

Zeitschrift: Swiss bulletin für angewandte Geologie = Swiss bulletin pour la géologie appliquée = Swiss bulletin per la geologia applicata = Swiss bulletin for applied geology

Band: 16 (2011)

Heft: 1

Artikel: Deux nouveaux membres lithostratigraphiques de la Formation de Reuchenette (Kimméridgien, Ajoie, Jura suisse) : nouvelles données géologiques et paléontologiques acquises dans le cadre de la construction de l'autoroute A16 (Transjurane)

Autor: Comment, Gaël / Ayer, Jacques / Becker, Damien

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-327738>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 04.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Deux nouveaux membres lithostratigraphiques de la Formation de Reuchenette (Kimméridgien, Ajoie, Jura suisse) – Nouvelles données géologiques et paléontologiques acquises dans le cadre de la construction de l'autoroute A16 (Transjurane)

Gaël Comment¹, Jacques Ayer², Damien Becker¹

Mots-clés: Ajoie, Kimméridgien, Jurassique supérieur, Formation de Reuchenette, Membre de Vabenau, Membre de Courtedoux.

Résumé

En lien avec la construction de l'A16 (Transjurane), de nombreux affleurements datés du Jurassique supérieur ont été mis au jour en Ajoie (Canton du Jura, Suisse). Les fouilles paléontologiques (réalisées par la Paléontologie A16), les travaux autoroutiers, l'ouverture de nouvelles carrières et la réalisation de forages carottés ont conduit à une documentation géologique conséquente. Ces nouvelles données acquises grâce aux observations sur le terrain et en laboratoire permettent aujourd'hui de proposer un nouveau découpage lithostratigraphique et de préciser l'évolution latérale des lithofaciès de la plateforme carbonatée de la fin du Jurassique. Deux nouvelles unités sont définies pour la Formation de Reuchenette: le Membre de Vabenau et le Membre de Courtedoux.

Zusammenfassung

Im Zusammenhang mit dem Bau der Autobahn A16 (Transjurane) wurden zahlreiche Aufschlüsse des Oberen Jura der Ajoie (Kanton Jura, Schweiz) freigelegt. Paläontologische Ausgrabungen (durch die Paläontologie A16), Tiefbauarbeiten entlang der Autobahn, neu eröffnete Steinbrüche sowie Kernbohrungen erbrachten eine ausführliche geologische Dokumentation. Diese neuen, durch Beobachtungen im Gelände und durch Laboruntersuchungen erweiterten Daten erlauben eine neue lithostratigraphische Einteilung und ein besseres Verständnis der lateralen Lithofaziesentwicklung der spätjurassischen Karbonatplattform. So werden zwei neue stratigraphische Einheiten für die Reuchenette Formation definiert: das Vabenau Member und das Courtedoux Member.

Abstract

In the framework of the construction of the A16 motorway (Transjurane), numerous outcrops from the Upper Jurassic were available in the Ajoie region (Canton Jura, northwestern Switzerland). Palaeontological excavations (by the Palaeontology A16), highway construction, opening of new quarries and realization of core drillings led to an important geological documentation. This set of new data, both from field and laboratory observations, allows to propose new lithostratigraphic subdivision and to precise the lateral evolution of facies within the Late Jurassic carbonate platform. Two new units are defined for the Reuchenette Formation: the Vabenau Member and the Courtedoux Member.

¹ Section d'Archéologie et Paléontologie, République et Canton du Jura, Office de la culture, Hôtel des Halles, CH-2900 Porrentruy, Suisse

² Musée Jurassien des Sciences Naturelles, Route de Fontenais 21, CH-2900 Porrentruy, Suisse

1. Introduction

Les premières observations lithologiques dans la chaîne du Jura remontent au XIX^{ème} siècle déjà (Fig. 1). Cependant, la stratigraphie du Jurassique supérieur en Ajoie n'était définie jusqu'à récemment que par une documentation limitée à de rares affleurements naturels, des forages isolés et quelques carrières (e. g. Mouchet 1995; Gygi 2000). Depuis le début des travaux de la construction de la Transjurane (A16) en 1987, un ensemble important de terrains géologiques inédits est devenu accessible. A l'horizon 2012, la plupart de ces affleurements éphémères seront recouverts. Dans cette perspective, un maximum de données a été récolté depuis la mise sur pied en 2000 de la Paléontologie A16 (PAL A16, Office de la Culture, Porrentruy, République et Canton du Jura) et de nombreux relevés stratigraphiques sont archivés dans le cadre de rapports internes et de travaux universitaires (e. g. Fosso Menkem 2007; Gretz 2007; Sandoz 2009, 2010). Cette étude présente une nouvelle synthèse stratigraphique du Kimméridgien en Ajoie. La succession litho- et biostratigraphique de la Formation de Reuchenette est discutée et une redéfinition de ses membres ainsi que leur évolution latérale dans le nord-ouest de la Suisse sont proposées.

2. Situation géographique et géologique

La région d'étude, l'Ajoie, se situe une vingtaine de kilomètres à l'ouest de Delémont, à la transition entre les premiers Plateaux sub-horizontaux (ancien Jura tabulaire) au nord et les derniers anticlinaux de la Haute-Chaîne (ancien Jura plissé) au sud (Fig. 2). De légers pendages et un réseau de failles liées à l'effondrement du Fossé Rhéna et au plissement du Jura offrent, malgré quelques difficultés de corrélation, une série stratigraphique importante du Jurassique supérieur.

Chronologiquement, la séquence complète s'étend de l'Oxfordien moyen (région de Bure et de Boncourt) au Kimméridgien supérieur (région de Courtedoux). La série, de près de 300 m de puissance, débute par la Formation de St-Ursanne, puis la Formation de Vellerat, la Formation de Courgenay et se termine par les 140 m de calcaire de la Formation de Reuchenette (Jank 2004; Jank et al. 2006a, b, c).

Durant le Jurassique supérieur, la région jurassienne forme un haut-fond séparant deux bassins océaniques, le Bassin de Paris au nord-ouest et la Téthys au sud-est (Fig. 3). Les zones émergées se situent au nord-est (Massifs de Londres et de Brabant) et au sud-ouest (Massif Central). Durant cette période, le Jura est une vaste plate-forme à sédimentation carbonatée, orientée du nord-est au sud-ouest. Elle est protégée de la mer ouverte par une barrière plus ou moins continue de barres bioclastiques, oolithiques et récifales au sud-est (Enay et al. 1988). Les faciès sédimentaires du Jura durant l'Oxfordien et le Kimméridgien sont relativement diversifiés. L'éventail des dépôts s'organise entre la zone intertidale, le lagon et les barres récifales et oolithiques, caractérisant une zone de transition (domaine sub-boréal) entre les domaines boréal et téthysien (Mouchet 1995; Colombié 2002; Colombié & Strasser 2003, 2005; Jank et al. 2006a, b, c; Keller 2006; Colombié & Rameil 2007).

Durant l'Oxfordien, d'importants complexes récifaux coralliens se développent (Dupraz 1999) avant l'installation de milieux plus confinés avec une salinité variable au Kimméridgien (Hug 2003; Colombié 2002). Les lithofaciès s'inscrivent dans un contexte de plate-forme carbonatée progradante qui s'installe à l'Oxfordien supérieur et culmine au Kimméridgien terminal et au Tithonien. Des lithofaciès de haute énergie péri-récifaux et récifaux se succèdent; ceux-ci délimitent des bassins plus ou moins indépendants où s'établissent des conditions de plate-forme

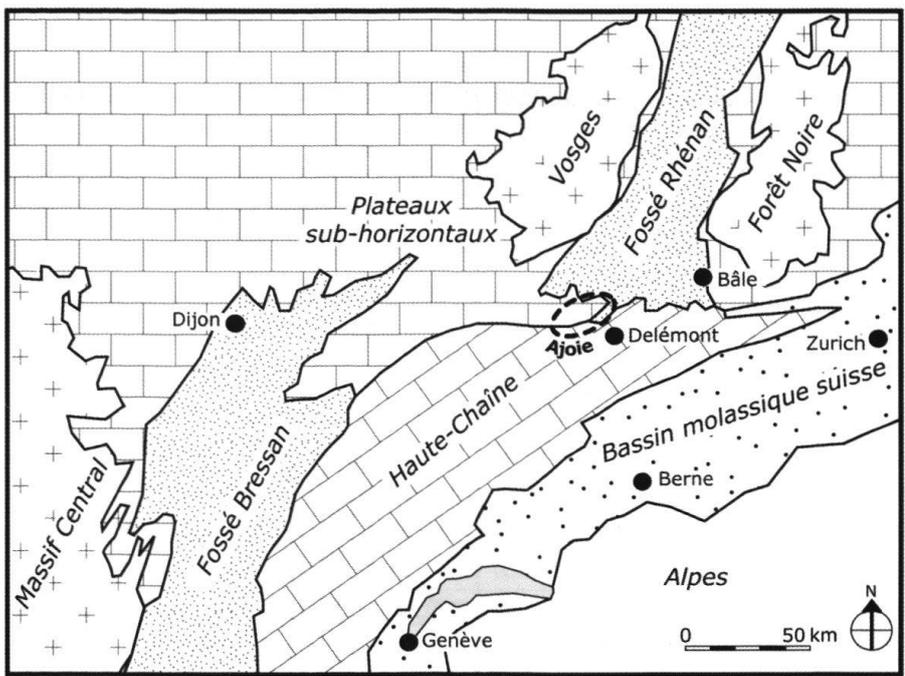


Fig. 2: Carte géologique générale de la région. L'Ajoie est mise en évidence par des traitillés (modifiée d'après Braillard 2006).

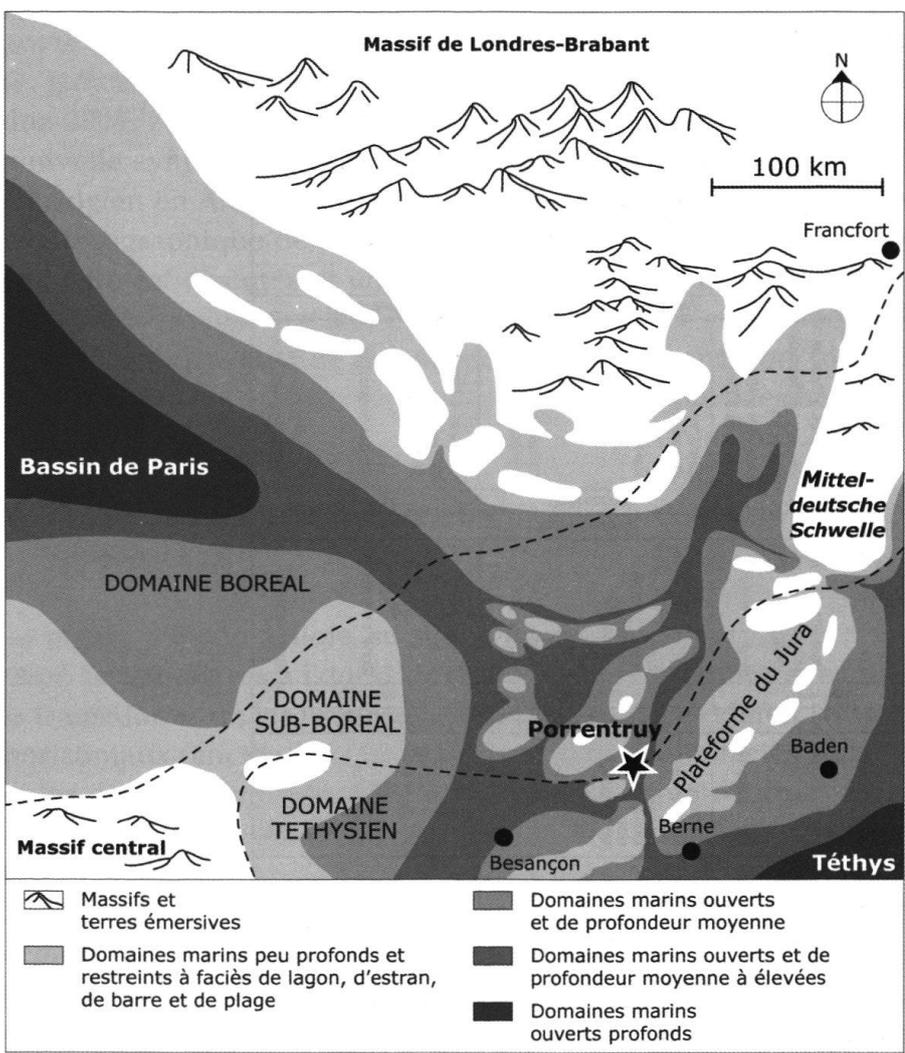


Fig. 3: Carte paléogéographique générale du Jurasique supérieur de la région étudiée (modifiée d'après Ziegler 1988, Thierry et al. 2000, Hug 2003).

protégée. En fonction des apports terrigènes liés aux changements du niveau marin et des conditions climatiques (Colombié & Strasser 2005), la plate-forme développe parfois des récurrences marneuses (Chevallier 1989).

3. Matériel et méthodes

La description macroscopique des lithofaciès, le relevé des limites de bancs et de leurs épaisseurs, ainsi qu'un lever stratigraphique et une documentation photographique ont été systématiquement réalisés sur un maximum d'affleurements ajoulots afin d'affiner

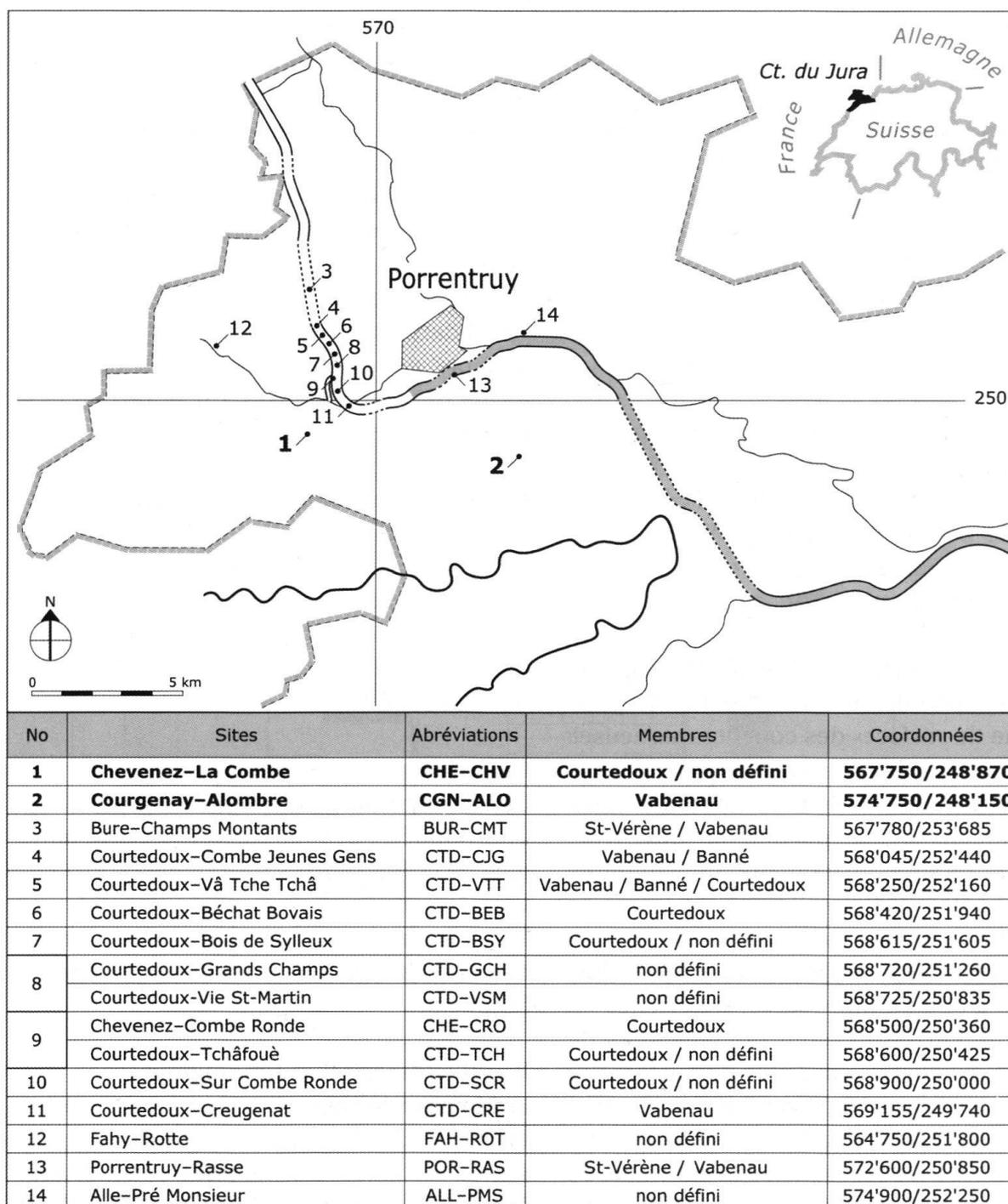


Fig. 4: Carte du Jura avec localisation des sites étudiés. La situation des profils types proposés pour la représentation des 2 nouveaux noms de membres sont en gras.

les corrélations entre les différents sites étudiés et de contrôler les évolutions latérales des lithofaciès (Fig. 4). De nombreux niveaux sédimentaires caractéristiques (e. g. surfaces à traces de dinosaures) sont utilisés comme repères lithostratigraphiques. Les corrélations biostratigraphiques sont basées sur l'identification des nombreux spécimens d'ammonites découverts et les biozones correspondantes (Enay et al. 1971; Hardenbold et al. 1998).

Deux types de données principales ont été exploités: (1) des profils géologiques inédits, issus des affleurements mis au jour en partie par les travaux autoroutiers A16 et en partie par l'exploitation récente des carrières régionales; (2) la documentation détaillée de niveaux lithostratigraphiques, mis au jour par les fouilles de la PAL A16 et permettant un contrôle des variations latérales de lithofaciès sur des emprises importantes.

La série stratigraphique étudiée concerne la Formation de Reuchenette qui recoupe la totalité du Kimméridgien. Elle est constituée en Ajoie par les Membres de Vabenau, du Banné, de Courtedoux, ainsi qu'un Membre non défini comprenant entre autre les niveaux repères des Marnes à *virgula* inférieures et supérieures (Fig. 5). En outre, la PAL A16 a permis «une documentation systématique de surface» des couches marneuses du Membre du Banné au nord-ouest de Courtedoux. L'étude du Membre de Courtedoux s'est focalisée en particulier sur trois niveaux repères principaux de laminites (couches 500, 1000, 1500) riches en traces de dinosaures et sur un quatrième niveau secondaire (couche 600) (Marty 2008). Les Marnes à *virgula* inférieures, très riches en restes de vertébrés, sont documentées de manière exhaustive sur plus d'un kilomètre le long du tracé A16 traversant les communes de Courtedoux et de Chevenez (Billon-Bruyat 2005). L'observation de l'ensemble de ces différents dépôts a permis la mise en évidence de nombreux horizons caractéristiques (e. g. «hardground» *sensu* Hillgärtner

1998, «firmground» *sensu* Hillgärtner 1998, polygones de dessiccation, fonds marins) dépourvus de véritable valeur lithostratigraphique mais donnant néanmoins une finesse descriptive inédite des lithofaciès.

4. Résultats

La Formation de Reuchenette est composée d'une série de dépôts calcaires d'une épaisseur de 150 m environ représentant les niveaux mésozoïques les plus récents affleurant en Ajoie. Le sommet de cette unité est souvent érodé et par endroit surmonté de couches tertiaires ou quaternaires. Les données récoltées dans la Formation de Reuchenette sur le futur tracé de l'A16 sont présentées dans ce chapitre et un nouveau découpage lithostratigraphique est proposé. Chaque membre est documenté par les différents leviers de coupe réalisés sur le terrain et la localité-type est à chaque fois mentionnée.

4.1 Membre de Vabenau (nouveau)

Hypo-ptérocérien (Thurmann 1852), Calcaires à Ptérocères inférieurs (Contejean 1859), Thalassinoides Limestones + Nautilidenschichten + Lower Grey and White Limestones (Jank 2004)

Localité-type (nouveau)

Carrière de Courgenay-Alombre (CGN-ALO). Coordonnées: 574'750 / 248'150, carte nationale de la Suisse 1085 St-Ursanne (1:25'000). Carrière située au sud-est de Porrentruy à 500 mètres du lieu-dit «Vabenau». Chemin d'accès carrossable depuis le village de Courgenay.

Profil et description lithologique

Le Membre de Vabenau est composé, sur une épaisseur de 50 m environ, de calcaires lités parfois délimités par de fines couches argileuses de quelques millimètres (Fig. 6). La limite inférieure du Membre de Vabenau avec le Membre de Ste-Vérène (Membre de Por-

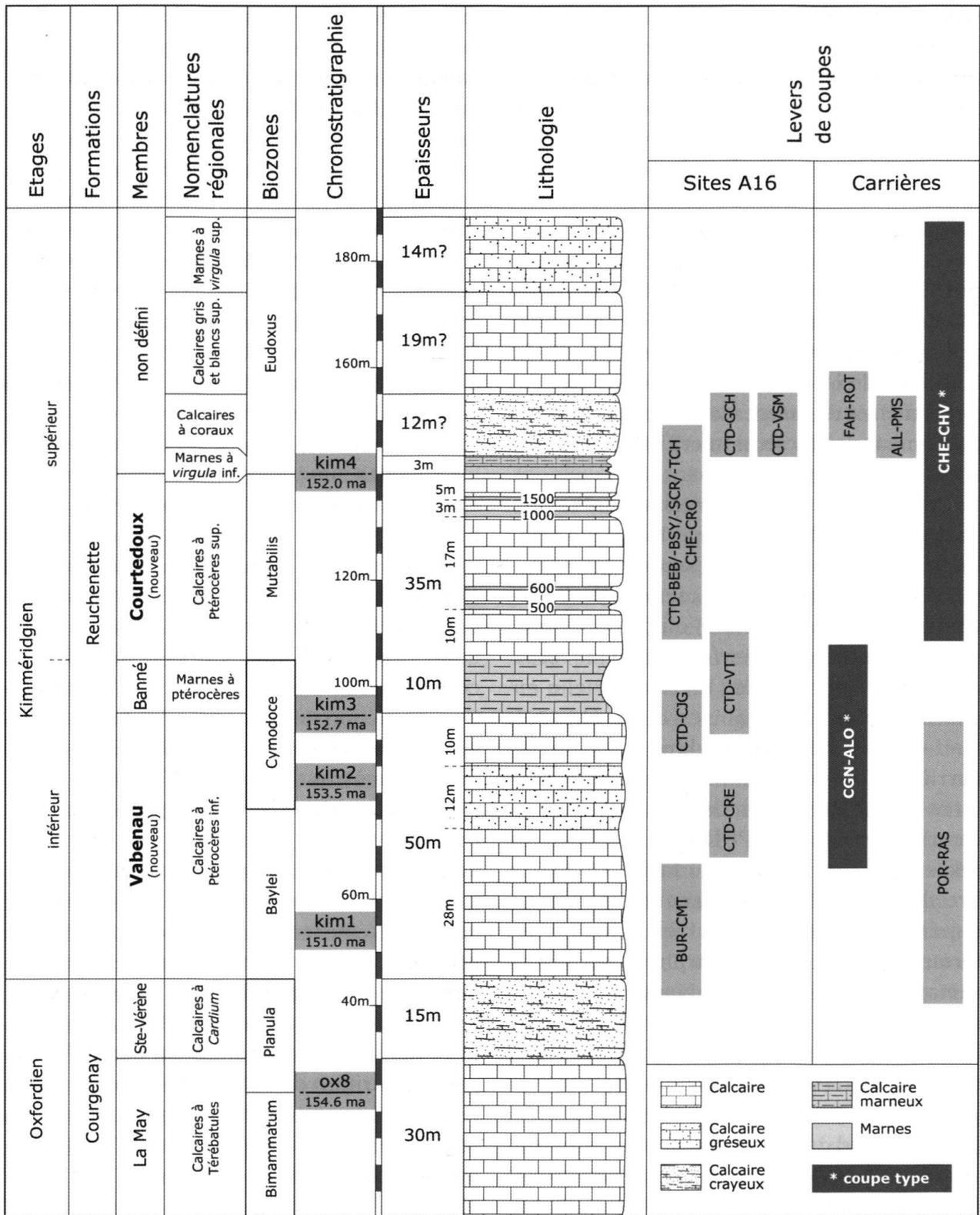


Fig. 5: Coupe lithostratigraphique de l'Ajoie comprenant la localisation des principaux sites étudiés. Le Membre de Vabenau est concerné par trois de ceux-ci (BUR-CMT, CTD-CRE, CGN-ALO); un profil complet a été réalisé dans le Membre du Banné (CTD-VTT); un à la limite entre le Membre de Vabenau et le Membre du Banné (CTD-CJG); sept recoupent des niveaux du Membre de Courtedoux (CTD-VTT, CTD-BEB, CHE-CRO, CTD-TCH, CTD-BSY, CTD-SCR, CHE-CHV). Le membre le plus récent de la Formation de Reuchenette n'a pas été documenté complètement, notamment pour les niveaux situés au-dessus de la couche des Marnes à *virgula* inférieures. Cinq sites ont été documentés, définissant une partie de cette unité (CTD-TCH, CTD-GCH, CTD-VSM, ALL-PMS, FAH-ROT). Biozones et chronostratigraphie d'après Enay et al. 1971 et Hardenbold et al. 1998.

rentruy, Gygi 2000) est très bien marquée sur le terrain. En effet, des couches crayeuses très claires sont surmontées par des bancs de calcaires micritiques gris-beige massifs formant un surplomb à l'affleurement. Cette limite est bien visible dans la carrière de La Rasse située au sud de Porrentruy (POR-RAS) (Fosso Menkem 2007; Jank 2004) et a été documentée le long du tracé sur le chantier de la centrale de ventilation de Bure-Champs Montants (BUR-CMT). Quelques gastéropodes recristallisés ont été observés à la base de la coupe, bien que les 18 premiers mètres de coupes sont constitués principalement de calcaires micritiques sans fossiles apparents, contenant uniquement quelques terriers souvent recristallisés, plus nombreux dans la partie supérieure (9-18 m). Le dernier mètre de cette partie a été également documenté dans la carrière de Courgenay-Alombre (CGN-ALO) où de nombreux terriers ont été observés. Un banc plus crayeux d'environ 4 m (19-23 m), riche en gastéropodes recristallisés a été observé au-dessus et documenté dans cette même carrière. Cette couche plus friable a également été observée par Jank (2004) dans la carrière de La Rasse (POR-RAS). Cet horizon ressemble énormément au faciès du Membre de Ste-Vérène sous-jacent. Les bancs supérieurs redeviennent très calcaires et forment, par endroit, un surplomb sur le terrain. Les 5 m de coupe suivants (23-28 m) sont globalement assez peu fossilifères, à l'exception d'un banc riche en gastéropodes 1 m au-dessus de cette limite lithologique (24 m). Quelques horizons oxydés («hardground») sont visibles dans la partie supérieure de la coupe de Courgenay (CGN-ALO), délimitant des bancs de 10 cm à 100 cm environ. A 28 m, un horizon contenant des gastéropodes recristallisés ainsi que quelques *trichites* est observé dans une matrice un peu plus grossière. A partir de 29 m, le contenu fossilifère augmente de façon significative avec l'arrivée de niveaux très riches en bivalves (dont de nombreuses grandes *trichites*) dans des bancs plus grossiers. Des

faciès interprétés comme des lumachelles ont même été documentés à partir de 30 m. La faune de ces niveaux ressemble énormément au faciès des Marnes du Banné. Un grand nautila a également été découvert à environ 35 m. Ces niveaux plus marno-calcaires (28-40 m) se sont avérés extrêmement riches en oursins et en nautilus lors d'une campagne de fouille en 2000 sur le site du Creugenat (CTD-CRE) durant laquelle plus de 300 fossiles y ont été prélevés. Dans la nomenclature régionale, ces niveaux d'une puissance de 15 m environ sont d'ailleurs regroupés sous le nom de «Couches du Creugenat». A l'heure actuelle, les couches supérieures ne sont plus accessibles dans la carrière de Courgenay, mais une intervention à l'aide d'une nacelle est prévue pour 2011. Des travaux antérieurs (Mouchet 1995; Jank 2004) décrivent la partie supérieure (20 derniers mètres) de la coupe. De plus, d'autres sites le long du tracé dans la région, ont permis la documentation d'une partie de ces horizons. Dans la région de Courtedoux (CTD-CJG), les six derniers mètres du Membre de Vabenau ainsi que la transition avec les Marnes du Banné ont pu être documentés. Les calcaires sont plus clairs (gris-blancs) que dans la partie basale de la coupe. Les bancs deviennent plus marno-calcaires et fossilifères proches du sommet, mais le contenu fossilifère reste inchangé (bivalves, gastéropodes, terriers) tout au long du profil. La transition avec le Membre du Banné est caractérisée par l'apparition de couches marneuses très riches en invertébrés, délimitées par un «hardground» à la base comme déjà décrit par Mouchet (1995).

Biostratigraphie

Une ammonite, découverte au sein des «Couches du Creugenat» dans la région de Coeuve, a été déterminée comme *Rasenia evoluta* de la zone à *Cymodoce* (Hantzpergue comm. pers.). *Ardescia* cf. *pseudolictor* (CHOFFAT) mise au jour entre les «Couches du Creugenat» et le Membre du Banné indique la même

biozone (Hantzpergue comm. pers.). Une ammonite des collections du Musée Jurassien des Sciences Naturelles (*Rasenia* aff. *cymodoce* (d'ORBIGNY)) découverte dans les «Couches du Creugenat» confirme cette zone biostratigraphique (Hantzpergue comm. pers.). *Physodoceras circumspinosum* (QUENSTEDT) et *Lithacosphinctes* cf. *janus* (CHOFFAT) de la zone à Baylei ont été découvertes à la base de cet horizon par la Fondation paléontologique jurassienne.

4.2 Membre du Banné (Marcou 1848)

Marnes kimmériennes (Thurmann 1832),
Marnes à Ptérocères (Contejean 1859)

Localité-type

Colline du Banné au sud de Porrentruy.
Coordonnées: 572'400 / 250'670, carte nationale de la Suisse 1085 St-Ursanne (1:25'000). Colline dominant la ville de Porrentruy et le village de Fontenais. Un affleurement est encore visible au-dessus de l'autoroute et une grande quantité de fossiles caractéristiques de cet ensemble peut être isolée dans les champs aux alentours de cette colline.

Profil et description lithologique

Le Membre du Banné est constitué en Ajoie de 5 à 11 m d'alternances marno-calcaires exceptionnellement riches en fossiles. Bien que cette unité ait déjà été largement définie dans le passé, les travaux réalisés dans le cadre de la construction de l'autoroute ont permis l'acquisition de nouvelles données tant sédimentologiques que paléontologiques. Le lever de coupe décrit dans ce chapitre (Fig. 7) a été réalisé le long du tracé de l'A16 sur le site de Courtedoux-Vâ Tche Tchâ (CTD-VTT). La limite inférieure entre le Membre de Vabenau et le Membre du Banné est marquée par l'apparition des premières couches marneuses au-dessus d'un «hard-ground». Sur ce site, le Membre du Banné est constitué de niveaux marneux et marno-calcaires sur une épaisseur de plus de 10 m. Le contenu fossilifère reste globalement le

même tout au long de la coupe et est constitué d'une faune riche en invertébrés (bivalves, gastéropodes, brachiopodes échinodermes et céphalopodes principalement). Des rares restes de vertébrés (tortues, crocodiles, poissons) ont également été découverts. A 3 m environ de la base de la coupe, deux «firmground» à *Homomya* et *Pholadomya* ont été observés et documentés au sommet des couches 100 et 200. Plus haut, le profil est constitué de bancs marno-calcaires plus ou moins marneux d'une épaisseur variant de 60 cm à 15 cm d'épaisseur. Ces alternances semblent influencées par une succession de séquences élémentaires de 20'000 ans (Milankovitch 1941). Les derniers mètres sont constitués d'un banc très marneux de 2 m d'épaisseur (1680), surmonté par un horizon marno-calcaire de 50 cm (1690). Ces niveaux sont peu fossilifères comparés aux couches sous-jacentes et seuls quelques bivalves et brachiopodes ont été mis au jour. En 2007, un bois (branche isolée) de 1 m de longueur a cependant été découvert dans la couche 1680. De plus, des traces de racines ont été observées en lames minces (Gretz et al. 2010). La limite supérieure, marquée par un banc calcaire massif formant un surplomb, est bien visible sur le terrain. L'évolution minéralogique a également été étudiée en détail dans cette coupe. Les résultats indiquent la disparition de la kaolinite au milieu de la coupe (à partir de la couche 800) au profit d'autres minéraux argileux comme les micas et la smectite. Ces résultats confirment les observations de Mouchet (1995) et cette courbe pourrait être utilisée comme marqueur minéralostratigraphique lorsque le faciès caractéristique des Marnes du Banné est peu développé, notamment en direction du sud (Jank et al. 2006a). Sur le site de «Vâ Tche Tchâ» (CTD-VTT), 17 niveaux caractéristiques ont été documentés sur une surface définie de 1 m². Cette méthode de fouille minutieuse a permis de documenter plus de 1900 fossiles d'invertébrés qui permettront une approche taphonomique et paléoécologique pour cha-

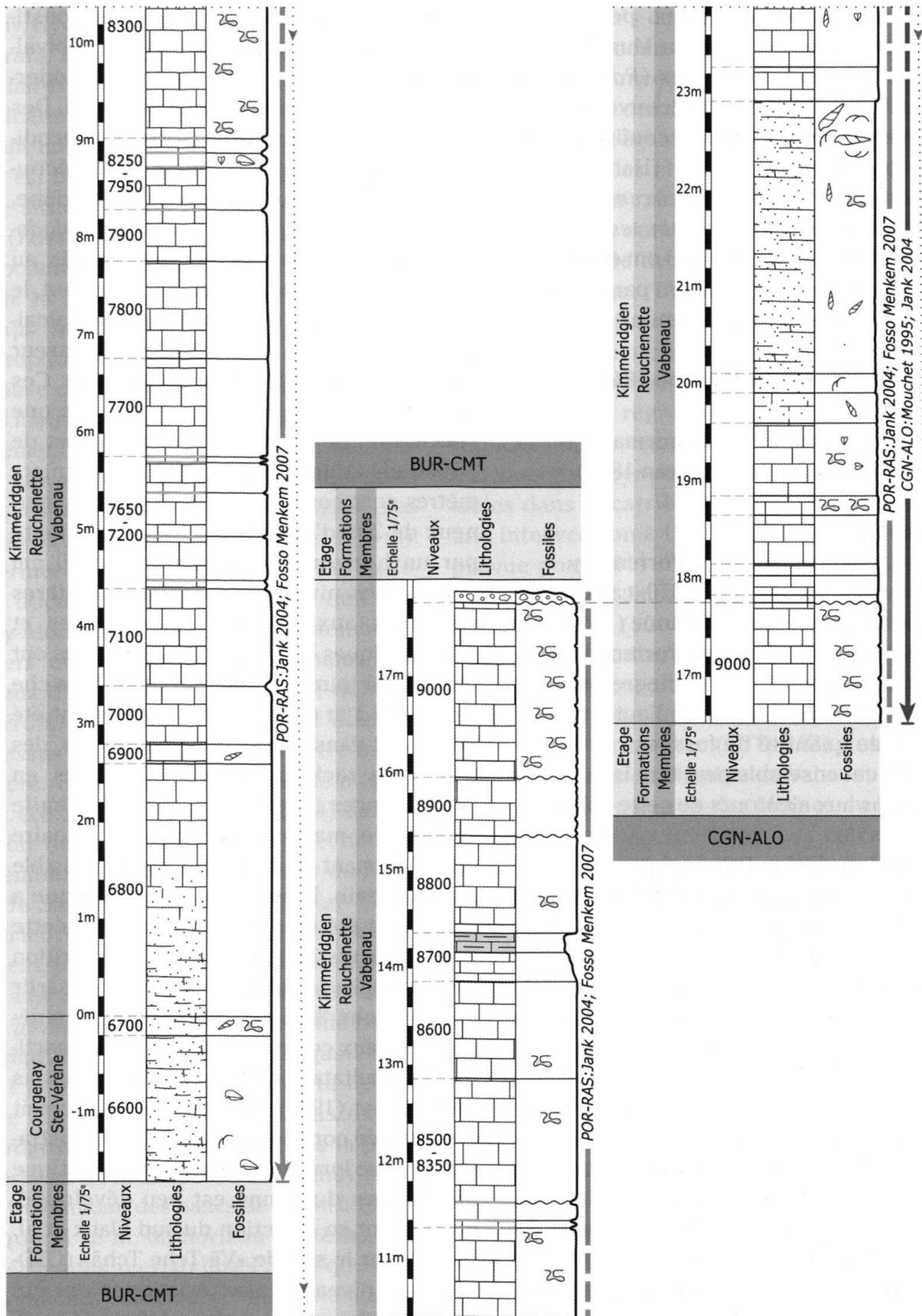
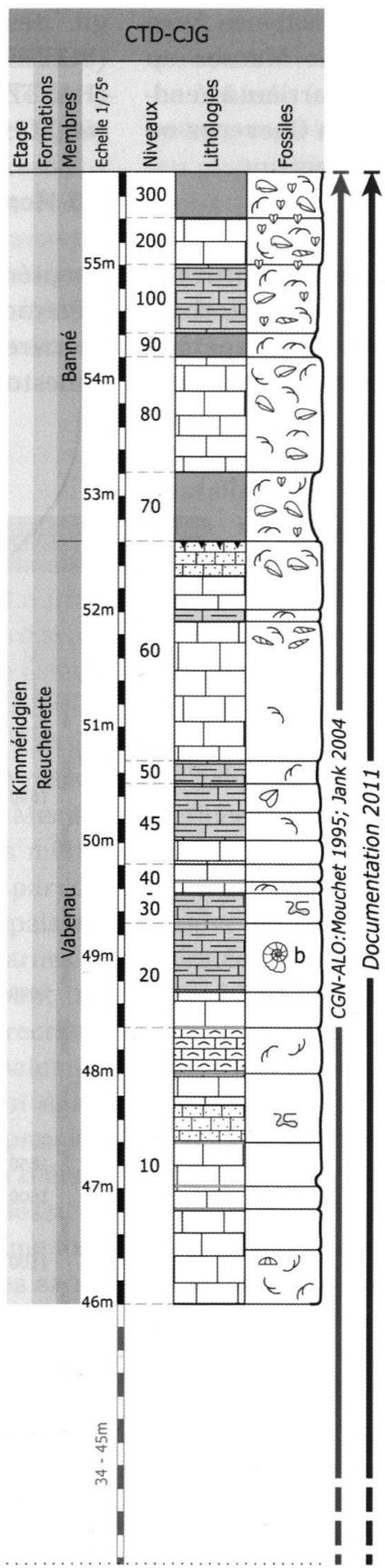
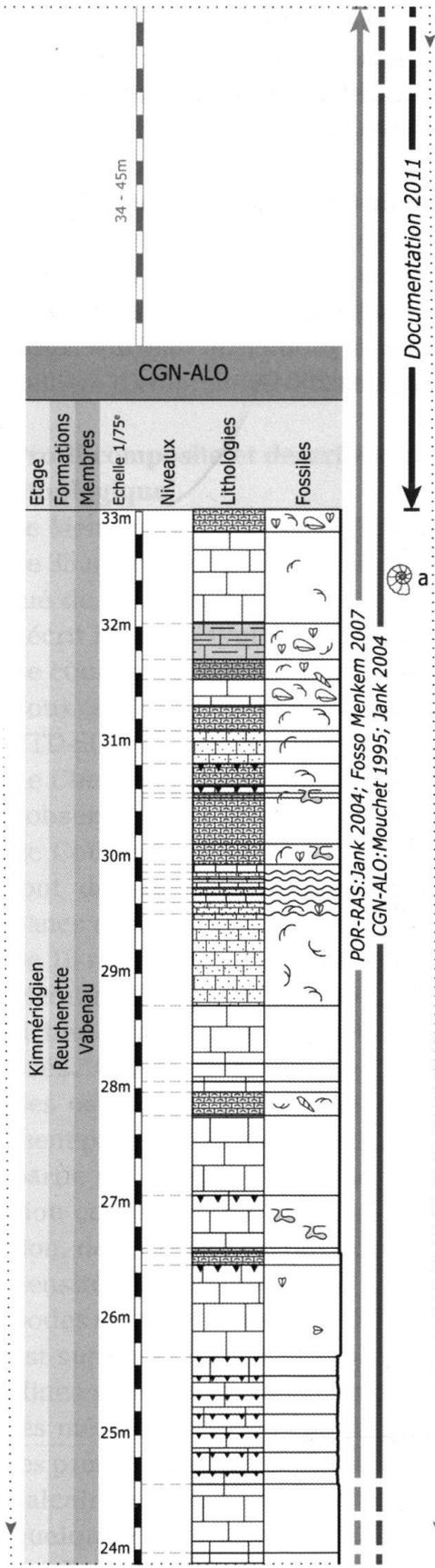


Fig. 6: Coupe lithostratigraphique du Membre de Vabena documentée sur les sites de Bure-Champs Montant (BUR-CMT), Courgenay-Alombre (CGN-ALO) et Courtedoux-Combe Jeunes Gens (CTD-CJG). Les ammonites découvertes sont figurées: a = *Rasenia evoluta*, b = *Ardescia cf. pseudolictor* (CHOFFAT). Les zones étudiées par Fosso Menkem, Jank et Mouchet sur les sites de Porrentruy-Rasse (POR-RAS) et Courgenay-Alombre (CGN-ALO) sont également indiquées. La lecture se fait de gauche à droite et de bas en haut.



- Légende :**
- Hardground/
Firmground
 - Calcaire
 - Calcaire bioclastique
 - Calcaire crayeux
 - Calcaire gréseux
 - Calcaire marneux
 - Laminites/Tidalites
 - Marne
 - Ammonites
 - Bivalves
 - Brachiopodes
 - Crocodiles
 - Gastéropodes
 - Huîtres
 - Echinodermes
 - Poissons
 - Restes de vertébrés
 - Restes végétaux
 - Tortues
 - Terriers
 - Traces de dinosaures

cun de ces horizons. D'autres sites en Ajoie permettent l'observation des Marnes du Banné, notamment dans une carrière à Vendincourt, à côté de la scierie à Chevenez ou sur la colline du Banné à Porrentruy.

Biostratigraphie

Les rares ammonites découvertes proviennent toutes de la zone à *Cymodoce*, sous-zone à *Chatellaillonensis* (Hantzpergue comm. pers.; Schweigert comm. pers.) Il s'a-

git des taxons *Eurasenia* gr. *manicata* (SCHNEID), *Rasenioides* cf. *chatellaillonensis* (HANTZPERGUE) et *Rasenioides* aff. *transitoria* (SCHINDEWOLF).

4.3 Membre de Courtedoux (nouveau)

Epi-ptérocérien (Thurmann 1852), Calcaires à Ptérocères supérieurs + Calcaire à *Corbis* + Calcaire à *Mactre* (Contejean 1859), Nerinean Limestones (Jank 2004)

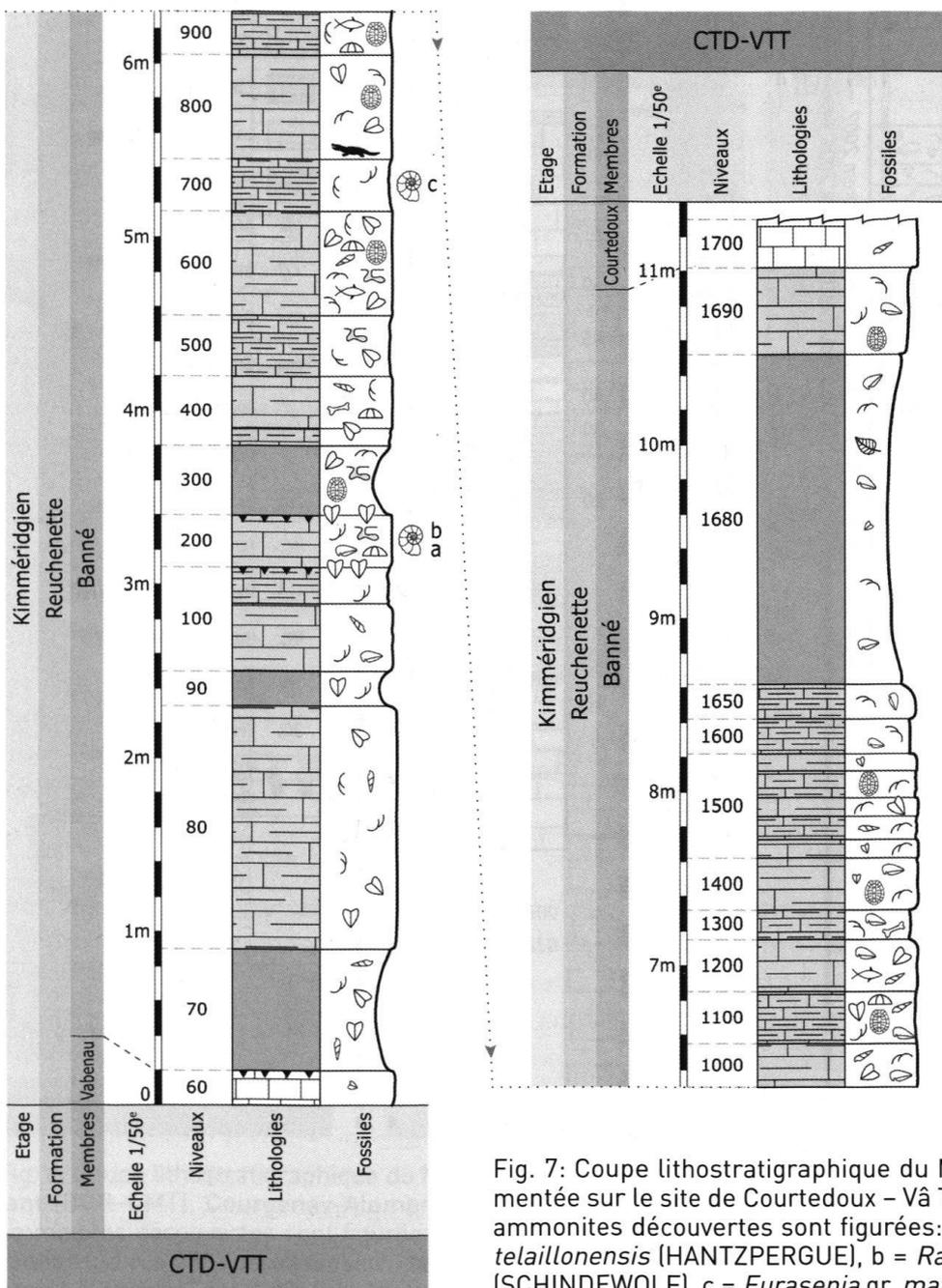


Fig. 7: Coupe lithostratigraphique du Membre de Banné documentée sur le site de Courtedoux - Vâ Tche Tchâ (CTD-VTT). Les ammonites découvertes sont figurées: a = *Rasenioides* cf. *chatellaillonensis* (HANTZPERGUE), b = *Rasenioides* aff. *transitoria* (SCHINDEWOLF), c = *Eurasenia* gr. *manicata* (SCHNEID).

Localité-type (nouveau)

Carrière de Chevenez-La Combe (CHE-CHV). Coordonnées: 567'750 / 248'870, carte nationale de la Suisse 1085 St-Ursanne (1:25'000). Carrière située au sud-ouest de Porrentruy, entre les villages de Courtedoux et Chevenez. Chemin d'accès carrossable avant le village de Chevenez. Le site est localisé à 2 km au sud-ouest du plateau de Courtedoux, qui est connu pour la découverte de milliers d'empreintes de dinosaures.

Profil composite et description

lithologique

Le Membre de Courtedoux, d'une épaisseur de 35 m, est presque essentiellement constitué de couches calcaires (Fig. 8). Le profil décrit ici est la synthèse de plusieurs leviers de coupes réalisés sur le plateau de Courtedoux (sites de CTD-BEB, CTD-BSY, CHE-CRO, CTD-SCR, CTD-TCH, CTD-VTT). La carrière de Chevenez-La Combe (CHE-CHV) permet l'observation de la quasi totalité du Membre de Courtedoux; seuls les premiers mètres font défaut. Cette unité débute par des bancs calcaires et massifs sur une épaisseur de 10 m environ déposés sur les marnes du Membre du Banné. Ces couches sont très riches en gastéropodes (nérinées) recristallisés. Quelques bivalves (principalement des ostracées) et des terriers sont également présents. Le sommet de cette première partie est caractérisé par un faciès d'émersion contenant des polygones de dessiccation, des rides de vagues, ainsi qu'une forte densité d'empreintes de dinosaures sauropodes et théropodes (dalle 500). Cette limite est surmontée par 50 à 100 cm de laminites (fines couches marno-calcaires) contenant les mêmes indices d'émersion. Au-dessus, les premiers mètres sont caractérisés par un calcaire assez grossier et entrecoupé de quelques fines alternances marneuses et des limites d'émersion. Environ 3 m au-dessus de la dalle 500, des traces de sauropodes ont été découvertes sur le plateau de Courtedoux en 2010 sur la dalle 600. Les couches suivantes sont moins laminées et devien-

nent progressivement crayeuses. Les bancs peuvent atteindre jusqu'à 1 m d'épaisseur. Le contenu fossilifère reste sensiblement le même, mais les formes fossiles sont de plus en plus grandes et nombreuses (bivalves, gastéropodes, échinodermes). Plus haut, une couche (830) très finement laminée (tidalites) a été documentée à plusieurs endroits sur le plateau de Courtedoux. Sur la surface 1000 et dans les laminites surmontant cet horizon, énormément de traces de dinosaures sauropodes et théropodes ont été observées et étudiées. Des calcaires très massifs et riches en gastéropodes (nérinées) surmontent ces alternances marno-calcaires sur une épaisseur de 3 m environ. Un nouvel horizon émerisif (couche 1500) constitue le niveau à empreintes de dinosaures connu en Ajoie le plus récent. Cette surface est surmontée par des laminites d'une épaisseur de 50 cm environ. Puis, plus d'1 m de calcaires massifs toujours très riches en nérinées et en bivalves sont interrompus par une croûte ferrugineuse de type «hardground». Sous cette surface remarquable se trouve un horizon très bioturbé, riche en nérinées, oursins, huîtres et serpules (couche 2000). Au-dessus, 2 m d'alternances marno-calcaires fossilifères, riches en dents de poissons, ammonites, oursins, bivalves, gastéropodes et restes de vertébrés sont observés. Cet ensemble est entrecoupé par plusieurs sols durcis. En dessus, un banc calcaire d'environ 80 cm d'épaisseur est surmonté par un «hardground» (4000) bien développé et colonisé par de nombreux bivalves. Cet horizon marqueur est situé à la base du faciès des Marnes à *virgula* inférieures. Cette couche marneuse bioclastique a une puissance de 3 m en moyenne et constitue la base du membre sus-jacent qui n'affleure malheureusement pas dans sa totalité dans la région étudiée. Pour cette raison, nous le désignons ici comme Membre non défini.

Dans le Membre de Courtedoux, les 4 intervalles à traces de dinosaures (500-550, 600, 1000-1100, 1500-1650) ont été documentés

de façon intense ces dix dernières années. Plus de 9400 traces ont été mesurées, topographiées, dessinées et photographiées. De grandes surfaces ont été prélevées et/ou moulées.

Biostratigraphie

Une grande quantité d'ammonites ont été découvertes dans le Membre de Courtedoux, notamment dans les derniers mètres du profil jusqu'au «hardground» 4000, correspondant pour la plupart à *Orthaspidocebras schilleri* (OPPEL). *Lithacoceras* sp. et *Aspidoceras* sp. ont été identifiées environ 3 m en dessous de la limite supérieure du Membre de Courtedoux (Hantzpergue comm. pers.). Ces découvertes correspondent toutes à la zone à *Mutabilis* du domaine boréal.

4.4 Membre non défini

Calcaires et Marnes à *virgula* inférieures + Calcaires à *Diceras* + Calcaires et Marnes à *virgula* supérieures (Contejean 1859), *virgula* marls + Coral Limestones + Upper Grey and White Limestones + Oyster Limestones (Jank 2004)

Profil et description lithologique

Les couches surmontant le Membre de Courtedoux ne peuvent pas être clairement définies en Ajoie, car elles sont souvent érodées et recouvertes par des sédiments cénozoïques. Au sommet de la carrière de Chevenez-La Combe (CHE-CHV), environ 15 m de calcaires très clairs et crayeux se sont déposés sur l'horizon des Marnes à *virgula* inférieures. Ces marnes très riches en *Nanogyra striata* (anc. *Exogyra virgula*) ont été décrites en détails par Thurmann & Etallon (1861-64). Les Marnes à *virgula* inférieures ont une épaisseur d'environ 3 m et reposent sur un «hardground» à surface irrégulière qui marque le sommet du Membre de Courtedoux. La partie basale des Marnes à *virgula* inférieures est formée par 90 cm de sédiments très marneux. Contrairement au

Membre du Banné, dans lequel les restes d'invertébrés prédominent, les Marnes à *virgula* inférieures sont très riches en végétaux et en restes de vertébrés (osteichthyens et chondrichthyens, crocodiliens, ptérosauriens et surtout chéloniens). Ce niveau argileux parfois très sombre est un excellent niveau marqueur en Ajoie pour la cartographie. Le sommet des Marnes à *virgula* inférieures (1-3 m) est composé de calcaires marneux d'aspect noduleux très riches en *Nanogyra* sp.

Jank (2004) donne le nom de «Coral Limestones» aux horizons formant le sommet de la carrière de Chevenez. Ce faciès très coralligène et riche en brachiopodes est également présent à Alle-Pré Monsieur (ALL-PMS), sur les sites de Courtedoux-Tchâfouè (CTD-TCH), Courtedoux-Vies Saint Martin (CTD-VSM) et dans la carrière de Fahy-Rotte (FAH-ROT) où la limite supérieure de ce faciès très crayeux est visible. Ces horizons ont été étudiés en détails dans le cadre de travaux de Master (Gretz 2007, Sandoz 2009). Ces niveaux mésozoïques sont les plus récents observés en Ajoie le long du tracé autoroutier.

Cependant, dans la partie sud de la carrière de Chevenez-La Combe (CHE-CHV), une faille semble avoir décalé les couches de 40 m environ (Jank 2004). Ainsi, grâce à ce décalage, des niveaux encore plus récents sont visibles à l'affleurement. Une grotte permet d'atteindre le sommet du Membre de Courtedoux situé à une profondeur de 15 m environ. Au-dessus des Marnes à *virgula* inférieures et des calcaires crayeux coralligènes («Coral Limestones»; Jank 2004), on trouve environ 20 m de calcaires micritiques grisâtres abiotiques bien lités («Upper Grey and White Limestones»; Jank 2004). Les 15 derniers mètres sont composés de calcaires («Oyster Limestones»; Jank 2004) très riches en petites huîtres (*Nanogyra* sp.) identiques à celles présentes dans les Marnes à *virgula* inférieures.

Malheureusement, l'affleurement de la carrière de la Combe ne permet pas d'isoler la limite supérieure de cet ensemble qui est

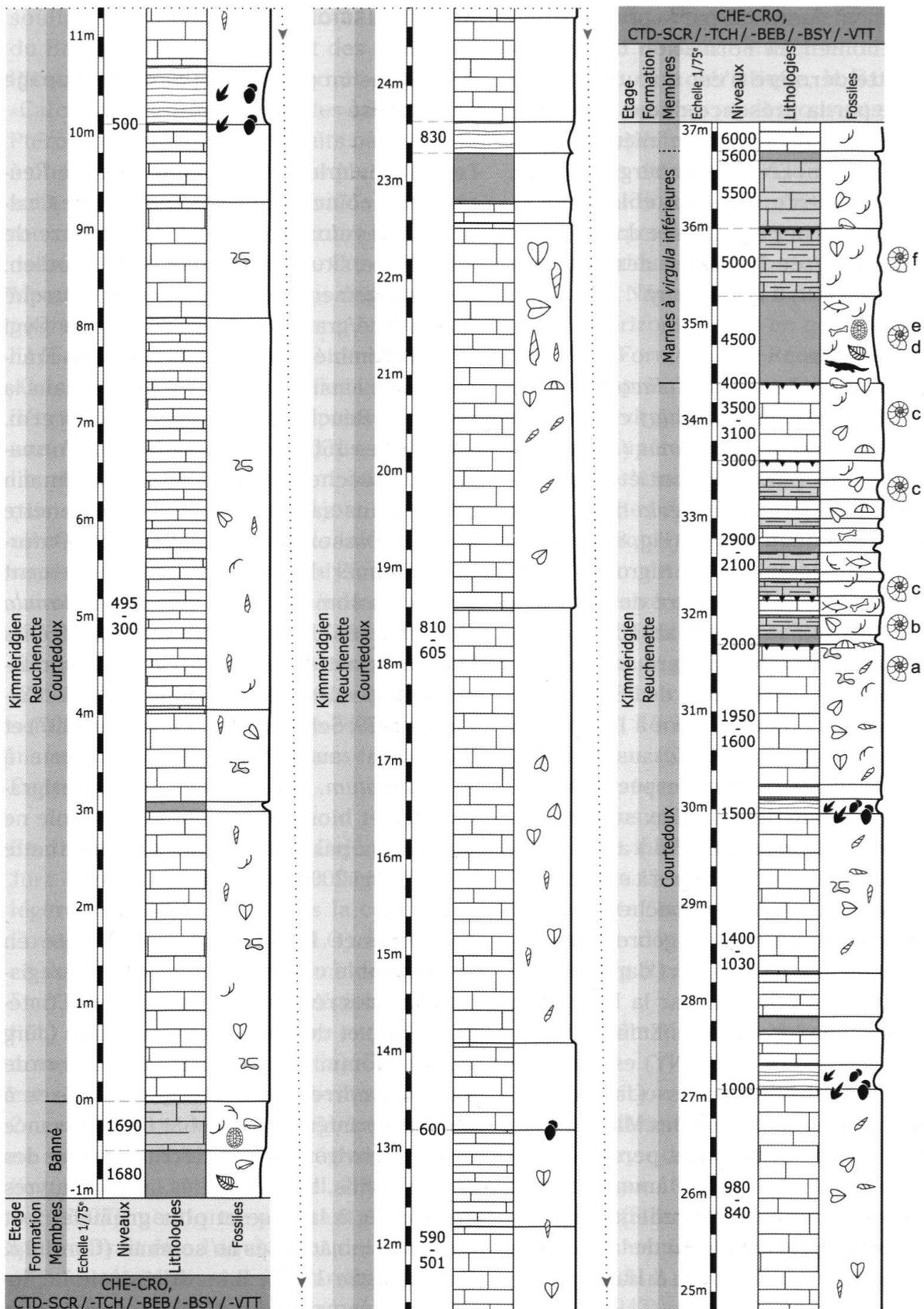


Fig. 8: Coupe lithostratigraphique du Membre de Courtedoux documentée sur les sites de Courtedoux-Tchâfoué (CTD-TCH), Courtedoux-Sur Combe Ronde (CTD-SCR), Courtedoux-Béchat Bovais (CTD-BEB), Courtedoux-Bois de Sylleux (CTD-BSY), Courtedoux-Vâ Tche Tchâ (CTD-VTT) et Chevenez-Combe Ronde (CHE-CRO). Les ammonites mises au jour figurées: a = *Lithacoceras* sp., b = *Aspidoceras* sp., c = *Orthaspidoceras schilleri* (OPPEL), d = *Aulacostephanus* (*Aulacostephanus*) *pinguis* (ZIEGLER), e = *Aulacostephanus* (*Parasenia*) cf. *hybridus* (ZIEGLER), f = *Aspidoceras caletanum* (OPPEL).

probablement surmonté par la première unité du Tithonien, la Formation de Twannbach. Cette dernière n'est documentée en Ajoie que par la présence d'une ammonite caractéristique du Tithonien inférieur (*Gravesia gigas* (ZIETEN), Hantzpergue comm. pers.), découverte dans un champ de la région de Chevenez et déposée dans les collections du Musée Jurassien des Sciences Naturelles (MJSN) à Porrentruy.

Biostratigraphie

Des ammonites du genre *Aulacostephanus* (*Aulacostephanus* (*Pararasenia*) cf. *hybridus* (ZIEGLER)) et *Aulacostephanus* (*Aulacostephanus*) *pinguis* (ZIEGLER) ont été déterminées dans les Marnes à *virgula* inférieures (Hantzpergue comm. pers.) (Fig. 8). Ces fossiles situés au-dessus du «hardground» 4000 indiquent la partie inférieure de la zone à *Eudoxus* du domaine boréal. L'horizon à *Orthocera* du biome franco-germanique semble absent dans cette partie de l'Europe car ces ammonites appartiennent à l'horizon à *Hybridus* situé ici juste en dessus de l'horizon à *Schilleri*. Deux autres espèces ont été découvertes dans les niveaux supérieurs. *Aspidoceras caletanum* (OPPEL) a été documentée au sommet des Marnes à *virgula* inférieures ainsi que dans les couches à *virgula* supérieures (Jank 2004). Le genre *Aspidoceras* a également été découvert dans les Marnes à *virgula* inférieures par la Fondation paléontologique jurassienne. Enfin, *Aulacostephanus eudoxus* (d'ORBIGNY) est signalée dans les «Coral Limestones» (Jank 2004), quelques mètres au-dessus des Marnes à *virgula* inférieures (Gygi comm. pers.; Schweigert comm. pers.). Cette ammonite est considérée comme une excellente espèce-indice pour la zone à *Eudoxus* de la province subméditerranéenne (Cariou & Hantzpergue 1997).

5. Discussion

5.1 Extension géographique du découpage proposé

La limite inférieure de la Formation de Reuchenette coïncide avec le sommet des calcaires crayeux oolithiques du Membre de Ste-Vérène, situés au sommet de l'Oxfordien. Ce changement de texture très marqué (packstone/grainstone vers mudstone; Gygi 2000; Colombié 2002) peut être suivi en France voisine ainsi qu'au sud-est jusque dans la région de Reuchenette et Soleure (Jank et al. 2006a). Les 160 m d'épaisseur de la Formation de Reuchenette définis par Thalmann (1966) dans sa coupe type à Reuchenette semblent assez constants. La limite Oxfordien/Kimméridgien est traditionnellement placée au sommet de la biozone à *Planula* (Moesch 1867; Gygi 1969), mais différents auteurs remettent en cause cette interprétation (Ziegler 1964; Morris 1968; Sykes & Callomon 1979; Schweigert & Callomon 1997) et l'abaissent au sommet de la biozone à *Bimammatum*. Les indices lithostratigraphiques et biostratigraphiques en Ajoie ne permettent pas de définir précisément cette limite (Gygi 2000a).

La séquence kimméridgienne décrite en Ajoie semble corrélable avec celle enregistrée dans les régions de Montbéliard (Contejean 1859) et des Franches-Montagnes (Jürg Aufranc comm. pers.) (Fig. 9). Le Membre de Vabenau correspondrait aux «Calcaires à Ptérocères inférieurs» qui ont une puissance de 40 m environ et sont décrits comme des calcaires fins, bien stratifiés, assez pauvres en fossiles à la base et plus grumeleux et riches en lumachelles au sommet (Contini & Hantzpergue 1973). Il se différencie facilement par sa nature lithologique des marnes sus-jacentes du Membre du Banné qui sont également visibles dans le Jura neuchâtelois (Bourquin 1946) et vaudois (Aubert 1943). Cependant le contenu fossilifère de ces deux membres demeure invariable, comme déjà

souligné par Contejean (1859). Le Membre du Banné serait l'équivalent des «Marnes à Ptérocères» qui sont surmontées par les «Calcaires à *Corbis*» et par les «Calcaires à Ptérocères supérieurs», réduits par endroits à un banc lumachellique unique. Ces horizons calcaires d'une puissance de 30 m environ correspondraient au Membre de Courtedoux décrit dans cet article. Concernant le Membre non défini, le niveau des Marnes à *virgula* inférieures fouillé sur le tracé de l'A16 se limiterait à une partie seulement des «Calcaires et marnes à virgules inférieures» décrites en France et dont l'épaisseur atteint une dizaine de mètres. De plus, à la base, l'horizon à *Orthocera* présent du côté français n'est pas visible en Ajoie. Entre les niveaux des Marnes à *virgula* inférieures et supérieures, l'occurrence de 25 m de «Calcaires à *Diceras*» (Contini & Hantzpergue 1973) correspond aux «Coral Limestones» et «Upper Grey and White Limestones» de Jank (2004). Les Marnes à *virgula* supérieures semblent correspondre aux «Calcaires et marnes à virgules supérieures» décrits en France (Fig. 1).

En direction de la Vallée de Delémont et du Jura bernois, l'évolution des faciès semble légèrement différente. Dans la carrière de Courgenay-Alombre (CGN-ALO), la puissance des Marnes du Banné diminue (environ 5 m) et plus au sud, dans la région de Glovelier, des gorges de Moutier et de Court notamment (Jank et al. 2006a), l'épaisseur est réduite à une fine couche fossilifère de 2 m environ. Les Marnes à *virgula* inférieures ne sont ni visibles dans la région de Glovelier, ni plus au sud (Jank et al. 2006a). Strasser (2007) mentionne pourtant un horizon qui pourrait être l'équivalent des Marnes à *virgula* inférieures dans la carrière de Péry-Reuchenette. Des Marnes à *virgula* supérieures sont bien présentes à cet endroit (Colombié 2002; Strasser 2007), mais sont apparemment plus jeunes que les Marnes à *virgula* supérieures (Oyster Limestones; Jank 2004) décrites en Ajoie.

Dans le Jura neuchâtelois, le sommet de la Formation de Reuchenette est marqué par un niveau caractéristique, le Banc à Nérinées, qui se situe en dessous des marnes à *virgula* supérieures (Dauwalder & Remane 1979). Ces derniers horizons repères fixent la limite Kimméridgien/Tithonien dans la région. Cependant, lorsque les Marnes à *virgula* supérieures sont absentes ou invisibles, le Banc à Nérinées est indifférenciable des autres horizons riches en nérinées du sommet de la Formation de Reuchenette (Rameil 2005). D'après Thalmann (1966), lorsque les Marnes à *virgula* supérieures sont absentes, la limite supérieure de la Formation de Reuchenette est indiquée par la transition entre des couches calcaires massives et des calcaires plaquettés attribués à la base de la Formation de Twannbach. Cependant, le Banc à Nérinées et les Marnes à *virgula* supérieures constituent des repères lithostratigraphiques régionaux qui doivent être utilisés pour des corrélations chronostratigraphiques à l'échelle de l'arc jurassien avec précautions (Colombié 2002). En Ajoie, les couches surmontant les Marnes à *virgula* supérieures et la limite Kimméridgien/Tithonien n'ont malheureusement jamais pu être observées. Seule la découverte isolée de l'ammonite *Gravesia gigas* suggère une préservation de dépôts tithoniens dans la région (Fig. 9).

5.2 Problématique des Marnes à *virgula*

La répartition géographique des Marnes à *virgula* inférieures comprend les régions de Porrentruy, de Montbéliard (Contini & Hantzpergue 1973) et le Jura bernois et neuchâtelois (Strasser 2007). On retrouve également de manière sporadique ces marnes dans le Jura vaudois (Falconnier 1931; Aubert 1943). A proximité de Glovelier, les Marnes à *virgula* inférieures sont absentes et la limite entre le Membre de Courtedoux et les calcaires coralligènes du Membre non défini ne montre aucun niveau émerisif ou érosif (Jank 2004).

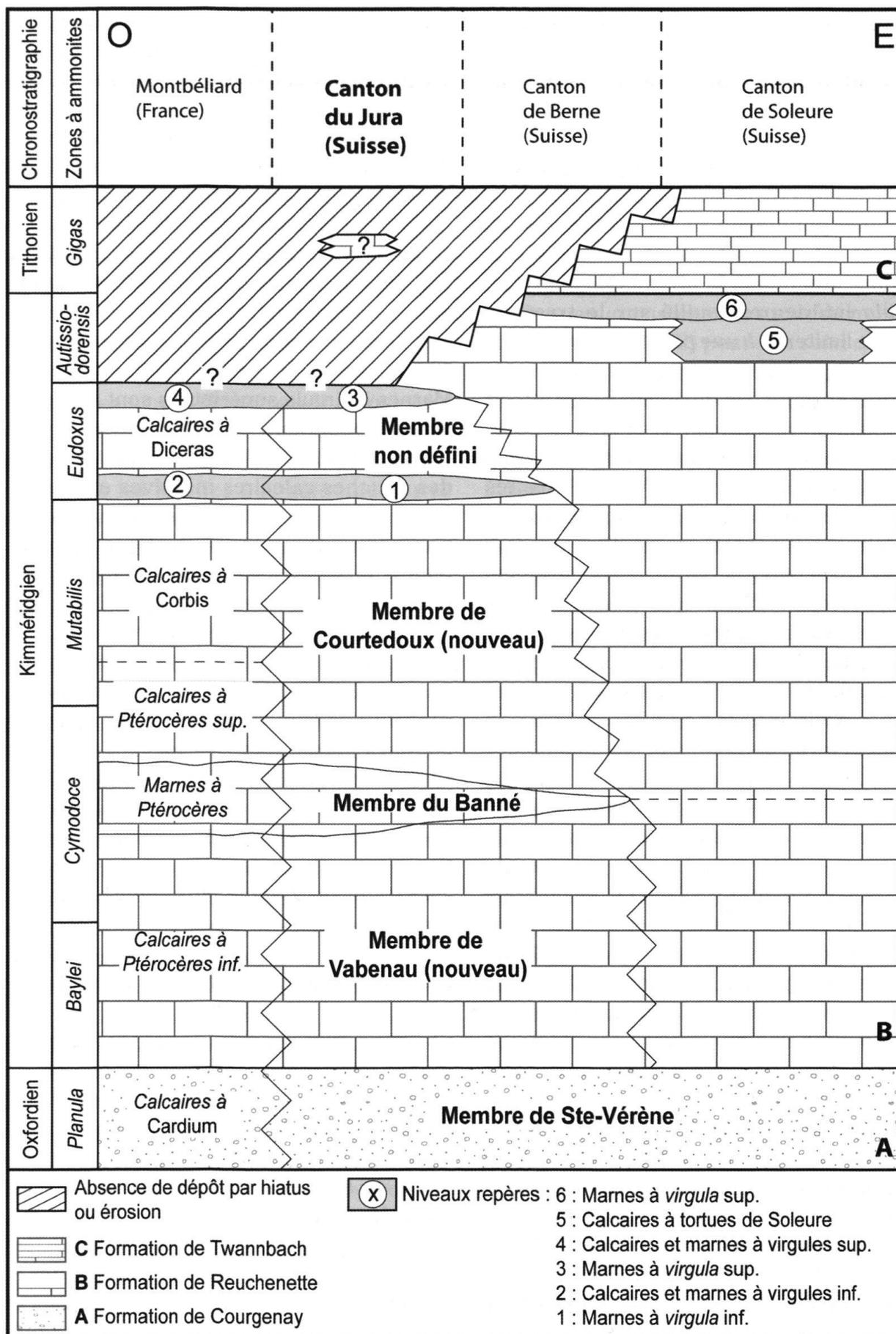


Fig. 9: Figure synthétique illustrant la lithostratigraphie de la Formation de Reuchenette. La biostratigraphie est également indiquée (modifiée d'après Jank 2004).

Le niveau de Marnes à *virgula* supérieures, daté par ammonite à la zone à *Eudoxus*, est rarement affleurant en Ajoie. Il semble être l'équivalent des «Calcaires et marnes à virgules supérieures», décrites dans la région de Montbéliard (Continti & Hantzpergue 1973; Aufranc comm. pers.), mais semble légèrement diachronique par rapport aux Marnes à *virgula* supérieures décrites de la région de Péry-Reuchenette par Colombié (2002), Jank et al. (2006a) et Strasser (2007). Aucune corrélation biostratigraphique n'ayant été possible dans la région de Reuchenette, Colombié (2002) et Strasser (2007) proposent une datation Kimméridgien terminal basée sur la stratigraphie séquentielle et la cyclostratigraphie. Ces Marnes à *virgula* supérieures plus récentes sont également enregistrées dans la région genevoise (Strasser 2007). Dans le Jura soleurois, un spécimen d'*Aulacostephanus* (*Aulacostephanus*) *autissiodorensis* a été identifié (Gygi 1995) dans un banc calcaire très riche en huîtres au-dessus des «Calcaires à tortues de Soleure» (Meyer 1994). Cette ammonite, typique de la zone à *Autissiodorensis* du sommet du Kimméridgien, indique également un âge légèrement plus jeune que les Marnes à *virgula* supérieures présentes en Ajoie et en France. De plus, l'étude des paléoenvironnements du Kimméridgien supérieur en Ajoie indique plusieurs phases d'émersion (traces de dinosaures) et l'érosion ou le non-dépôt de certains niveaux est suspecté. L'étude du Tithonien dans le Jura vaudois et le Jura méridional (est de la France) montre une multitude d'indices typiques de zones d'émersion ou intertidale (paléosols, charophytes, recristallisation, stromatolithes, karst), notamment dans les niveaux proches de la limite Kimméridgien/Tithonien (Bläsi 1980; Rameil 2005).

Les apports silliciclastiques semblent globalement plus importants durant certaines périodes du Kimméridgien, mais leur distribution et leur dépôt final sont sans doute contrôlés par les courants marins et surtout

par la morphologie de la plateforme (Strasser comm. pers.). Celle-ci était structurée par des failles synsédimentaires (Allenbach 2002), et ces argiles se sont déposés de préférence dans les dépressions. Les deux niveaux à *virgula* (inférieurs et supérieurs) sont donc d'épaisseurs variables latéralement et sans doute légèrement diachroniques. Cependant, ces horizons peuvent constituer des lithofaciès repères, à condition de ne pas être confondus (Fig. 9).

6. Perspectives

Les nouvelles coupes lithostratigraphiques de référence décrites dans cet article n'ont d'intérêts que si leur accessibilité est assurée à long terme. Si les sites exploités dans le cadre de la construction de l'A16 seront rebouchés et revitalisés dans les années à venir, l'accessibilité des localités-types, définies dans des carrières, devrait perdurer. La carrière de la Combe (localité-type du Membre de Coutedoux) est d'ores et déjà répertoriée dans l'inventaire des géotopes du canton du Jura et son importance géologique est reconnue (Dumas & Berger 2007). La mise en valeur de la partie sommitale de la série sédimentaire affleurante est planifiée et des discussions relatives à la sauvegarde de la totalité de la coupe sont en cours, notamment dans le cadre du projet de valorisation de la paléontologie et de la géologie du Jura (projet paléojura). En attendant, l'exploitation de cette carrière est prévue pour une dizaine d'années au moins.

Quant à la carrière d'Alombre (localité-type du Membre de Vabenau), des discussions sont également en cours dans le cadre du projet paléojura afin d'assurer la préservation de la coupe.

Par ailleurs, en Suisse, les deux groupes de travail du Comité Suisses de stratigraphie du Jura est et ouest, composés entre autres de professeurs d'université et de professionnels de la cartographie, se réunissent régu-

lièrement pour coordonner une révision complète de toute la nomenclature stratigraphique de la chaîne jurassienne (Remane et al. 2005; Burkhalter & Heckendorn 2009). Celle-ci est en effet encore très hétéroclite et les équivalences régionales sont parfois mal calibrées. Cet article et les travaux de la PAL A16 s'inscrivent pleinement dans ce projet.

Ce travail est une des composantes d'un projet scientifique plus vaste qui vise à analyser la litho- et la biostratigraphie du Jurassique supérieur dans le canton du Jura et à en définir l'évolution sédimentologique. Les futures investigations vont se focaliser sur l'extension stratigraphique de l'étude aux affleurements de l'Oxfordien et sur des analyses complémentaires (e. g. microfaciès, évolution des cortèges argileux, micropaléontologie) afin d'aboutir à une définition stratigraphique plus fine.

Remerciements

Cette étude a été possible grâce à de multiples discussions, encouragements et collaborations avec de nombreux collègues. Les auteurs tiennent à remercier les personnes suivantes: Jean-Paul Billon-Bruyat, Loïc Bocat, Richard Chèvre, Wolfgang Hug, Andreas Iberg, Jens Koppka, Yves Maître, Daniel Marty, Pierre-Alain Moeschler, Géraldine Paratte ainsi que tous les fouilleurs ayant participé aux travaux de terrain. Les identifications des ammonites ont été assurées par Pierre Hantzpergue, Günter Schweigert et Reinhart Gygi. Les problèmes de corrélations ont bénéficié des connaissances de la stratigraphie du Jura de Jürg Aufranc, Jean-Pierre Berger et André Strasser. Ce travail a été supporté par le Comité Suisse de stratigraphie et particulièrement le groupe de travail du Jura est. Les analyses minéralogiques et les lames minces ont été réalisées respectivement par les Universités de Lausanne et de Fribourg. L'Office de la culture de la République et Canton du Jura et l'Office fédéral des routes ont financé cette étude.

Références

- Allenbach, R. 2002: The ups and downs of «Tectonic Quiescence» recognizing differential subsidence in the epicontinental sea of the Oxfordian in the Swiss Jura Mountains. *Sedimentary Geology* 150, 323–342.
- Aubert, D. 1943: Monographie géologique de la Vallée de Joux (Jura vaudois). Mat. Carte géol. Suisse [N. S.] 78.
- Billon-Bruyat, J.-P. 2005: A «turtle cemetery» from the Late Jurassic of Switzerland. Abstract, 3rd Swiss Geoscience Meeting 2005, Zurich.
- Bläsi, H. 1980: Die Ablagerungsverhältnisse im «Portlandien» des schweizerischen und französischen Juras. PhD Thesis Univ. Bern (inédit), 1–151.
- Bourquin, Ph. 1946: Atlas géologique de la Suisse 1/25000. Note explicative des feuilles 114 Biaufond, 115 Les Bois, 116 La Ferrière, 17 St-Imier (Feuille 15 de l'Atlas). Commission géol. Soc. helv. sc. nat. Berne. Berne (Kümmerly & Frei). 1–56.
- Braillard, L. 2006: Morphogenèse des vallées sèches du Jura tabulaire d'Ajoie (Suisse): rôle de la fracturation et étude des remplissages quaternaires. *Geofocus* 14, Fribourg, 1–224.
- Burkhalter, R. & Heckendorn, W. 2009: Das Stratigraphische Komitee der Schweiz (SKS). *Swiss Bull. angew. Geol.* 14 (1+2), 159–162.
- Cariou, E. & Hantzpergue, P. 1997: Biostratigraphie du jurassique ouest-européen et méditerranéen: zonations parallèles et distribution des invertébrés et microfossiles. *Bull. Centre Rech. Elf Explor. Prod., Mem.* 17, 1–440.
- Chevallier, T. 1989: Les formations carbonatées de la séquence ptérocérienne (Kimmeridgien pars) dans le Jura français et les régions voisines. These Univ. Lyon I, Cahiers inst. Catholique Lyon, Ser. Sciences 2 (inédit), 1–194.
- Colombié, C. 2002: Sédimentologie, stratigraphie séquentielle et cyclostratigraphie du Kimméridgien du Jura suisse et du Bassin vocontien (France): relations plate-forme – bassin et facteurs déterminants. *Geofocus* 4, Fribourg, 1–198.
- Colombié, C. & Strasser, A. 2003: Les séquences de dépôt du Kimmeridgien du Bassin vocontien (France): exportation de carbonates depuis les plates-formes peu profondes. *Geobios* 36, 675–683.
- Colombié, C. & Strasser, A. 2005: Facies, cycles, and controls on the evolution of a keep-up carbonate platform (Kimmeridgian, Swiss Jura). *Sedimentology* 52, 1207–1227.
- Colombié, C. & Rameil, N. 2007: Tethyan-to-boreal correlation in the Kimmeridgian using high-resolution sequence stratigraphy (Vocontian Basin, Swiss Jura, Boulonnais, Dorset). *Int J Earth Sci (Geol Rundsch)* 96, 567–591.
- Contejean, C. L. 1859: Etude de l'étage kimméridgien dans les environs de Montbéliard et dans le Jura, la France et l'Angleterre. *Mém. Soc. Ému. Doubs*, 1–325.

- Contini, D. & Hantzpergue, P. 1973: Le Kimméridgien de la région de Montbéliard. *Ann. Sci. Univ. Franche-Comté, Besançon, Géol., 3e sér.*, 18, 143–179.
- Dauwalder, P. & Remane, J. 1979: Etude du Banc à Nérinées à la limite «Kimméridgien-Portlandien» dans le Jura Neuchâtelois méridional. *Paläontologische Zeitschrift* 53, 163–181.
- Dumas, J. & Berger, J.-P. 2007: Inventaire des géotopes géologiques de la République et Canton du Jura: Notice explicative. Unité de Géologie-Minéralogie, Dept. Géosciences, Univ. Fribourg (inédit), 1–287.
- Dupraz, C. 1999: Paléontologie, paléocéologie et évolution des faciès récifaux de l'Oxfordien Moyen-Supérieur (Jura suisse et français). *Geofocus* 2, Fribourg, 1–200.
- Enay, R., Tintant, H. & Rioult, M. 1971: Les zones du Jurassique en France: Kimméridgien. *C. R. somm. Soc. Géol. France, Paris*, 97–98.
- Enay, R., Contini, D. & Boullier, A. 1988: Le Séquanien-type de Franche-Comté (Oxfordien supérieur): datations et corrélations nouvelles, conséquences sur la paléogéographie et l'évolution du Jura et régions voisines. *Eclogae geol. Helv.* 81, 295–363.
- Falconnier, A. 1931: Etude géologique de la région du Col du Marchairuz. *Mat. Carte géol. Suisse [N. S.]* 27.
- Fosso Menkem, E. 2007: Le Kimméridgien inférieur dans la région de Porrentruy (Jura suisse): Sédimentologie, stratigraphie séquentielle et cyclostratigraphie. Master Univ. Fribourg (inédit), 1–63.
- Frei, E. 1925: Zur Geologie des südöstlichen Neuenburger Jura. *Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.]* 55.
- Greppin, J. N. 1870: Description géologique du Jura bernois et quelques districts adjacents. *Mat. Carte Géol. Suisse* 8, 1–357.
- Gretz, M. 2007: Les calcaires blancs à coraux de la Formation de Reuchenette (Kimméridgien supérieur, Jura suisse): étude sédimentologique et biostratigraphique. Master Univ. Genève (inédit), 1–157.
- Gretz, M., Ayer, J. & Comment, G. 2010: Analyse microscopique de la Formation de Reuchenette (Kimméridgien). Nouvelles données acquises dans le cadre de la construction de l'autoroute A16. *Paléontologie A16, Etudes intermédiaires* 37 (inédit). 1–105.
- Gygi, R. A. 1969: Zur Stratigraphie der Oxford-Stufe (oberes Jura-System) der Nordschweiz und des Süddeutschen Grenzgebietes. *Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.]* 136, 1–123.
- Gygi, R. A. 1995: Datierung von Seichtwassersedimenten des Späten Jura in der Nordwestschweiz mit Ammoniten. *Eclogae geol. Helv.* 88 (1), 1–58.
- Gygi, R. A. 2000: Integrated stratigraphy of the Oxfordian and Kimmeridgian (Late Jurassic) in northern Switzerland and adjacent southern Germany. *Mem. of the Swiss Academy of Sciences.* 104, 1–151.
- Hardenbold, J., Thierry, J., Farley, M. B., Jacquin, T., de Graciansky, P. C. & Vail P. R. 1998: Jurassic chronostratigraphy. Dans: de Graciansky, P. C., Hardenbold, J., Jacquin, T. & Vail, P. R. (eds): *Mesozoic and Cenozoic sequence stratigraphy: of european basins.* SEPM –spec. Publ. 60 (chart).
- Heim, A. 1919: *Geologie der Schweiz, Bd 1, Molasse-land und Juragebirge.* Verlag Herrn. Tauchnitz, Leipzig: 451.
- Hillgärtner, H. 1998: Discontinuity surfaces on a shallow-marine carbonate platform (Berriasian, Valanginian, France and Switzerland). *Journal of Sedimentary Research* 68 (6), 1093–1108.
- Hug, W. A. 2003: Sequenzielle Faziesentwicklung der Karbonatplattform des Schweizer Jura im Späten Oxford und frühesten Kimmeridge. *Geofocus* 7, Fribourg, 1–155.
- Jank, M. 2004: New insights into the development of the Late Jurassic Reuchenette Formation of NW Switzerland (Late Oxfordian to Late Kimmeridgian, Jura Mountains). Thèse Univ. Bâle (inédit), 1–122.
- Jank, M., Meyer, C. A. & Wetzel, A. 2006a: Late Oxfordian to Late Kimmeridgian carbonate deposits of NW Switzerland (Swiss Jura): Stratigraphical and palaeogeographical implications in the transition area between the Paris Basin and the Tethys. *Sedimentary Geology* 138, 237–263.
- Jank, M., Wetzel, A. & Meyer, C. A. 2006b: A calibrated composite section for the Late Jurassic Reuchenette Formation in northwestern Switzerland (?Oxfordian, Kimmeridgian sensu gallico, Ajoie-Region). *Eclogae geol. Helv.* 99, 175–191.
- Jank, M., Wetzel, A. & Meyer, C. A., 2006c: Late Jurassic sea-level fluctuations in NW Switzerland (Late Oxfordian to Late Kimmeridgian): closing the gap between the Boreal and Tethyan realm in Western Europe. *Facies* 52, 487–519.
- Keller, C. 2006: A high resolution interpretation of Kimmeridgian depositional environments, omission surfaces and sequences (Courtedoux – Canton Jura – Switzerland). Master Univ. Fribourg (inédit), 1–90.
- Marcou, J. 1848: *Recherches géologiques sur le Jura salinois. Première partie.* *Mém. Soc. Géol. France* [2] 3, 1–151.
- Marty, D. 2008: Sedimentology, taphonomy, and ichnology of Late Jurassic dinosaur tracks from the Jura carbonate Platform (Chevenez–Combe Ronde tracksite, NW Switzerland): insights into the tidal-flat palaeoenvironment and dinosaur diversity, locomotion, and palaeoecology. *GeoFocus* 21, Fribourg, 1–278.
- Meyer C. 1994: Depositional environment and paleoecology of the Solothurn Turtle Limestone (Kimmeridgian, Northern Switzerland). *Geobios* 16.
- Milankovitch, M. 1941: *Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem.* Royal Serbian Sciences, Spec. Publ. 132, Section of Mathematical and Natural Sciences 33, Belgrade.

- Moesch D. 1867: Der Aargauer Jura und die nördlichen Gebiete des Kantons Zürich geologisch untersucht und beschrieben. Beitr. geol. Karte Schweiz 4.
- Morris, N. J. 1968: Stratigraphical and paleontological research in the Upper Jurassic Rocks. PhD thesis, Univ. Oxford (inédit), 1-234.
- Mouchet, P. 1995: Le Kimmeridgien du Jura central. Microfaciès, Minéralogie et interprétation séquentielle. PhD thesis Univ. Neuchâtel (inédit), 1-204.
- Rameil, N. 2005: Carbonate sedimentology, sequence stratigraphy, and cyclostratigraphy of the Tithonian in the Swiss and French Jura Mountains. *Geofocus* 13, Fribourg, 1-246.
- Remane, J., Adatte, T., Berger, J. P., Burkhalter, R., Dall'Agnolo, S., Decrouez, D., Fischer, H., Funk, H., Furrer, H., Graf, H. F., Gouffon, Y., Heckendorn, W. & Winkler, W. 2005: Directives pour la nomenclature stratigraphique. Comité suisse de stratigraphie. *Eclogae geol. Helv.* 98, 385-405.
- Sandoz, M. 2009: Les calcaires à coraux de la Formation de Reuchenette (Kimmeridgien Supérieur) dans la région de Courtedoux (Ajoie, Jura). Master Univ. Genève (inédit), 1-178.
- Sandoz, M. 2010: VTT007 et TCH008: Observation des lames minces. *Paléontologie A16, Etude intermédiaire* 39 (inédit), 1-47.
- Schweigert, G. & Callomon, J. H. 1997: Der *bauhini*-Faunenhorizont und seine Bedeutung für die Korrelation zwischen tethyalem und subborealem Oberjura. *Stuttgarter Beitr. Naturk. [Ser. B]* 247, 1-69.
- Strasser, A. 2007: Astronomical time scale for the Middle Oxfordian to Late Kimmeridgian in the Swiss and French Jura mountains. *Swiss journal of géosciences, Basel*, Vol. 100, no 3, 407-429.
- Sykes, R. M. & Callomon, J. H. 1979: The *Amoeboceras* zonation of the boreal Upper Oxfordian. *Paleontology* 22 (4), 839-903.
- Thalmann, H. K. 1966: Zur Stratigraphie des oberen Malm im südlichen Berner und Solothurner Jura. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft des Kantons Solothurn*, Heft 22, 1-126.
- Thierry, J. et al. (44 co-auteurs) 2000: Map 10: Early Kimmeridgian (146-144 Ma). Dans: Dercourt, J., Gaetani, M., Vrielynck, B., Barrier, E., Biju-Duval, B., Brunet, M. F., Cadet, J. P., Crasquin, S. & Sandulescu, M. (eds.), *Atlas Peri-Tethys*, Paris, palaeogeographical map.
- Thurmann, J. 1832: Essai sur les soulèvements Jurassiques de Porrentruy. *Mém. Soc. Hist. nat. Strasbourg* 1, 1-84.
- Thurmann, J. 1852: Coup d'oeil sur la stratigraphie du Groupe Portlandien aux environs de Porrentruy. *Lettres écrites etc., Lettre IX Mitt. natf. Ges. Bern*.
- Thurmann, J. & Etallon, A. 1861-1864: *Lethea bruntrutana* ou études paléontologiques et stratigraphiques sur le Jura bernois et en particulier les environs de Porrentruy. *N. Mém. Soc. Helv. Sci. nat.* 18-20, 1-500.
- Waite, R., Wetzel, A., Meyer, C. A., & Strasser, A. 2008: The Paleocological significance of Nerineoid mass accumulations from the Kimmeridgian of the Swiss Jura mountains. *Palaios*, v. 23, 548-558.
- Ziegler, B. 1964: Das untere Kimmeridgien in Europa. *Colloque du Jurassique 1962, Vol. C. rend. Mém., Inst. Grand-ducal, Sect. Sci. nat., phys., mathém., Luxembourg*. 345-354.
- Ziegler, P. A. 1988: Late Jurassic-Early Cretaceous Central Atlantic sea-floor spreading, closure of Neo-Tethys, and opening of Canada Basin. Dans: Ziegler, P. A. (Ed.) *Evolution of the Arctic-North Atlantic and the Western Tethys*, AAPG Mem. 43, 63-82.