la Pierre jaune de Neuchâtel) élargissent l'extension de la biozone à *Lyticoceras nodosoplicatum* par rapport à la biozone à *Crioceratites loryi* indiquée par *Saynella neocomiensis* (BAUMBERGER, 1905) et un unique spécimen de *Crioceratites* cf. gr. *loryi* (SARKAR, 1955) trouvé en 1907.

Mots-Clefs : Jura ; Suisse ; Valanginien ; Hauterivien ; ammonites ; biostratigraphie.

Citation: MOJON P.-O., MUSOLINO A., BUCHER S. & CLAUDE B. (2013).- Nouvelles données sur les ammonites du Valanginien - Hauterivien de la région stratotypique de Neuchâtel (Jura suisse) : implications biostratigraphiques.- *Carnets de Géologie [Notebooks on Geology]*, Brest, Article 2013/06 (CG2013_A06), p. 237-254.

Abstract: *New data on the Valanginian - Hauterivian Ammonites from the stratotypical area of Neuchâtel (Swiss Jura Mountains) : biostratigraphic implications.*- New collections of Upper Valanginian - Lower Hauterivian ammonites yield precisions about the biostratigraphical scheme of the Lower Cretaceous in the stratotypical area of Neuchâtel (Swiss Jura Mountains). Thus, *Stoicoceras pitrei* (BUSNARDO, 1966) from the "Calcaire roux limoniteux" is reported in the upper *Saynoceras verrucosum* Biozone (*Karakaschiceras pronecostatum* Subzone) of the Upper Valanginian. In the Lower Hauterivian, *Olcostephanus* (*O.*) *variegatus* PAQUIER, 1900, from the upper part of the "Marnes bleues d'Hauterive" and *Saynella* cf. *clypeiformis* (d'ORBIGNY, 1841) from the "Marnes d'Uttings" (top of the lower part of the "Pierre jaune de Neuchâtel") extend greatly the range of the *Lyticoceras nodosoplicatum* Biozone compared to a more reduced *Crioceratites loryi* Biozone indicated by *Saynella neocomiensis* (BAUMBERGER, 1905) and a unique specimen of *Crioceratites* cf. gr. *loryi* (SARKAR, 1955) found in 1907.

Key Words: Jura Mountains; Switzerland; Valanginian; Hauterivian; ammonites; biostratigraphy.

1. Introduction : cadre géographique, géologique et matériel (Figs. 1 - 2)

La découverte exceptionnelle d'ammonites nouvelles du Valanginien supérieur et de l'Hau-

terivien inférieur dans deux sites du Jura suisse (canton de Neuchâtel, Figs. 1 - 2) présente un grand intérêt biostratigraphique. L'un des sites se situe dans le Haut-Jura (Ponts-de-Martel / Voisinage, altitude 990m) alors que l'autre est

¹ * : Auteur correspondant - Corresponding author
rue Girardet 68, CH-2400 Le Locle (Suisse)
p.o.mojon@gmail.com

² rue St-Martin 3, CH-2088 Cressier (Suisse)

³ Muséum d'Histoire naturelle, rue des Terreaux 14, CH-2000 Neuchâtel (Suisse)

Manuscrit en ligne depuis le 2 août 2013

[Éditeur scientifique : Jean CHAROLLAIS ; éditeur technique : Bruno GRANIER]

placé plus au sud au pied de la première chaîne du Jura (Le Maley, altitude 660m). Les couches du Crétacé inférieur y sont disposées au sein de synclinaux (cartes géologiques : BOURQUIN *et al.*, 1968 ; SUTER & LÜTHI, 1969 ; VALLEY, 2002 ; PASQUIER & BURKHARD, en prép.), où elles ont été protégées de l'érosion et relativement bien préservées. Dans le Jura suisse occidental, le Crétacé inférieur mesure de 180 à 250 mètres d'épaisseur (TRÜMPY, 1980 ; SOMMARUGA, 1997) et constitue une série marine peu profonde à intercalations laguno-lacustres de plate-forme carbonatée affectée par de fortes fluctuations du niveau marin et des périodes d'émersion au Berriasien inférieur-moyen, au Valanginien inférieur et au Barrémien supérieur - Aptien inférieur. L'intervalle Berriasien-Barrémien (Néocomien *sensu lato*, cf. § 2 ci-dessous) comprend *grosso modo* des sédiments en grande partie oolithiques et bioclastiques de barres sableuses subtidales générées par des courants (partie basale du Marbre bâtard, Calcaire roux, Pierre jaune de Neuchâtel, Urgonien jaune). Ces dépôts alternent avec des calcaires massifs de lagon (Marbre bâtard *pro parte*, Urgonien blanc), ainsi que des marno-calcaires et des marnes (Purbeckien, Marnes d'Arzier, Marnes à *Astieria*, Marnes bleues d'Hauterive) de milieu calmes sous forte influence continentale d'après les apports importants d'argiles, de quartz détritiques et de fer. La couleur des sédiments y indique aussi le degré d'oxygénation des milieux de dépôts, plus ou moins anaérobies avec des teintes sombres, de la pyrite (fer réduit) et de la matière organique, ou alors bien oxygénés par le brassage de courants avec des couleurs jaune-ocre dues à des hydroxydes de fer (limonite, goéthite, hématite). L'abondance de la glauconie, minéral argileux néoformé en milieu marin ouvert, peut parfois aussi donner une teinte verdâtre à certains bancs (Marnes bleues, Pierre jaune, Urgonien jaune). L'Aptien-Albien est peu développé, avec des marno-calcaires et grès verts glauconieux de base (RENZ & JUNG, 1978) puis des marnes plastiques grises à fossiles pyriteux (CHAROLLAIS *et al.*, 1977 ; PASQUIER & BURKHARD, en prép.). Le Cénomannien, également peu épais, a été fortement affecté par l'érosion et n'est préservé que dans quelques affleurements très localisés sous forme de calcaires crayeux hémipélagiques à calcisphères (pithonelles), foraminifères planctoniques, oursins isolés [*Holaster laevis* (BRONGNIART, 1822)], inocérames et ammonites (RENZ & JUNG, 1978). Enfin, le Crétacé terminal a été entièrement érodé dans le Jura suisse, où sa présence et son développement, sans doute conséquent, sont attestés par de rares éléments remaniés (galets de calcaire marin à larges foraminifères benthiques des genres *Simplorbittoides*, *Lepidorbittoides*, *Omphalocyclus*, *Siderolites* et *Meandropsina* ; HÄFELI, 1966 ; RENZ & JUNG, 1978).

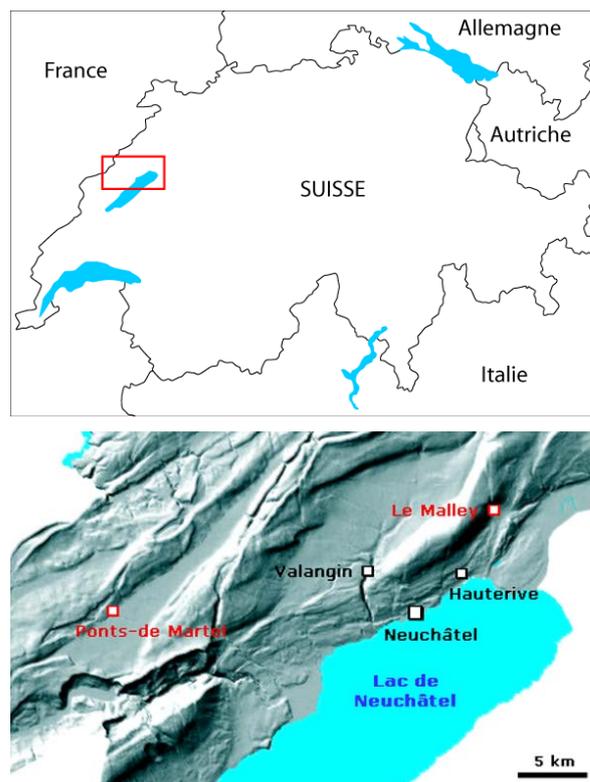


Figure 1 : Carte en relief de la région de Neuchâtel (Jura suisse occidental) avec les localités mentionnées pour le Valanginien-Hauterivien (modifiée d'après les données cartographiques © 2013 SITN - Système d'Information du Territoire Neuchâtelois - <http://www.ne.ch/sitn/>).

Figure 1: Relief map of the Neuchâtel area (Western Swiss Jura Mountains) showing the Valanginian-Hauterivian localities (modified after map data © 2013 SITN - Système d'Information du Territoire Neuchâtelois - <http://www.ne.ch/sitn/>).

Le site des Ponts-de-Martel se trouve à la sortie ouest de la localité au lieu-dit "Voisinage" (coordonnées carte nationale de la Suisse au 1:25 000, feuille 1163 Travers : 545.700/204.900) dans un emposieu (doline de captage des eaux de surface) qui alimente, via un vaste réseau karstique souterrain et une dénivellation de 300 mètres, la résurgence ou source vauclusienne de la Noiraigue à 4 km au sud. L'emposieu montre un important affleurement de calcaires et marno-calcaires oolithiques et bioclastiques de la Pierre jaune de Neuchâtel (Hauterivien inférieur et supérieur *pro parte*) formant une petite falaise d'une vingtaine de mètres, avec des couches redressées et renversées (BURKHARD *et al.*, 1998 ; VALLEY *et al.*, 2004) ainsi qu'une petite vire métrique de Marnes d'Uttins dans la partie médiane de l'escarpement (Fig. 2A-B). En mai 2011, l'un d'entre nous (P.-O.M.) y a trouvé un grand fragment d'ammonite de la zone à *nodosoplicatum* (partie supérieure de l'Hauterivien inférieur) dans un bloc éboulé de la partie inférieure des Marnes d'Uttins : *Saynella* cf. *clypeiformis* (d'ORBIGNY, 1841). De grands ostréides [*Aetostreon latissimum* (LAMARCK, 1801) ; = *Exogyra couloni* (DEFRANCE, 1821) d'ORBIGNY, 1841], des moules internes de bivalves indéterminés et une abon-

dante microfaune de bryozoaires, stromatopores, serpules, radioles d'oursins, articles de crinoïdes, brachiopodes (*Eudesia* sp.), foraminifères benthiques (lenticulines et diverses autres formes de nodosaires) et ostracodes [*Protocythere triplicata* (ROEMER, 1841), *Bairdia* sp., *Schuleridea* sp.] ont également été récoltés. *Protocythere triplicata*, ici très abondant, est un bon marqueur de l'Hauterivien et plus particulièrement de l'Hauterivien inférieur (REMANE *et al.*, 1989). Ces fossiles sont souvent en mauvais état de conservation, fragmentés et/ou usés. Les valves de *Aetostreon* sont souvent perforées par des lithophages et incrustées de bryozoaires et de serpules. Ces observations traduisent un milieu de dépôt à sédimentation réduite et agité par de forts courants qui caractérise bien la Pierre jaune de Neuchâtel.

Le site de Maley (coordonnées carte nationale de la Suisse au 1:25 000, feuille 1144 Val de Ruz : 566.350/210.375) est une gravière actuellement en voie de remblaiement (Fig. 2C) où l'exploitation des moraines würmiennes a mis à découvert dans les années 1980-1990 les couches du Crétacé inférieur, notamment le Calcaire roux limoniteux (oolithique et ferrugineux) du Valanginien supérieur et les Marnes bleues de l'Hauterive de l'Hauterivien inférieur (Fig. 2D-E). Certains d'entre nous (A.M., B.C.) y ont collecté dans les Marnes bleues de nombreuses ammonites se rapportant principalement à la zone à *radiatus* (1 à 6) voire à la zone à *loryi* (7 ; REMANE *et al.*, 1989 ; BULOT *et al.*, 1992), ainsi qu'à la zone à *nodosoplicatum* (8, Fig. 5A-F, spécimen découvert en mai 1988) :

- *Acanthodiscus radiatus* (BRUGUIÈRE, 1789),
- *Acanthodiscus pseudoradiatus* BAUMBERGER, 1906,
- *Acanthodiscus vaceki* (NEUMAYR & UHLIG, 1881),
- *Leopoldia leopoldina* (d'ORBIGNY, 1840),
- *Breistrofferella castellanensis* (d'ORBIGNY, 1840),
- *Olcostephanus (Olcostephanus) densicostatus* (WEGNER, 1909),
- *Saynella neocomiensis* (BAUMBERGER, 1905),
- *Olcostephanus (Olcostephanus) variegatus* PAQUIER, 1900.

Parmi la riche faune de brachiopodes, mollusques et échinodermes des Marnes bleues de l'Hauterivien inférieur récoltée dans cette localité, il faut encore signaler des nautilus assez abondants [*Cymatoceras pseudoelegans* (d'ORBIGNY, 1840)] ainsi que de rares bélemnites [*Duvalia binervia* (RASPAIL, 1829), *Hibolithes subfusiformis* (RASPAIL, 1829) ; JANSSEN, 2009] et oursins irréguliers de grande taille [*Pygurus montmollini* (AGASSIZ, 1839)]. Enfin, en octobre 1990, l'avancement des excavations dans le Calcaire roux limoniteux sur plus de 150 mètres au nord-est (coordonnées : 566.450/210.500) a permis la découverte de *Stoicoceras pitrei* (BUSNARDO, 1966), une ammonite rare du Valanginien supérieur (Fig. 4A-G). En vue générale (Fig. 2D), la gravière de Maley présente un lé-

ger plissement des couches du Crétacé inférieur avec un pendage modéré (20 à 30°) plongeant vers le sud-est. Néanmoins, les Marnes bleues et la Pierre jaune y présentaient une stratification chaotique et une importante fracturation comme dans le site de référence de la marnière de Cressier à 3 km au nord-est (REMANE *et al.*, 1989, p. 27-29 et 109-112). Cette situation anormale démontre que les couches ne sont pas réellement en place comme dans le cas du Cénomani en discordance angulaire sur son substratum du Crétacé inférieur, en formant ce qui a d'abord été interprété comme des écaillies tectoniques (REMANE, 1982 ; REMANE *et al.*, 1989). Toutefois, cette situation très paradoxale dans une région relativement peu plissée et tectonisée suggère qu'il s'agit vraisemblablement de remplissages d'anciennes cavités karstiques suite à l'effondrement de dolines. La formation et le remplissage de ces cavités karstiques remonterait au début du Tertiaire après une première phase d'émersion et d'érosion entre l'Eocène et l'Oligocène, avec la formation d'un karst important à grandes "poches sidérolithiques" réactivé plus tard au Miocène lors du plissement du Jura (AUBERT, 1975 ; BOL-LIGER *et al.*, 1993 ; HOOKER & WEIDMANN, 2000 ; KÄLIN *et al.*, 2001). Toutefois, des développements karstiques significatifs d'âge crétacé inférieur ont aussi été relevés localement dans le Jura au niveau des calcaires massifs du Berriasien-Valanginien, où de telles poches de remplissage auraient déjà pu se constituer (BLANC, 1996, p. 197 et 213 ; BLANC & MOJON, 1996 ; ARN *et al.*, 2004, 2005 ; MOJON, 2006). Une configuration particulière en vastes poches karstiques où auraient basculés et se seraient éboulés des paquets de couches sédimentaires expliquerait aussi l'exceptionnelle préservation dans la région de grands lambeaux de grès verts de l'Albien (sondage de Maley ; SUTER & LÜTHI, 1969) et de calcaires du Cénomani (RENZ & JUNG, 1978) formant le vaste affleurement du ravin du Mortruz d'une épaisseur de 12 mètres (Château Jeanjaquet entre Cornaux et Cressier) ainsi que des gisements plus petits actuellement recouverts de végétation (Souailon, marnière de Cressier, Alfermée au bord du lac de Bienne).

2. Stratigraphie du "Néocomien" de la région stratotypique de Neuchâtel : importance historique et état actuel des connaissances (Fig. 3A)

Cité dès 1840 par Alcide d'ORBIGNY dans sa "Paléontologie française", le Crétacé inférieur de la région de Neuchâtel fut très tôt étudié dans l'histoire de la géologie. Le terrain Néocomien défini par THURMANN (1835) d'après le nom latin de Neuchâtel (*Neocomum*) y est reconnu pour la première fois comme la partie inférieure du système Crétacé (Néocomien *sensu lato* se rapportant à l'intervalle Valanginien-Barrémien). Plus tard, deux étages stratigraphiques furent créés pour subdiviser ce Néocomien. Ils ont été

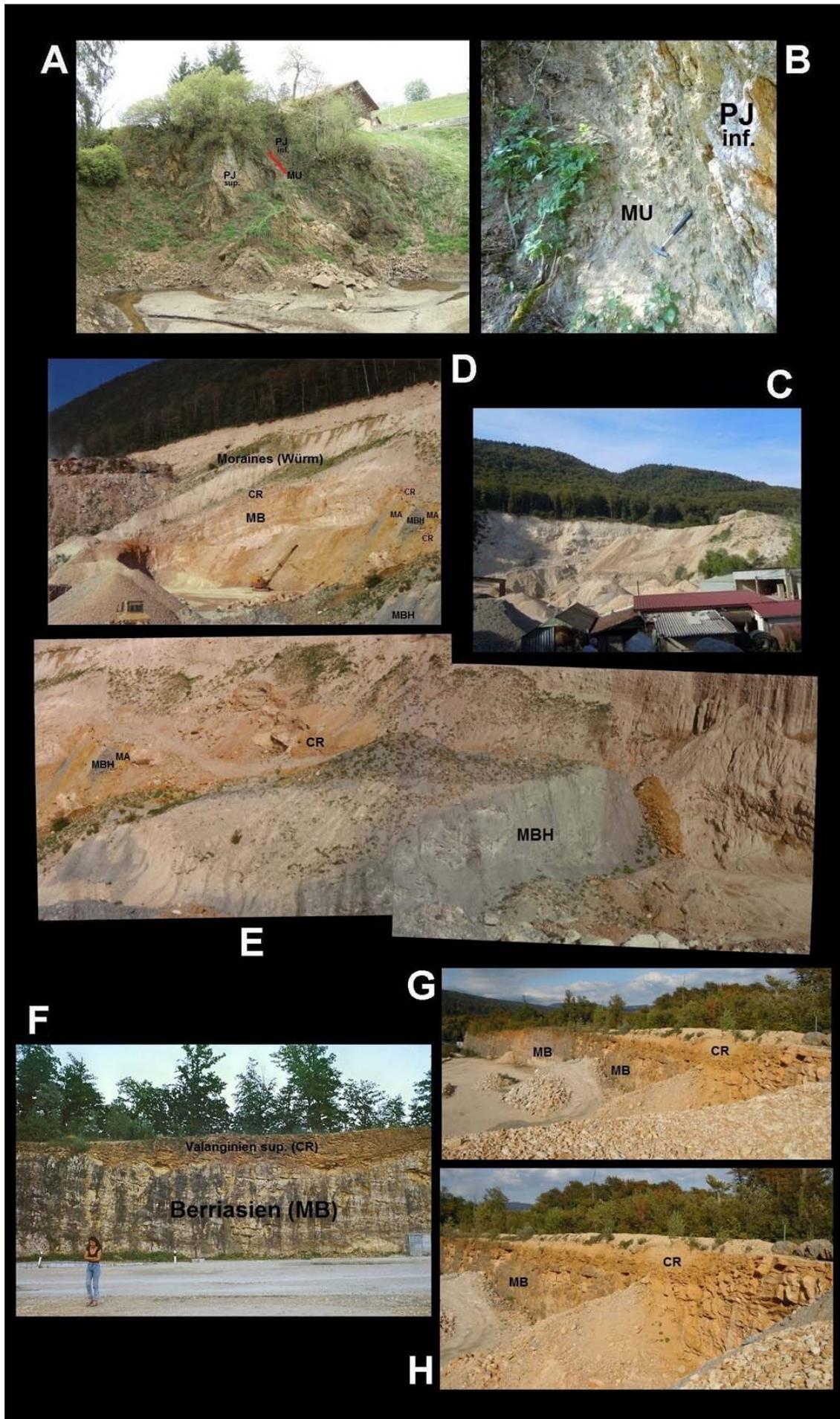
nommés d'après les localités de Valangin et d'Hauterive près de Neuchâtel : le Valanginien (DESOR, 1853) et l'Hauterivien (RENEVIER, 1874) définissant le Néocomien *sensu stricto* qui regroupe les Marnes à *Astieria*, les Marnes bleues d'Hauterive et la Pierre jaune de Neuchâtel. Par la suite, les stratotypes de ces deux étages ont dû être considérablement révisés, mais les noms de Valanginien et d'Hauterivien ont néanmoins été conservés essentiellement en fonction de leur importance historique (Comité français de stratigraphie, 1965 ; FLANDRIN *et al.*, 1975 ; REMANE *et al.*, 1989 ; BULOT, 1992). Dans le Jura suisse, le Valanginien s'est ainsi avéré limité aux Marnes d'Arzier et Calcaires roux du Valanginien inférieur ainsi qu'aux Marnes à *Astieria* du Valanginien supérieur (CHAROLLAIS *et al.*, 2008) ; le "Marbre bâtard" du Jura neuchâtelois (*sensu* DESOR & GRESSLY, 1859) censé en constituer la majeure partie se rapporte en fait au Berriasien (Berriasien moyen-supérieur) avec le "Purbeckien" laguno-lacustre sous-jacent (Berriasien inférieur) qui marque la régression de la fin du Jurassique (STEINHAUSER & CHAROLLAIS, 1971 ; CLAVEL *et al.*, 1986 ; BLANC, 1996 ; MOJON, 2002).

Pour l'Hauterivien, il s'est aussi avéré que les Marnes bleues et la Pierre jaune se rapportent principalement à l'Hauterivien inférieur (REMANE *et al.*, 1989). Dans les Marnes bleues, seule la biozone à *Acanthodiscus radiatus* [avec les genres *Acanthodiscus*, *Leopoldia*, *Breistrofferella*, *Oosterella*, *Saynella* et *Olcostephanus* (*O.*) spp.] a été reconnue comme vraiment significative en tant que première zone d'ammonites de l'étage dans la région stratotypique de Neuchâtel et le domaine téthysien (RAWSON *et al.*, 1999 ; REBOULET *et al.*, 2006, 2009, 2011). En complément aux travaux de référence du XIXe siècle, deux autres zones d'ammonites ont cependant été identifiées par la suite dans l'Hauterivien inférieur du Jura suisse, la zone à *Ioryi* dans les Marnes bleues (extension présumée entre Marnes bleues supérieures, "Mergel-und-Kalk-Zone" et Pierre jaune inférieure) et la zone à *nodosoplicatum* dans les Marnes d'Uttins à la base de la Pierre jaune supérieure (REMANE *et al.*, 1989). Cette biozonation des ammonites de l'Hauterivien inférieur du Jura suisse a ensuite encore été révisée avec l'élargissement de l'extension de la zone à *nodosoplicatum* par rapport à la zone à *Ioryi* (BULOT, 1992). Enfin, des données récentes (GODET *et al.*, 2010, 2011 ; HUCK *et al.*, 2013) autoriseraient une attribution à l'Hauterivien supérieur pour la Pierre jaune supérieure et à l'Hauterivien terminal - Barrémien pour les dépôts sus-jacents de l'Urgonien jaune (CAMPICHE & de TRIBOLET, 1858) en grande partie marno-calcaire et de l'Urgonien blanc (DESOR & GRESSLY, 1859) constitué de calcaires massifs oolithiques à rudistes ("calcaire à caprotines"). Ces résultats

sont en contradiction avec d'autres travaux (CLAVEL *et al.*, 2007 ; CHAROLLAIS *et al.*, 2008, 2012 ; CONRAD *et al.*, 2012) qui placent la partie sommitale de la Pierre jaune à la base de l'Hauterivien supérieur (biozone à *Subsaynella sayni*), l'Urgonien jaune et blanc du Jura neuchâtelois et vaudois dans l'Hauterivien supérieur, alors que l'Urgonien blanc atteint le Barrémien inférieur dans la région genevoise et le Barrémien supérieur dans le Jura méridional (CHAROLLAIS *et al.*, 2008, Fig. 3). La datation de l'Urgonien du Jura est donc encore très controversée selon les auteurs. Toutefois, les Marnes de la Russille au sommet de l'Urgonien jaune du Mormont et de la région de Neuchâtel ont fourni une riche faune d'ostracodes (P.O. MOJON, étude en cours) avec plusieurs espèces caractéristiques du Barrémien (BABINOT & COLIN, 2011) comme *Rehacythereis geometrica*, *Strigosocythere strigosa*, *Bairdoppilata luminosa* et *Neocythere (Centrocythere) gottisi*.

► **Figure 2** : Vues des sites étudiés. A-B : emposieu actif du Voisinage (Ponts-de-Martel, vues de 2011) avec couches redressées et renversées de la Pierre jaune de Neuchâtel, Hauterivien inférieur (PJ inf. = Pierre jaune inférieure ; MU = Marnes d'Uttins ; PJ sup. = Pierre jaune supérieure). B : vue de détail des Marnes d'Uttins (échelle : marteau = 31,5 cm). C-E : vues de la gravière de Maley. C : vue actuelle (2011) de la gravière en voie de remblaiement. D-E : vues de 1992 montrant les couches du Crétacé inférieur mises à découvert par l'exploitation des moraines du Würm (MB = Marbre bâtard du Berriasien moyen-supérieur ; CR = Calcaire roux du Valanginien supérieur ; MBH = Marnes bleues d'Hauterive de l'Hauterivien inférieur). F-H : vues de la carrière Juracime (Cornaux) à 1 km au sud-est de la gravière du Maley (F : en 1988 ; G-H : en 2011) montrant la surface érosive et chenalisée du Calcaire roux (CR) à stratifications entrecroisées (rides de courant) ravinant le Marbre bâtard (MB).

Figure 2: Views of the studied sites. A-B: active sinkhole of "Voisinage" (Ponts-de-Martel, views of 2011) with vertical and overturned strata of the Lower Hauterivian "Pierre jaune de Neuchâtel" (PJ inf. = "Pierre jaune inférieure"; MU = "Marnes d'Uttins"; PJ sup. = "Pierre jaune supérieure"). B: detailed view of the "Marnes d'Uttins" (scale: hammer = 31,5 cm). C-E: views of the Maley gravel pit. C: recent view (2011) of the gravel pit being filled. D-E: views of 1992 showing the Lower Cretaceous strata exposed by extraction of Würm moraines (MB = Middle-Upper Berriasian "Marbre bâtard"; CR = Upper Valanginian "Calcaire roux"; MBH = Lower Hauterivian "Marnes bleues d'Hauterive"). F-H: views of the Juracime quarry (Cornaux) 1 km south-east of the Maley gravel pit (F: in 1988; G-H: in 2011) showing the erosive and channelized surface of the "Calcaire roux" (CR) with crossbedded strata (current ripples) incised into the "Marbre bâtard" (MB).



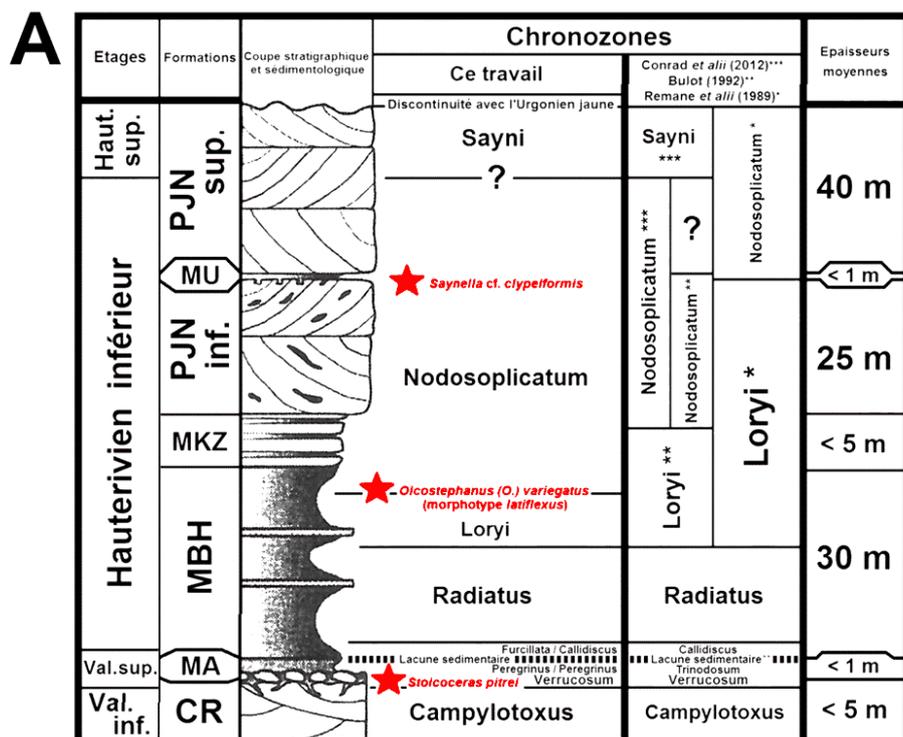


Figure 3 : Données litho- et biostratigraphiques. A : coupe stratigraphique du Valanginien supérieur - Hauterivien (*pro parte*) du Jura suisse avec positionnement (en rouge) des nouvelles ammonites (CR = Calcaire roux ; MA = Marnes à *Astieria* ; MBH = Marnes bleues d'Hauterive ; MKZ = "Mergel-und-Kalk-Zone" cf. "zone marno-calcaire" ; PJN = Pierre jaune de Neuchâtel ; MU = Marnes d'Uttins : modifié d'après GODET *et al.*, 2010). B : biozonation des ammonites des domaines téthysien et boréal, avec répartitions biostratigraphiques (en rouge) des nouvelles ammonites étudiées dans ce travail (d'après THIEULOUY *et al.*, 1990 ; BULOT *et al.*, 1992 ; BULOT, 1992 ; cette étude).

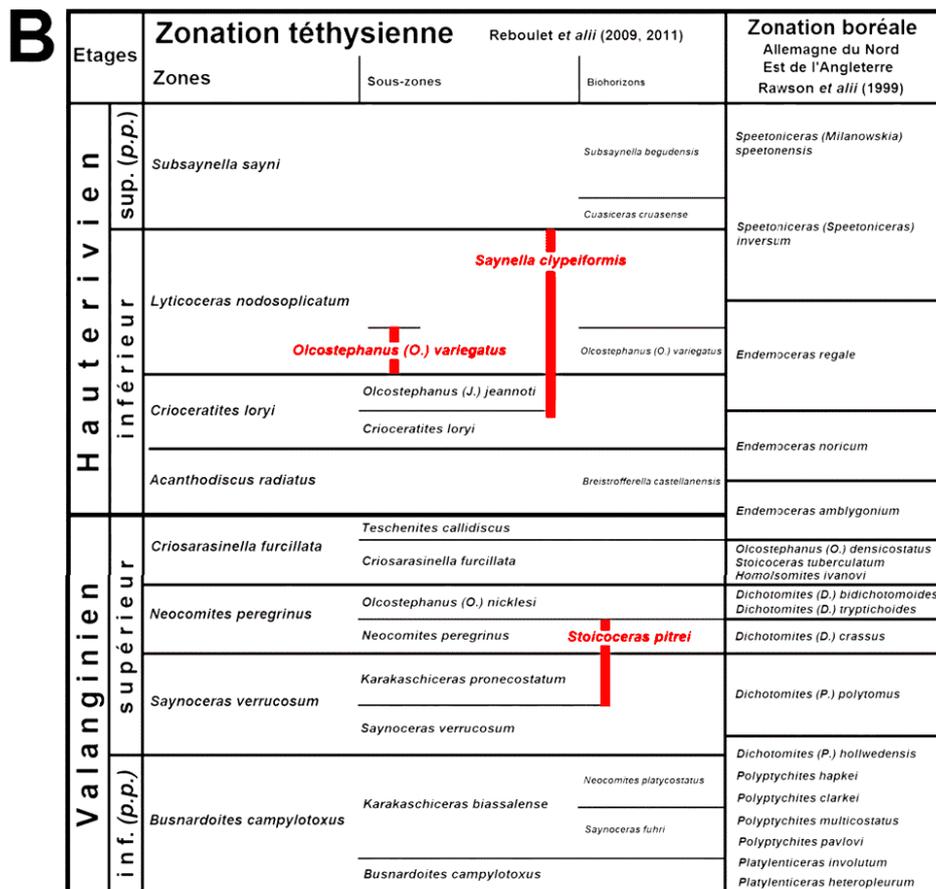


Figure 3: Litho- and biostratigraphical data. A : stratigraphic section of the Upper Valanginian - Lower Hauterivian (*pro parte*) of the Swiss Jura Mountains showing stratigraphic positions of the new ammonites (red stars). CR = "Calcaire roux"; MA = "Marnes à *Astieria*"; MBH = "Marnes bleues d'Hauterive"; MKZ = "Mergel-und-Kalk-Zone" cf. "marly-limestone interval"; PJN = "Pierre jaune de Neuchâtel"; MU = "Marnes d'Uttins" (modified after GODET *et al.*, 2010). B: biozonation of the ammonites in the Tethyan and Boreal realms, with biostratigraphical ranges of the new ammonites studied in this work (after THIEULOUY *et al.*, 1990; BULOT *et al.*, 1992; BULOT, 1992; this study).

3. Étude systématique

Cette étude suit une méthodologie descriptive et comparative basée sur les données de la littérature et les matériaux de référence des collections. Des mensurations très utiles ont aussi été effectuées sur les fossiles lorsque leur état de conservation le permettait, afin de déterminer et de comparer les rapports entre le diamètre (D), la hauteur (H) et l'épaisseur (E) du dernier tour, ainsi que la largeur de l'ombilic (O) des ammonites. Le but du travail est à la fois d'ordre taxonomique et biostratigraphique, les résultats des observations effectuées permettant une identification précise des ammonites et la mise en évidence des nouveaux éléments de datations qui s'y rapportent.

Embranchement Mollusca
LINNAEUS, 1758

Classe Cephalopoda
CUVIER, 1797

Sous-Classe Ammonoidea
von ZITTEL, 1884

Ordre Ammonitida
AGASSIZ, 1847

Sous-Ordre Ammonitina
HYATT, 1889

Super-Famille Neocomitoidea
SALFELD, 1921

Famille Neocomitidae
SALFELD, 1921

Sous-Famille
Neocomitinae SALFELD, 1921

Remarques préliminaires : selon VERMEULEN & BULOT (2007, p. 103-104), la Sous-Famille des Neocomitinae est un synonyme plus approprié pour redéfinir les Endemoceratinae SCHINDEWOLF, 1966. Le genre *Stoicoceras* (mentionné ci-dessous) autrefois rattaché aux Endemoceratinae (WRIGHT *et al.*, 1996 ; KLEIN, 2005) est donc transféré ici au Neocomitinae. Publié par WHITEHOUSE (1927) sous forme de note infrapaginale et sans nouvelle description, *Stoicoceras* est néanmoins un nom valide selon l'ICZN (Article 12, nouveaux noms publiés avant 1931).

Genre *Stoicoceras*

WHITEHOUSE, 1927

Espèce-type : *Ammonites (Hoplites) teuto-burgensis* WEERTH, 1884 (Néocomien, Allemagne du Nord), désignation de WHITEHOUSE (1927, p. 109).

Stoicoceras pitrei

(BUSNARDO, 1966)

(Fig. 4A-G)

1966 *Discostella pitrei* n. sp., BUSNARDO ; BUSNARDO *et al.*, p. 236-238, Figs. 2-3 ; Pl. 15, figs. 1-3.

1966 *Discostella* cf. *pitrei* BUSNARDO ; BUSNARDO *et al.*, p. 238, Pl. 15, fig. 4.

1996 *Stoicoceras tuberculatum* BUSNARDO ; WRIGHT *et al.*, p. 61, Fig. 45-5C.

Matériel : spécimen n° 371, collection A. MUSOLINO. Un moulage est déposé dans la collection du Muséum d'Histoire naturelle de Neuchâtel (MHNN n° FOS.984). Ce spécimen est complet et bien conservé, très légèrement déformé et aplati sur la partie externe du dernier tour, la coquille est préservée en calcite.

Localité et gisement : Le Maley, extrême sommet du Calcaire roux limoniteux au contact des Marnes à *Astieria* du Valanginien supérieur (faciès ferrugineux et glauconieux à pisolithes et stratifications entrecroisées, d'une épaisseur maximale de 5 mètres, Fig. 2E-H).

Description : l'ammonite étudiée correspond à un Néocomitidé caractérisé par une costulation proverse comprenant deux types distincts de côtes principales et secondaires, ainsi qu'un effacement progressif de l'ornementation. Ce spécimen présente une très bonne correspondance avec l'exemplaire-type illustré dans BUSNARDO *et al.* (1966). Sa taille est plus petite que pour l'holotype, qui est un peu plus grand et encore cloisonné à un diamètre similaire. La coquille est comprimée à modérément épaisse, les tours sont semi-évolutes avec une loge d'habitation occupant le dernier demi-tour. La section est arrondie. L'ombilic peu ouvert laisse apparaître les tours jeunes dont l'ornementation est forte, inégale et irrégulière. La costulation des tours juvéniles est saillante et proverse, avec des côtes primaires proéminentes bituberculées au premier tiers environ de la hauteur des tours et générant des faisceaux de côtes secondaires bifurquées ou trifurquées sur la moitié externe des flancs. Le stade adulte du dernier tour est presque discoïde, avec une section ogivale comprimée et un effacement important de l'ornementation. La costulation adulte présente un aspect dichotomique et est peu marquée, ainsi que faiblement proverse avec de rares trifurcations. La régression de la tuberculation se marque par des côtes primaires allongées formant de simples bullae ombilicales et des côtes secondaires très courtes, qui se terminent par de petits clavis latéro-ventraux bordant une aire siphonale en méplat.

Dimensions (en mm) :

	Dmax	D	H	(H/D)	E	(E/D)	O	(O/D)	E/H	O/H
Holotype	150		65.0	(43%)	42.0	(28%)	45.0	(30%)	65%	70%
Spécimen étudié	125	121	49.5	(41%)	34.5	(28%)	41.8	(34%)	70%	84%

Rapports et différences : plusieurs autres espèces plus ou moins fortement ornementées et tuberculées du genre *Stoicoceras* sont connues en Europe occidentale dans le Valanginien supérieur des domaines boréal et téthysien (KLEIN, 2005). Les espèces boréales (KEMPER *et al.*, 1981 ; BULOT, 1995) sont représentées par *S. teutoburgense* (WEERTH, 1884), *S. germanicum* (KEMPER *et al.*, 1981) et *S. saxonicum* (BULOT, 1995) de la Basse-Saxe dans le Nord de l'Allemagne, ainsi que *S. houdardi* (ROMAN, 1933) et *S. tuberculatum* (ROMAN, 1933) de la partie orientale du Bassin parisien (Meuse, Haute-Saône). Le Sud de la France et les régions voisines de la Téthys nord-occidentale ont livré *S. allavense* (THIEULOY *et al.*, 1990) ainsi que diverses formes à affinités téthysiennes ou boréales (WYSSLING, 1986 ; COMPANY, 1987 ; THIEULOY *et al.*, 1990 ; KUHN, 1996 ; BULOT *et al.*, 1997 ; FARAONI *et al.*, 1997 ; HOUŠA & VAŠÍČEK, 2004). L'espèce la plus proche de *S. pitrei* est *S. allavense* de la sous-zone à *peregrinus* (THIEULOY *et al.*, 1990, p. 74-75, Pl. 2, fig. 8 ; Pl. 4, figs. 1-3). De rares spécimens apparentés aux plexus *houdardi-tuberculata* et *pitrei-allavensis* ont également été récoltés dans le Sud de la France au niveau des sous-zones à *proncostatum* (*S. aff. houdardi* ; BULOT, 1995, Pl. 12, fig. 6) et à *nicklesi* (*S. sp. inc.* ; THIEULOY *et al.*, 1990, p. 75, Pl. 4, figs. 5-6). L'extension stratigraphique du genre *Stoicoceras* dans le domaine téthysien couvre donc la partie supérieure de la zone à *verrucosum* et la totalité de la zone à *peregrinus*. Les espèces boréales sont en général nettement plus jeunes et caractérisent l'intervalle entre les zones à *bidichotomoides* et à *tuberculatum*, qui correspond globalement aux sous-zones à *nicklesi* et à *furcillata* (Fig. 3B).

Répartition stratigraphique : Valanginien supérieur, partie supérieure de la zone à *verrucosum* (sous-zone à *proncostatum*) et partie inférieure de la zone à *peregrinus* (sous-zone à *peregrinus*) d'après CHAROLLAIS *et al.* (2008) et ce travail.

Répartition géographique : Jura franco-suisse uniquement (BUSNARDO *et al.*, 1966 ; ce travail).

Super-Famille Perisphinctoidea STEINMANN, 1890

Famille Olcostephanidae HAUG, 1910

Sous-Famille Olcostephaninae HAUG, 1910

Genre *Olcostephanus* NEUMAYR, 1875

Sous-Genre *Olcostephanus* NEUMAYR, 1875

Espèce-type : *Ammonites astierianus* d'ORBIGNY, 1840 (Néocomien inférieur-moyen, SE-France), désignation de NEUMAYR (1875, p. 922).

Olcostephanus (Olcostephanus) *variegatus* PAQUIER, 1900, morphotype *latiflexus* (BAUMBERGER, 1908)

(Fig. 5A-C)

v 1908 *Astieria latiflexa* BAUMBERGER ; BAUMBERGER, p. 5-6, Fig. 120 ; Pl. 26, fig. 6.

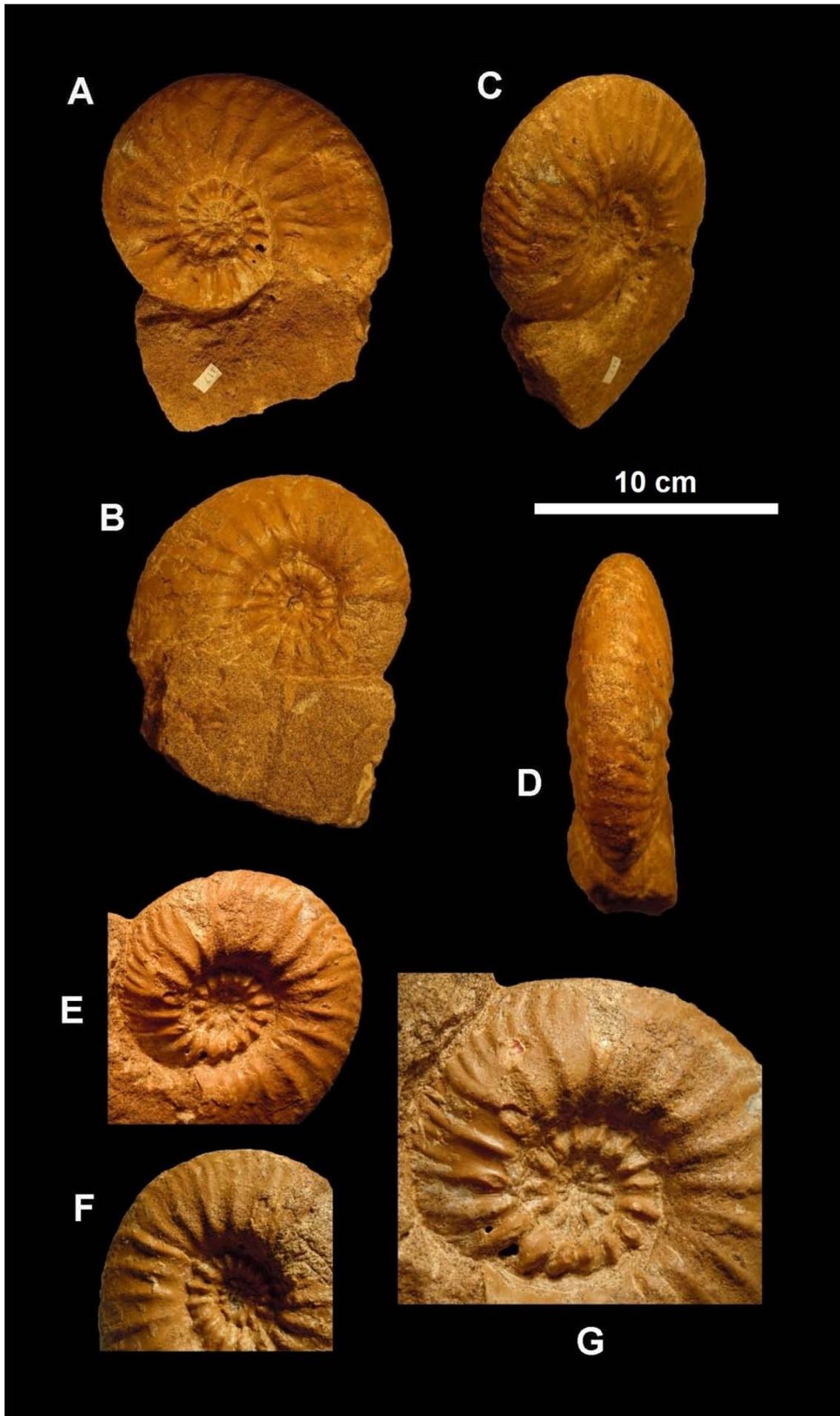
v 1992 *Olcostephanus (Olcostephanus) variegatus* PAQUIER morphotype *latiflexus* ; BULOT, p. 153-154, Pl. 2, figs. 1a-b, 2.

Matériel : spécimen n° 240.1, collection A. MUSOLINO. Un moulage est déposé dans la collection du Muséum d'Histoire naturelle de Neuchâtel (MHNN n° FOS.983). Ce spécimen est presque complet et conservé sous forme de moule interne, qui est légèrement déformé et aplati latéralement.

Localité et gisement : Le Maley, Marnes bleues d'Hauterive de l'Hauterivien inférieur.

► **Figure 4** : A-G : *Stoicoceras pitrei* (BUSNARDO, 1966). Sommet du Calcaire roux limoniteux, Valanginien supérieur (zone à *verrucosum*, sous-zone à *proncostatum*), Le Maley, Jura suisse. A-B : vues latérales (faces opposées). C : vue de la face A légèrement décalée. D : vue ventrale. E-G : détail de l'ornementation (E & G = face A ; F = face B).

Figure 4 : A-G : *Stoicoceras pitrei* (BUSNARDO, 1966). Top of the "Calcaire roux limoniteux", Upper Valanginian (Verrucosum Zone, Proncostatum Subzone), Le Maley, Swiss Jura Mountains. A-B: lateral views (opposite sides). C: view of the side A slightly rotated. D: ventral view. E-G: detail of the ornamentation (E & G = side A ; F = side B).



Description : ce spécimen adulte est caractérisé par une coquille involute et cadicône, à ombilic étroit et ornementation composite polyptychoïde. La chambre d'habitation occupe environ ½ tour et est partiellement déformée vers son extrémité, l'ouverture est très abîmée et le péristome n'est pas préservé. Des tubercules péri-ombilicaux sont bien développés au premier tiers de la hauteur des tours et prolongés sur les flancs ainsi que sur le ventre par des faisceaux à costulation assez grossière constitués de 3-4 côtes radiales souvent bifurquées. Il n'y a pas de côtes intercalaires et l'ornementation tend à s'effacer sur la partie adorale de la coquille.

Rapports et différences : parmi les *Olcostephanus* cadicônes à costulation polyptychoïde apparentés à *O. (O.) variegatus* et dérivant vraisemblablement de *O. (O.) sayni* (ancêtre commun ubiquiste à tendance cadicône de la zone à *loryi*), les morphotypes *singularis* et *latiflexus* (BULOT, 1990, 1992, 1995) apparaissent dans l'horizon à *variegatus* (Fig. 3B). Les morphotypes *latiflexus* se caractérisent par l'absence de côtes intercalaires entre les tubercules péri-ombilicaux, ceux-ci étant plus grands, plus nombreux (18-20) et avec moins de côtes radiales par faisceau (3-4) que chez les *variegatus* typiques (1-2 côtes intercalaires, 13-16 tubercules avec 5-6 côtes radiales). Les morphotypes *singularis* présentent également un nombre élevé de gros tubercules et de côtes radiales ainsi que 1-2 côtes intercalaires.

Répartition stratigraphique : Hauterivien inférieur, partie basale de la zone à *nodosoplicatum* (biohorizon à *variegatus* ; BULOT, 1990 ; BULOT *et al.*, 1992 ; REBOULET *et al.*, 2009, 2011).

Répartition géographique : mondiale, provinces méditerranéenne et subboréale en Europe (RAWSON *et al.*, 1999 ; RAWSON, 1999 ; VAŠÍČEK, 2010, p. 400).

Remarques : l'holotype d'*Astieria latiflexa* de BAUMBERGER (1908) provenait d'un sondage de la Percée du Seyon et d'un niveau non précisé des Marnes bleues d'Hauterive (au lieu-dit "Vau-seyon" à l'entrée ouest de la ville de Neuchâtel). Il a été refiguré par BULOT (1992) qui l'a attribué, à cause de sa provenance incertaine et de la datation indiquée (partie basale de la zone à *nodosoplicatum*), à la partie sommitale de la "Mergel-und-Kalk-Zone" ou marno-calcaires intermédiaires (*op. cit.*, Tableau p. 156) qui présente à l'état non altéré une même couleur foncée gris-bleuté que les marnes bleues. Le spécimen d'*Olcostephanus (O.) variegatus* morphotype *latiflexus* découvert au Maley démontre toutefois que ce taxon apparaît effectivement déjà dans la partie supérieure des Marnes bleues d'Hauterive et lève donc toute ambiguïté à ce sujet.

Super-Famille Pulchelloidea DOUVILLÉ, 1890

Famille Leopoldidae THIEULOUY, 1971

Sous-Famille Leopoldinae THIEULOUY, 1971

Genre *Saynella* KILIAN, 1910

Espèce-type : *Ammonites clypeiformis* d'ORBIGNY, 1841 (Néocomien moyen, SE-France), désignation de SPATH (1924, p. 88).

Saynella cf. clypeiformis (d'ORBIGNY, 1841)

(Fig. 5D-E)

Matériel : spécimen MHN n° FOS.982, collection du Muséum d'Histoire naturelle de Neuchâtel (leg P.O. MOJON). Ce spécimen est fragmentaire et conservé sous forme de moule interne.

Localité et gisement : Ponts-de-Martel, Marnes d'Uttins de l'Hauterivien inférieur.

Description : le spécimen examiné correspond à un grand fragment de coquille aplatie et lenticulaire, très involute et à petit ombilic. La section est étroite et élancée, un des côtés bien conservé présente un flanc faiblement convexe. Le dernier tour lisse se rapporte à un individu adulte avec un bord siphonal émoussé, il n'y a pas de caractères juvéniles apparents comme un bord siphonal tranchant ou une costulation falciforme à côtes principales et intercalaires parfois bifurquées. La loge d'habitation occupant ½ tour est non conservée. Quelques sutures tardives sont partiellement visibles avec une ligne cloisonnaire caractérisée par la longueur exceptionnelle du lobe latéral à 3 lobules.

Rapports et différences : le spécimen étudié présente une coquille involute oxycône, plate et lisse, avec un ombilic étroit et une paroi péri-ombilicale inclinée permettant une attribution au genre *Saynella*. La forme lenticulaire à section particulièrement étroite (E = 25 mm ; H = 70 mm ; E/H = 0,36) et le dernier tour à bord siphonal émoussé de ce phragmocône adulte correspondent parfaitement aux caractères particuliers de l'espèce *clypeiformis* (E/H = 0,46 à 0,30 ; REMANE *et al.*, 1989, p. 133-136), alors que *Saynella neocomiensis* présente une coquille discoïde nettement plus large (E/H = 0,48 à 0,42 ; REMANE *et al.*, 1989, p. 132-133).

Répartition stratigraphique : Hauterivien inférieur, partie supérieure de la zone à *loryi* (sommet de la sous-zone à *loryi* et sous-zone à *jeannoti*) et zone à *nodosoplicatum* (BULOT *et al.*, 1992 ; VERMEULEN, 2002).

Répartition géographique : Mésogée, domaine téthysien (zone méditerranéenne et Europe centrale ; BULOT *et al.*, 1992 ; PATRULIUS & AVRAM, 2004).

**Sous-Ordre Ancyloceratina
WIEDMANN, 1966**

**Super-Famille Ancyloceratoidea
GILL, 1871**

**Famille Crioceratitidae
GILL, 1871**

**Sous-Famille Crioceratitinae
GILL, 1871**

**Genre *Crioceratites*
LÉVEILLÉ, 1837**

Espèce-type : *Crioceratites duvalii* LÉVEILLÉ, 1837 (Néocomien inférieur, SE-France ; d'ORBIGNY, 1840-1842), désignation de DIENER (1925, p. 192).

***Crioceratites* cf. gr. *loryi*
(SARKAR, 1955)
(Fig. 5F-G)**

- v 1907 *Ancyloceras Duvalii* LÉVEIL. ; SCHARDT, p. 193.
- ? 1955 *Crioceras loryi* SARKAR ; SARKAR, p. 40-41, Fig. 5B ; Pl. 5, fig. 2.
- ? 1972 *Crioceratites (Crioceratites) loryi* (SARKAR, 1955) ; THIEULOY, p. 41-43, Figs. 4 q-t ; Pl. 5, figs. 1-5.
- v 1989 *Crioceratites* gr. *loryi* ; BUSNARDO & THIEULOY in REMANE *et al.*, p. 124.

Matériel : spécimen MHN n° REG.25436, collection du Muséum d'Histoire naturelle de Neuchâtel. Ce spécimen est incomplet et assez mal conservé sous forme de moule interne.

Localité et gisement : Neuchâtel (vallon du Vauseyon à l'ouest de la ville), sondage dans les Marnes bleues d'Hauterive de l'Hauterivien inférieur ("Percée du Seyon" ; SCHARDT, 1907).

Description : ce spécimen très abîmé présente des tours non jointifs à accroissement modéré faisant transparaître l'enroulement crioceratique des *Crioceratites* de l'Hauterivien depuis la zone à *loryi* (ROPOLO & SALOMON, 1992). Seule une partie de l'ornementation est conservée et bien visible sur une portion du dernier tour. Il s'agit d'une costulation serrée, fine et flexueuse constituée de 2 côtes principales épaisses et bituberculées (tubercules ombilicaux et externes diffus et seulement partiellement observables) et de 7 côtes secondaires intermédiaires entre les côtes principales. Pour comparaison, une costulation similaire caractérise les tours de stade moyen des *Crioceratites loryi* typiques du Sud-Est de la France (THIEULOY, 1972), avec 5 à 7 côtes secondaires (parfois bifurquées sur le haut des flancs) séparant 2 côtes principales épaissies (dédoublées) et bituberculées (Fig. 5H).

Répartition stratigraphique : Hauterivien inférieur, zone à *Crioceratites loryi* (REBOULET *et al.*, 2009, 2011).

Répartition géographique : Mésogée, domaine téthysien (zone méditerranéenne et Europe centrale ; BULOT *et al.*, 1992 ; PATRULIUS & AVRAM, 2004 ; REBOULET *et al.*, 2009, 2011).

Remarques : le spécimen de Neuchâtel présente une costulation plus fine que les exemplaires typiques de *Crioceratites loryi* (Fig. 5H), mais ses caractéristiques permettent toutefois de l'identifier effectivement comme un représentant de formes pouvant être regroupées dans cette espèce (J. VERMEULEN, comm. pers. 2012). Bien que reconnu et mentionné par BUSNARDO & THIEULOY (in REMANE *et al.*, 1989), ce spécimen important n'a curieusement jamais été décrit de façon détaillée ni figuré auparavant et seules les indications très générales de SCHARDT (1907) y faisaient référence : "La présence dans les marnes hauteriviennes de l'*Ancyloceras Duvalii* est particulièrement intéressante. C'est la première fois que cette espèce a été rencontrée dans le Jura suisse. M. de Loriol cite un fragment mal conservé trouvé au Salève, lequel pourrait être rapporté à cette espèce. L'échantillon du Vauseyon est presque complet, mais à l'état de moule et adhérent à la roche. Il ne se distingue pas, ni par sa forme, ni par ses ornements, des échantillons figurés du Néocomien des Voirons et du Midi de la France. La comparaison avec un bon échantillon provenant de Castellane, ne laisse aucun doute quant à la détermination de cette espèce".

Dans le Jura suisse, un autre fragment attribué à *Ancyloceras Duvalii* et provenant des marnes hauteriviennes de la région de Sainte-Croix (VD) a été décrit et figuré par PICTET & CAMPICHE (1861-1864, p. 37-39, Pl. 47bis, figs. 3a-b), mais ce spécimen trituberculé n'a cependant rien à voir avec *C. loryi* et se rapporte à *Rouviericeras quenstedti* (OOSTER, 1860) qui apparaît dans la sous-zone à *jeannoti*, partie supérieure de la zone à *loryi* (BULOT *et al.*, 1992 ; VERMEULEN *et al.*, 2008). Enfin, un troisième spécimen d'attribution incertaine (*Crioceratites* ? sp.), découvert plus récemment dans les Marnes bleues à Neuchâtel, est encore mentionné dans REMANE *et al.* (1989, p. 114).

4. Discussion

Les résultats de cette étude sur des ammonites nouvellement découvertes du Valanginien supérieur - Hauterivien inférieur de la région stratotypique de Neuchâtel (Jura suisse) peuvent être comparés aux données des travaux antérieurs et permettent de les compléter (Fig. 3A-B).

Le spécimen de *Stoicoceras pitrei* du Malley provient de l'extrême sommet du Calcaire roux limoniteux, un détail très important qui permet de préciser l'âge de cette ammonite et du niveau stratigraphique d'où elle provient. Un premier élément clé de datation est fourni dans le Jura central franco-suisse avec la mise en évidence de la zone à *verrucosum* grâce à la découverte déjà ancienne de *Saynoceras verrucosum* entre le sommet du Calcaire roux à

Valangin et la base des Marnes à *Astieria* à Villers-le-Lac (REMANE *et al.*, 1989 ; BULOT *et al.*, 1990). En outre, il est aussi établi (BULOT, 1992) que la faune d'ammonites des Marnes à *Astieria* du Jura central (= Marnes à Bryozoaires ou à Spongiaires ; PICTET & CAMPICHE, 1858-1860, p. 293 ; SCHARDT, 1895 ; JACCARD, 1869) se rapporte à la sous-zone à *peregrinus*, que les sous-zones à *nicklesi* et à *furcillata* correspondent à une importante lacune sédimentaire et que seule la sous-zone à *callidiscus* est représentée dans la partie basale des Marnes bleues d'Hauterive avec *Neocomites* (*Teschenites*) cf. *pachydicranus* THIEULOY, 1977, et *Olcostephanus* (*O.*) *densicostatus* (WEGNER, 1909). D'autre part, *Neohoploceras dubisiensis* (BAUMBERGER, 1906) est un taxon caractéristique des Marnes à *Astieria* qui permet de faire le lien avec la Formation du Bourget dans le Jura méridional, où cette espèce (= *Neocomites* ? aff. *dubisiensis*, BUSNARDO *et al.*, 1966, p. 231-232, Pl. 14, figs. 2-3) est associée à *Stoicoceras pitrei* et d'autres ammonites des genres *Karakaschiceras* et *Teschenites* (BUSNARDO *et al.*, 1966 ; CHAROLLAIS *et al.*, 2008, Fig. 5). Pour comparaison, l'holotype de *Neohoploceras dubisiensis* a été refiguré ici (Fig. 5I-K) en complément à la définition et aux dessins originaux de la première description de ce taxon (BAUMBERGER, 1906 ; *Hoplites dubisiensis* BAUMBG., p. 71-72, Pl. 12, figs. 1a-b), ainsi qu'à la révision du genre *Neohoploceras* par AGUIRRE-URRETA (1998). Ces données de référence démontrent qu'il s'agit bien d'une espèce caractéristique de *Neohoploceras* d'après la coquille semi-évolue avec 4 à 5 constrictions plus ou moins profondes par tour de spire, suivies d'une forte côte qui peut s'achever en tubercule médio-latéral proéminent.

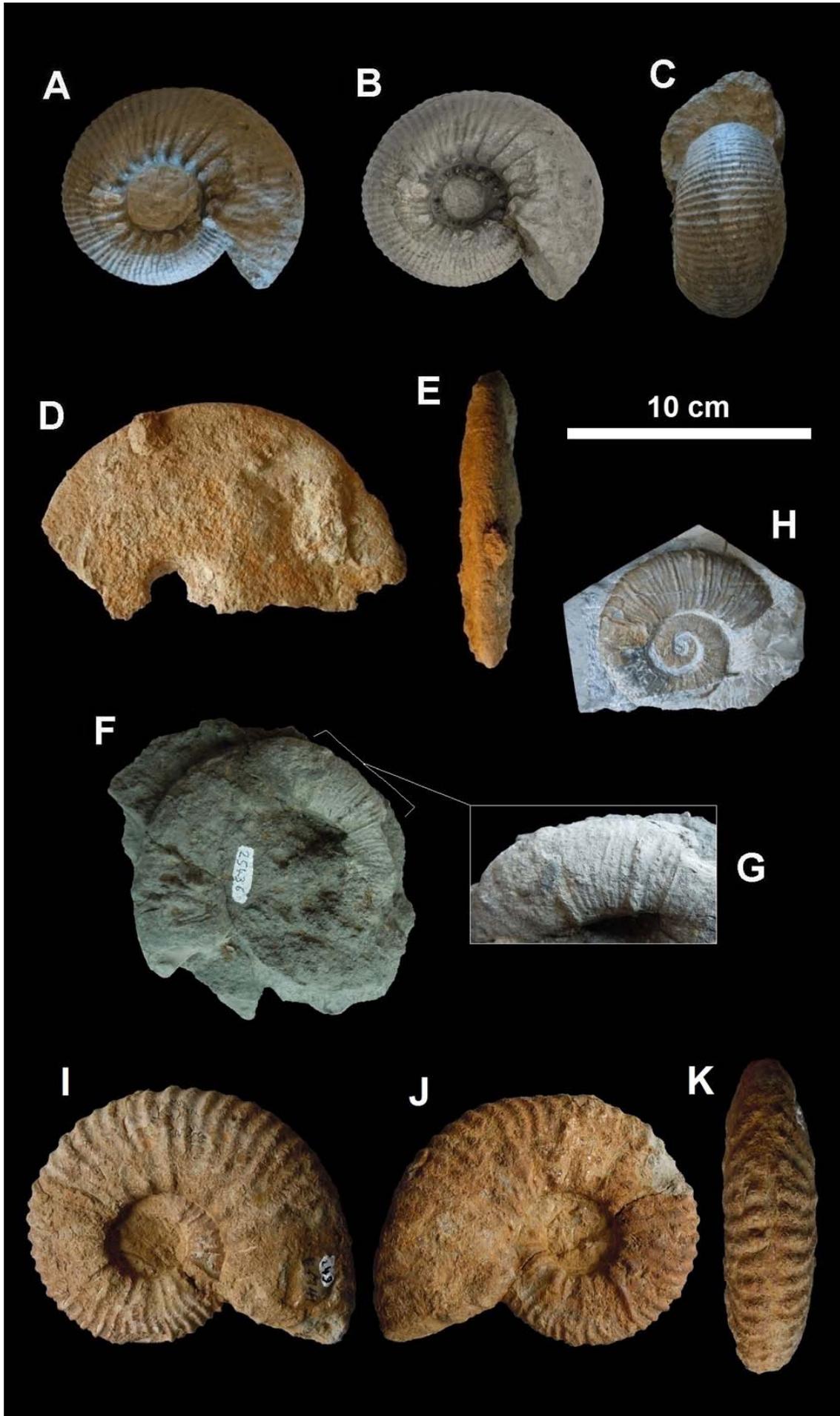
Par rapport au Jura méridional, la région de Neuchâtel et le Jura central présentent une extrême condensation du Valanginien supérieur avec des remaniements importants, la quasi-totalité du Calcaire roux limoniteux se rapportant au Valanginien inférieur d'après les *Platylenticeras* récoltés à Valangin jusque dans la partie sommitale de cette formation (CHAROLLAIS *et al.*, 2008, Figs. 4-5, p. 204-205). De plus, il faut aussi souligner que *Karakaschiceras pronecostatum* (FÉLIX, 1891) et des *Dichotomites* apparentées à des espèces boréales des zones à *polytomus* et à *crassus* (JELETZKY & KEMPER, 1988 ; BULOT, 1992) ont été récoltés une vingtaine de mètres sous le niveau à *Stoicoceras pitrei*, alors qu'à Valangin ces taxons se trouvent remaniés dans les Marnes à *Astieria* très nettement au-dessus du sommet du Calcaire roux et de la "Couche de Villers" qui a livré *Saynoceras verrucosum* (CHAROLLAIS *et al.*, 2008). Conformément à l'ensemble de ces observations, le spécimen de *Stoicoceras pitrei* et le sommet du Calcaire roux limoniteux du Malley peuvent donc raisonnablement être datés de la sous-zone à *pronecostatum*, partie supérieure de la zone à *verrucosum*. Cette attribution est en parfait accord avec les données du Sud-Est

de la France, où le plus ancien représentant du genre *Stoicoceras* a été récolté dans la sous-zone à *pronecostatum* de la coupe de La Charce (BULOT, 1995).

Concernant l'Hauterivien inférieur, la découverte d'*Olcostephanus* (*O.*) *variegatus* dans les Marnes bleues et de *Saynella* cf. *clypeiformis* à la base des Marnes d'Uttins permet de préciser l'extension de la zone à *nodosoplicatum* depuis la partie terminale des Marnes bleues jusque dans les Marnes d'Uttins au sommet de la Pierre jaune inférieure (Fig. 3A). Cela implique une réduction importante de l'extension présumée et encore mal définie de la zone à *loryi*, mise en évidence dans les Marnes bleues par les deux

► **Figure 5** : A-C : *Olcostephanus* (*Olcostephanus*) *variegatus* PAQUIER, 1900. Marnes bleues d'Hauterive, Hauterivien inférieur (partie inférieure de la zone à *nodosoplicatum*), Le Maley, Jura suisse. A-B : vue latérale (B avec ombilic dégagé ; face opposée mal préservée non figurée). C : vue ventrale. D-E : *Saynella* cf. *clypeiformis* (d'ORBIGNY, 1841). Marnes d'Uttins, Hauterivien inférieur (zone à *nodosoplicatum*), Ponts-de-Martel, Jura suisse. D : vue latérale (face opposée mal préservée non figurée). E : vue ventrale. F-G : *Crioceratites* cf. gr. *loryi* (SARKAR, 1955). Marnes bleues d'Hauterive, Hauterivien inférieur (zone à *loryi*), Vauseyon ("Percée du Seyon", Neuchâtel), Jura suisse. F : vue latérale. G : détail de l'ornementation (côtes principales tuberculées et côtes secondaires). H : *Crioceratites loryi* (SARKAR, 1955), vue latérale. Alternances marnes-calcaires, Hauterivien inférieur (zone à *loryi*), La Charce (Drôme), Sud-Est de la France. Leg P.O. MOJON, collection du Muséum d'Histoire naturelle de Neuchâtel (MHNN n° FOS.986). I-K : *Neohoploceras dubisiensis* (BAUMBERGER, 1906), holotype. Marnes à *Astieria*, Valanginien supérieur (zone à *peregrinus*, sous-zone à *peregrinus*), Vauseyon ("Percée du Seyon", Neuchâtel), Jura suisse. Collection du Muséum d'Histoire naturelle de Neuchâtel (MHNN n° FOS.922, n° coll. BAUMBERGER : M41). I-J : vues latérales. K : vue ventrale.

Figure 5 : A-C : *Olcostephanus* (*Olcostephanus*) *variegatus* PAQUIER, 1900. "Marnes bleues d'Hauterive", Lower Hauterivian (lower part of the *Nodosoplicatum* Zone), Le Maley, Swiss Jura Mountains. A-B: lateral views (B with cleared umbilicus ; opposite side badly preserved not represented). C: ventral view. D-E: *Saynella* cf. *clypeiformis* (d'ORBIGNY, 1841). "Marnes d'Uttins", Lower Hauterivian (*Nodosoplicatum* Zone), Ponts-de-Martel, Swiss Jura Mountains. D: lateral view (opposite side badly preserved not represented). E: ventral view. F-G: *Crioceratites* cf. gr. *loryi* (SARKAR, 1955). "Marnes bleues d'Hauterive", Lower Hauterivian (*Loryi* Zone), Vauseyon ("Percée du Seyon", Neuchâtel), Swiss Jura Mountains. F: lateral view. G: detail of the ornamentation (main ribs tuberculated and secondary ribs). H: *Crioceratites loryi* (SARKAR, 1955), lateral view. Marl-Limestone Alternations, Lower Hauterivian (*Loryi* Zone), La Charce (Drôme), SE France. Donation P.O. MOJON, collection of the Natural History Museum of Neuchâtel (NHMN n° FOS.986). I-K: *Neohoploceras dubisiensis* (BAUMBERGER, 1906), holotype. "Marnes à *Astieria*", Upper Valanginian (*Peregrinus* Zone, *Peregrinus* Subzone), Vauseyon ("Percée du Seyon", Neuchâtel), Swiss Jura Mountains. Collection of the Natural History Museum of Neuchâtel (NHMN n° FOS.922, n° coll. BAUMBERGER : M41). I-J: lateral views. K: ventral view.



rares spécimens de cf. *Rouviericeras quenstedti* et de *Crioceratites* cf. gr. *loryi* trouvés à Sainte-Croix (PICTET & CAMPICHE, 1861-1864) et à Neuchâtel (SCHARDT, 1907), ainsi que par l'apparition de *Saynella neocomiensis* (REMANE *et al.*, 1989, p. 114-115, 124, 133, 141 ; BULOT *et al.*, 1992) dont l'extension se poursuit toutefois jusque dans la partie basale de la zone à *nodosoplicatum* (ce travail). Le *Crioceratites* cf. gr. *loryi* de Neuchâtel décrit et figuré ici pour la première fois (Fig. 5I-J) représente donc une des seules preuves formelles de l'existence de la zone à *loryi* dans les Marnes bleues d'Hauterive de la région stratotypique de Neuchâtel.

Olcostephanus (*O.*) *variegatus* caractérise un biohorizon à la base de la zone à *nodosoplicatum* et *Saynella clypeiformis* apparaît dès le sommet de la sous-zone à *loryi* (BULOT *et al.*, 1992 ; BULOT 1995 ; REBOULET *et al.*, 2009, 2011). Déjà reconnue dans les Marnes d'Uttns du Jura d'après des ammonites du genre *Lyticoceras* (REMANE *et al.*, 1989), la zone à *nodosoplicatum* s'étend donc à la "Mergel-und-Kalk-Zone" (marno-calcaires intermédiaires avec *Saynella clypeiformis*) et aux Marnes bleues terminales jusqu'à présent attribuées à la zone à *loryi* (REMANE *et al.*, 1989 ; BULOT, 1992).

5. Conclusions

Dans le cadre de cette étude, de nouvelles données sur les ammonites du Crétacé inférieur de la région stratotypique de Neuchâtel permettent de préciser la biostratigraphie du Valanginien supérieur - Hauterivien inférieur du Jura franco-suisse (Fig. 3A). Ainsi, *Stoicoceras pitrei* complète les données des travaux antérieurs en permettant de rattacher le sommet du Calcaire roux limoniteux du Jura suisse occidental à la partie supérieure de la zone à *verrucosum* (sous-zone à *pronecostatum*) du Valanginien supérieur. D'autre part, le seul spécimen connu de *Crioceratites* cf. gr. *loryi* des marnes hauteriviennes de la région de Neuchâtel est décrit et figuré ici en tant que marqueur de la zone à *loryi* dans le Jura. En outre, l'extension de la zone à *nodosoplicatum* dans l'Hauterivien inférieur du Jura peut être précisée entre la partie terminale des Marnes bleues d'Hauterive et les Marnes d'Uttns de la Pierre jaune de Neuchâtel grâce à la découverte de deux ammonites caractéristiques, *Olcostephanus* (*O.*) *variegatus* (partie sommitale des Marnes bleues) et *Saynella* cf. *clypeiformis* (Marnes d'Uttns au sommet de la Pierre jaune inférieure).

Remerciements

Nous tenons à remercier Martin ZIMMERLI (Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel) qui a réalisé avec soin les moulages des nouvelles ammonites de cette étude déposés dans les collections du musée, ainsi que Luc BULOT (Université de Provence, Aix-Marseille) et Jean VERMEULEN (Barrême) pour leurs considérations sur ces ammonites. Bruno GRANIER (Université de Bretagne Occidentale, Brest), Robert BUSNARDO

(Saint-Didier-au-Mont-d'Or), Bernard CLAVEL (Messery), Gérard DELANOY (Université de Sofia-Antipolis, Nice) et Didier BERT (La Mure-Argens) ont très aimablement revu et corrigé avec soin notre manuscrit, nous leur adressons également nos vifs remerciements.

Références bibliographiques

- AGUIRRE-URRETA M.B. (1998).- The Ammonites *Karakaschiceras* and *Neohoploceras* (Valanginian Neocomitidae) from the Neuquen Basin, West-Central Argentina.- *Journal of Paleontology*, Tulsa, vol. 72, n° 1, p. 39-59.
- ARN R., CONRAD M.A. & WEIDMANN M. (2004).- Feuille 1261 Nyon de l'Atlas géologique de la Suisse au 1:25000, Carte 117.- Office Fédéral des Eaux et de la Géologie (OFEG), Berne-Ittigen.
- ARN R., CONRAD M.A., MEYER M. & WEIDMANN M. (2005).- Feuille 1261 Nyon de l'Atlas géologique de la Suisse au 1:25000.- *Notice explicative*, Office Fédéral des Eaux et de la Géologie (OFEG), Berne-Ittigen, 117, 101 p. (4 Pls.).
- AUBERT D. (1975).- L'évolution du relief jurassien.- *Ecolgae geologicae Helvetiae*, Basel, vol. 68, n° 1, p. 1-64.
- BABINOT J.F. & COLIN J.P. (2011).- Barremian ostracods from the Serre de Bleyton (Drôme, SE France).- *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, Serie A, vol. 113, p. 735-775.
- BAUMBERGER E. (1906).- Fauna der untern Kreide im westschweizerischen Jura.- *Abhandlungen der schweizerischen paläontologischen Gesellschaft*, Zürich, vol. 32 (1905), p. 1-80 (Pls. 4-13).
- BAUMBERGER E. (1908).- Fauna der untern Kreide im westschweizerischen Jura.- *Abhandlungen der schweizerischen paläontologischen Gesellschaft*, Zürich, vol. 35, p. 1-40 (Pls. 25-28).
- BLANC E. (1996).- Transect plate-forme - bassin dans les séries carbonatées du Berriasien supérieur et du Valanginien inférieur (domaines jurassien et nord-vocontien). Chronostratigraphie et transferts de sédiments.- *Géologie alpine*, Grenoble, (Mémoire H.S.), n° 25, 311 p.
- BLANC E. & MOJON P.O. (1996).- Un paléokarst du Crétacé basal (Berriasien moyen) dans le Jura suisse occidental (région de Bienne) : corrélations avec les domaines boréal et téthysien.- *Cretaceous Research*, London, vol. 17, n° 4, p. 403-418.
- BOLLIGER T., ENGESSER B. & WEIDMANN M. (1993).- Première découverte de mammifères pliocènes dans le Jura neuchâtelois.- *Ecolgae geologicae Helvetiae*, Basel, vol. 86, n° 3, p. 1031-1068.
- BOURQUIN Ph., BUXTORF R., FREI E., LÜTHI E., MÜHLETHALER C., RYNIKER K. & SUTER, H. (1968).- Feuille 1144 Val de Ruz de l'Atlas géologique de la Suisse au 1:25000.- Commission Géologique Suisse, Bâle.
- BULOT L.G. (1990, inédit).- Les *Olcostephaninae*

- (Ammonitina, Cephalopoda) du Crétacé inférieur (Valanginien-Hauterivien) du Sud-Est de la France.- D.S.E.R. Université de Dijon, 177 p.
- BULOT L. (1992).- Les Olcostephaninae valanginiens et hauteriviens (Ammonitina, Cephalopoda) du Jura franco-suisse : systématique et intérêt biostratigraphique.- *Revue de Paléobiologie*, Genève, vol. 11, n° 1, p. 149-166.
- BULOT L.G. (1995, inédit).- Les formations à ammonites du Crétacé inférieur dans le Sud-Est de la France (Berriasien à Hauterivien) : biostratigraphie, paléontologie et cycles sédimentaires.- Thèse du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 398 p.
- BULOT L., COMPANY M. & THIEULOUY J.P. (1990).- Origine, évolution et systématique du genre valanginien *Saynoceras* (Ammonitina, Olcostephaninae).- *Geobios*, Villeurbanne, vol. 23, n° 4, p. 399-413.
- BULOT L.G., MASSE J.P., MOUTIER L. & VIRGONE A. (1997).- Organisation stratigraphique et dynamique du Valanginien au passage plateforme/bassin en Basse-Provence (Sud-Est de la France).- *Bulletin de la Société géologique de France*, Paris, t. 168, n° 2, p. 171-179.
- BULOT L.G., THIEULOUY J.P., BLANC E. & KLEIN J. (1992).- Le cadre stratigraphique du Valanginien supérieur et de l'Hauterivien du Sud-Est de la France : définition des biochronozones et caractérisation de nouveaux biohorizons.- *Géologie alpine*, Grenoble, t. 68, p. 13-56.
- BURKHARD M., ATTEIA O., SOMMARUGA A., GOGNIAT S. & EVARD D. (1998).- Tectonique et hydrogéologie dans le Jura Neuchâtelois.- *Eclogae geologicae Helveticae*, Basel, vol. 91, n° 1, p. 177-183.
- BUSNARDO R., ENAY R. & PITRE B. (1966).- L'Hauterivien inférieur et ses ammonites près de Hauteville (Ain).- *Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon*, (n.s.), n° 13, p. 229-241, Pls. 14-15.
- CAMPICHE G. & TRIBOLET G. de (1858).- Description géologique des environs de Sainte-Croix.- *In* : PICTET F.J. & CAMPICHE G. (1858-1860).- *Matériaux pour la Paléontologie suisse*, Genève, (seconde série), p. 5-28.
- CHAROLLAIS J., CLAVEL B. & BUSNARDO R. (2008).- Biostratigraphie et découpage séquentiel des formations du Crétacé inférieur de la plateforme jurassienne (France, Suisse). *In* : A Terra: Conflitos e Ordem. Homenagem ao Prof. FERREIRA SOARES.- Museu e Laboratoria Mineralogica e Geologica Universidade de Coimbra, p. 197-207.
- CHAROLLAIS J., CLAVEL B., GRANIER B., BUSNARDO R. & CONRAD M.A. (2013, online first 22-nov-2012).- Discussion of the paper by GODET *et al.* 2011, entitled "Reconciling strontium-isotope and K-Ar ages with biostratigraphy: the case of the Urgonian platform, Early Cretaceous of the Jura Mountains, Western Switzerland" (*Swiss Journal of Geosciences*, 104, 147-160).- *Swiss Journal of Geosciences*, Basel. DOI: 10.1007/s00015-012-0112-6
- CHAROLLAIS J., MOULLADE M., OERTLI H.J. & RAPIN F. (1977).- Découverte de microfaunes de l'Albien moyen et supérieur dans la Vallée de Joux (Jura vaudois, Suisse).- *Geobios*, Villeurbanne, vol. 10, n° 5, p. 683-695.
- CLAVEL B., CHAROLLAIS J., BUSNARDO R. & LE HÉGARAT G. (1986).- Précisions stratigraphiques sur le Crétacé basal du Jura méridional.- *Eclogae geologicae Helveticae*, Basel, vol. 79, n° 2, p. 319-341.
- CLAVEL B., CHAROLLAIS J., CONRAD M.A., JAN DU CHÊNE R., BUSNARDO R., GARDIN S., ERBA E., SCHROEDER R., CHERCHI A., DECROUEZ D., GRANIER B., SAUVAGNAT J. & WEIDMANN M. (2007).- Dating the progradation of the Urgonian limestone from the Swiss Jura to South East France.- *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*, Stuttgart, vol. 158, n° 4, p. 1025-1062.
- Comité français de stratigraphie (1965).- Colloque sur le Crétacé inférieur (Lyon, septembre 1963).- *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, Orléans, vol. 34, 834 p.
- COMPANY M. (1987, inédit).- Los Ammonites del Valanginiense del sector oriental de las Cordilleras Béticas (SE de España).- Tesis Doctoral Universidad de Granada, 294 p.
- CONRAD M.A., CLAVEL B., CHAROLLAIS J., BUSNARDO R., ERBA E., GARDIN S., GRANIER B., JAN DU CHÊNE R., DECROUEZ D., CHERCHI A., SCHROEDER R., SAUVAGNAT J. & WEIDMANN M. (2012).- "Stratigraphic, sedimentological and palaeoenvironmental constraints on the rise of the Urgonian platform in the western Swiss Jura" by A. GODET *et al.*, (2010) *Sedimentology* 57, 1088-1125: Discussion.- *Sedimentology*, Oxford, vol. 59, n° 3, p. 1121-1125.
- DESOR E. (1853).- Quelques mots sur l'Étage inférieur du Groupe Néocomien (Étage Valanginien).- *Bulletin de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles*, vol. 3 (1854), p. 172-180.
- DESOR E. & GRESSLY A. (1859).- Études géologiques sur le Jura neuchâtelois.- *Mémoires de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles (Mémoires de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel)*, t. 4, p. 1-159 (2 cartes, 8 Pls.).
- DIENER C. (1925).- Ammonoidea neocretacea. *In* : C. DIENER (ed.), *Fossilium Catalogus. I: Animalia. Pars 29.*- W. Junk, Berlin. 244 p.
- FARAONI P., FLORE D., MARINI A., PALLINI G. & PEZZONI N. (1997).- Valanginian and early Hauterivian ammonite successions in the Mt Catria group (Central Apennines) and in the Lessini Mts (Southern Alps), Italy.- *Paleoepelagos*, Roma, vol. 7, p. 59-100.
- FLANDRIN J., SCHAER J.P., ENAY R., REMANE J. (coord.) et coll. (1975).- Colloque sur la limite Jurassique-Crétacé (Lyon-Neuchâtel, 1973).- *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, Orléans, n° 86, 393 p.
- GODET A., FÖLLMI K.B., BODIN S., DE KAENEL E., MATERA V. & ADATTE T. (2010).- Stratigraphic,

- sedimentological and palaeoenvironmental constraints on the rise of the Urgonian platform in the western Swiss Jura.- *Sedimentology*, Oxford, vol. 57, n° 4, p. 1088-1125.
- GODET A., FÖLLMI K.B., STILLE P., BODIN S., MATTERA V. & ADATTE T. (2011).- Reconciling strontium-isotope and K-Ar ages with biostratigraphy: the case of the Urgonian platform, Early Cretaceous of the Jura Mountains, Western Switzerland.- *Swiss Journal of Geosciences*, Basel, vol. 104, n° 1, p. 147-160.
- HÄFELI Ch. (1966).- Die Jura/Kreide – Grenzschichten im Bielerseegebiet (Kt. Bern).- *Ecolgae geologicae Helvetiae*, Basel, vol. 59, n° 2, p. 565-696.
- HOOKE J.J. & WEIDMANN M. (2000).- The Eocene mammal faunas of Mormont, Switzerland.- *Mémoires de la Société paléontologique Suisse*, Basel, vol. 120, 142 p.
- HOUŠA V. & VAŠÍČEK Z. (2004).- Ammonoidea of the Lower Cretaceous Deposits (Late Berriasian, Valanginian, Early Hauterivian) from štramberg, Czech Republic.- *Geolines*, Prague, vol. 18, p. 7-57.
- HUCK S., HEIMHOFER U., IMMENHAUSER A. & WEISERT H. (2013).- Carbon-isotope stratigraphy of Early Cretaceous (Urgonian) shoal-water deposits: Diachronous changes in carbonate-platform production in the north-western Tethys.- *Sedimentary Geology*, Amsterdam, vol. 290, p. 157-174.
- JACCARD A. (1869).- Description géologique du Jura vaudois et neuchâtelais.- *Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse*, Berne, (6ème livraison), 340 p.
- JANSSEN N.M.M. (2009).- Mediterranean Neocomian belemnites, part 3: Valanginian-Hauterivian belemnites.- *Carnets de Géologie [Notebooks on Geology]*, Brest, Mémoire 2009/01 (CG2009_M01), 44 p.
- JELETZKY J.A. & KEMPER E. (1988).- Comparative paleontology and stratigraphy of Valanginian Polytychitinae and Simbirskitinae in Sverdrup Basin (Arctic Canada) and Lower Saxony Basin (Northwest Germany).- *Bulletin of the Geological Survey of Canada*, Ottawa, vol. 377, 355 p.
- KÄLIN D., WEIDMANN M., ENGESSER B. & BERGER J.P. (2001).- Paléontologie et âge de la Molasse d'eau douce supérieure (OSM) du Jura neuchâtelais.- *Mémoires de la Société paléontologique Suisse*, Basel, vol. 121, p. 63-99.
- KEMPER E., RAWSON P.F. & THIEULOY J.P. (1981).- Ammonites of Tethyan ancestry in the early Lower Cretaceous of north-west Europe.- *Palaeontology*, London, vol. 24, n° 2, p. 251-311.
- KLEIN J. (2005).- Lower Cretaceous Ammonites I. Perisphinctaceae 1. Himalayitidae, Olcostephanidae, Holcodiscidae, Oosterellidae.- W. RIEGRAF (ed.), *Fossilium Catalogus. I: Animalia. Pars 139*.- Backhuys Publishers, Leiden. 484 p.
- KUHN O. (1996, inédit).- Der Einfluss von Verwitterung auf die Paläozeanographie zu Beginn des Kreide-Treibhausklimas (Valanginian und Hauterivian) in der West-Tethys.- Dissertation ETH Zürich, Zürich, 380 p.
- MOJON P.O. (2002).- Les Formations mésozoïques à Charophytes (Jurassique moyen-Crétacé inférieur) de la marge téthysienne nord-occidentale (Sud-Est de la France, Suisse occidentale, Nord-Est de l'Espagne). Sédimentologie, micropaléontologie, biostratigraphie.- *Géologie alpine*, Grenoble, (Mémoire H.S.), n° 41, 386 p.
- MOJON P.O. (2006).- Paléokarst, crocodiles nains et micropaléontologie du Valanginien d'Arzier (Jura suisse).- *Archives des Sciences*, Genève, vol. 59, n° 1, p. 47-60.
- NEUMAYR M. (1875).- Die Ammoniten der Kreide und die Systematik der Ammonitiden.- *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, Berlin, vol. 27, p. 854-942.
- ORBIGNY A. d' (1840-1842).- Terrains crétacés, Céphalopodes.- *Paléontologie française*, Paris, t. 1, 662 p.
- PASQUIER F. & BURKHARD M. (en prép.).- Feuille 1163 Val de Travers de l'Atlas géologique de la Suisse au 1:25000 et notice explicative.- Office Fédéral de Topographie swisstopo, Wabern.
- PATRULIUS D. & AVRAM E. (2004).- Lower Cretaceous ammonite assemblages and fossiliferous sites in the Dâmbovicioara Region.- *Acta Palaeontologica Romaniaae*, Bucuresti, vol. 4, p. 331-341.
- PICTET F.J. & CAMPICHE G. (1858-1860).- Description des fossiles du terrain crétacé des environs de Sainte-Croix (Suisse).- *Matériaux pour la Paléontologie suisse*, Genève, (seconde série, 1ère partie), 380 p. (Pls. 1-43).
- PICTET F.J. & CAMPICHE G. (1861-1864).- Description des fossiles du terrain crétacé des environs de Sainte-Croix (Suisse).- *Matériaux pour la Paléontologie suisse*, Genève, (seconde série, 2ème partie), 752 p. (Pls. 44-98).
- RAWSON P.F. (1999).- Long-distance correlations in the Valanginian-Hauterivian: Argentina – Western Mediterranean – NW Europe.- *Scripta Geologica*, Leiden, Spec. Issue 3, p. 151-158.
- RAWSON P.F., HOEDEMAEKER Ph.J., AGUIRRE-URRETA M.B., AVRAM E., ETTACHFINI M., KELLY S.R.A., KLEIN J., KOTETISHVILI E., OWEN H.G., ROPOLLO P., THOMSON M.R.A., WIPPICH M. & VAŠÍČEK Z. (1999).- Report on the 4th International Workshop of the Lower Cretaceous Cephalopod Team (IGCP-Project 362).- *Scripta Geologica*, Leiden, Spec. Issue 3, p. 3-13.
- REBOULET S. & HOEDEMAEKER P.J. (reporters), AGUIRRE-URRETA M.B., ALSEND P., ATROPS F., BARABOSHKIN E.Y., COMPANY M., DELANOY G., DUTOUR Y., KLEIN J., LATIL J.-L., LUKENEDER A., MITTA V., MOURGUES F.A., PLOCH I., RAISOSADAT N., ROPOLLO P., SANDOVAL J., TAVERA J.M., VAŠÍČEK Z., VERMEULEN J., with the participation of ARNAUD H., GRANIER B. & PREMOLI-

- SILVA I. (2006).- Report on the 2nd international meeting of the IUGS Lower Cretaceous ammonite working group, the "KILIAN Group" (Neuchâtel, Switzerland, 8 September 2005).- *Cretaceous Research*, London, vol. 27, n° 5, p. 712-715.
- REBOULET S. & KLEIN J. (reporters), BARRAGÁN R., COMPANY M., GONZÁLEZ-ARREOLA C., LUKENEDER A., RAISOSSADAT S.N., SANDOVAL J., SZIVES O., TAVERA J.M., VAŠÍČEK Z. & VERMEULEN J. (2009).- Report on the 3rd International Meeting of the IUGS Lower Cretaceous Ammonite Working Group, the "KILIAN Group" (Vienna, Austria, 15th April 2008).- *Cretaceous Research*, London, vol. 30, n° 2, p. 496-502.
- REBOULET S., RAWSON P.F., MORENO-BEDMAR J.A., AGUIRRE-URRETA M.B., BARRAGÁN R., BOGOMOLOV Y., COMPANY M., GONZÁLEZ-ARREOLA C., STOYANOVA V.I., LUKENEDER A., MATRION B., MITTA V., RANDRIANALY H., VAŠÍČEK Z., BARBOSHKIN E.J., BERT D., BERSAC S., BOGDANOVA T.N., BULOT L.G., LATIL J.L., MIKHAILOVA I.A., ROPOLO P. & SZIVES O. (2011).- Report on the 4th International Meeting of the IUGS Lower Cretaceous Ammonite Working Group, the "KILIAN Group" (Dijon, France, 30th August 2010).- *Cretaceous Research*, London, vol. 32, n° 6, p. 786-793.
- REMANE J. (1982).- Die Kreide des Neuenburger Juras (Exkursion D am 15. April 1982).- *Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins*, Stuttgart, (N.F.), vol. 64, p. 47-59.
- REMANE J., BUSNARDO R., CHAROLLAIS J. et coll. (1989).- Révision de l'étage Hauterivien (région-type et environs, Jura franco-suisse).- *Mémoires de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles*, t. 11, 322 p.
- RENEVIER E. (1874). - Tableau des terrains sédimentaires formés pendant les époques de la phase organique du globe terrestre avec leurs représentants en Suisse et dans les régions classiques, leurs synonymes et les principaux fossiles de chaque étage.- *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences Naturelles*, Lausanne, vol. 12, n° 70, p. 238-239 ; vol. 13, n° 72, p. 218-252.
- RENZ O. & JUNG P. (1978).- Aptian to Maastrichtian in the Swiss Jura Mountains.- *Eclogae geologicae Helvetiae*, Basel, vol. 71, n° 1, p. 1-18.
- ROMAN F. (1933).- Sur quelques formes de Céphalopodes de l'Hauterivien de l'Yonne et des régions voisines.- *Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon*, Lyon, n° 22, 22 p. (Pls. 1-4).
- ROPOLO P. & SALOMON M. (1992).- Évolution du déroulement - Passage du stade criocératique au stade subaspinocératique ou protacriocératique - chez certaines populations d'ammonites hétéromorphes de l'Hauterivien moyen (zones à *Nodosoplicatum* et à *Sayni*).- *Géologie méditerranéenne*, Marseille, t. XIX, n° 3, p. 189-227.
- SARKAR S.S. (1955).- Révision des ammonites déroulées du Crétacé inférieur du Sud-Est de la France.- *Mémoires de la Société géologique de France*, Paris, (n. s.), n° 72, 176 p. (11 Pls.).
- SCHARDT H. (1895).- L'âge de la marne à bryozoaires et la coupe du néocomien du Collaz, près de Ste-Croix.- *Eclogae geologicae Helvetiae*, Lausanne, t. 4, p. 379-383.
- SCHARDT H. (1907).- Sur le résultat de sondages dans le Néocomien au Vauseyon et le profil géologique d'une nouvelle percée pour le détournement du Seyon.- *Bulletin de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles*, vol. 34, p. 186-206.
- SOMMARUGA A. (1997).- Geology of the central Jura and the Molasse Basin: new insight into an evaporite-based foreland fold and thrust belt.- *Mémoires de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles*, t. 12, 176 p. (9 Pls.).
- SPATH L.F. (1924).- On the ammonites of the Speeton Clay and the subdivisions of the Neocomian.- *Geological Magazine*, London, vol. 61, n° 2, p. 73-89.
- STEINHAUSER N. & CHAROLLAIS J. (1971).- Observations nouvelles et réflexions sur la stratigraphie du "Valanginien" de la région neuchâteloise et ses rapports avec le Jura méridional.- *Geobios*, Villeurbanne, vol. 4, n° 1, p. 7-59.
- SUTER H. & LÜTHI E. (1969).- Erläuterungen zu Blatt 1144 Val de Ruz der Geologischen Atlas der Schweiz 1:25000.- Schweizerische Geologische Kommission, Basel, 32 p.
- THIEULOY J.P. (1972).- Biostratigraphie des lentilles à périgrinelles (brachiopodes) de l'Hauterivien de Rottier (Drôme, France).- *Geobios*, Villeurbanne, vol. 5, n° 1, p. 5-53 (5 Pls.).
- THIEULOY J.P. (1977).- La zone à *callidiscus* du Valanginien supérieur vocontien (Sud-Est de la France). Lithostratigraphie, ammonitofaune, limite Valanginien-Hauterivien, corrélations.- *Géologie alpine*, Grenoble, vol. 53, p. 83-143.
- THIEULOY J.P., FUHR M. & BULOT L. (1990).- Biostratigraphie du Crétacé inférieur de l'Arc de Castellane (S.E. de la France). 1: Faunes d'ammonites du Valanginien supérieur et âge de l'horizon dit de "La Grande Lumaçelle".- *Géologie méditerranéenne*, Marseille, t. XVII, n° 1, p. 55-99.
- THURMANN J. (1835).- Sur le terrain crétacé du Jura.- *Bulletin de la Société géologique de France*, Paris, (1ère série), t. 7 (1836), p. 207-211.
- TRÜMPY R. (1980).- Geology of Switzerland. Part A: An outline of the Geology of Switzerland. In : Guide book of excursion field.- Schweizerische Geologische Kommission, Basel, 104 p.
- VALLEY B. (2002, inédit).- La vallée des Ponts-de-Martel. Rétro-déformation 3-D d'une structure complexe dans le Jura neuchâtelois.- Master's thesis, Université de Neuchâtel, 107 p.

- URL : http://www.mirarco.org/files/publications/1292868954valley_02_la_586951.pdf
- VALLEY B., BURKHARD M. & SCHNEGG P.A. (2004).- Dépliage 3-D des anticlinaux bordant le synclinal fermé de la vallée des Ponts, Jura central, Suisse.- *Eclogae geologicae Helvetiae*, Basel, vol. 97, n° 2, p. 279-291.
- VASÍČEK Z. (2010).- Early Cretaceous ammonites from the Butkov Quarry (Manín Unit, Central Western Carpathians, Slovakia).- *Acta Geologica Polonica*, Warszawa, vol. 60, n° 3, p. 393-415.
- VERMEULEN J. (2002).- Étude stratigraphique et paléontologique de la Famille des Pulchellidae (Ammonoidea, Ammonitina, Endemocerataceae).- *Géologie alpine*, Grenoble, (Mémoire H.S.), n° 42, 333 p.
- VERMEULEN J. & BULOT L.G. (2007).- Données nouvelles sur la classification phylogénétique des ammonites du Crétacé inférieur.- *Annales du Muséum d'Histoire naturelle de Nice*, t. XXII, p. 101-112.
- VERMEULEN J., DUYÉ J.P., LAZARIN P., LEROY L. & MASCARELLI E. (2008).- Nouvelles données taxinomiques sur la Famille des Crioceratitidae GILL, 1871 (Ancyloceratina, Ancyloceratoidea).- *Riviera Scientifique*, Nice, vol. 92 (2009), p. 65-76.
- WEERTH O. (1884).- Die Fauna des Neocomsandsteins im Teutoburger Walde.- *Palaeontologische Abhandlungen*, Berlin, vol. 2, n° 1, p. 1-77 (11 Pls.).
- WHITEHOUSE F.W. (1927).- Additions to the Cretaceous ammonite fauna of eastern Australia. Part. 1. (Simbirskitidae, Aconoceratidae and Parahoplitidae).- *Memoirs of the Queensland Museum*, Brisbane, vol. 9, n° 1, p. 109-120.
- WRIGHT C.W., CALLOMAN J.H. & HOWARTH M.K. (1996).- Treatise of Invertebrate Paleontology. Part L, Revised. Mollusca 4. Volume 4: Cretaceous Ammonoidea.- Geological Society of America (Boulder, Co) and University of Kansas (Lawrence, KS), 362 p.
- WYSSLING G. (1986).- Der frühkretazische helvetische Schelf in Vorarlberg und im Allgäu - Stratigraphie, Sedimentologie und Paläogeographie.- *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, Wien, vol. 129, n° 1, p. 161-265.