Zeitschrift: Actes de la Société jurassienne d'émulation

Herausgeber: Société jurassienne d'émulation

Band: 106 (2003)

Artikel: Le Kimméridgien en Ajoie (Mésozoïque) : premiers réslultats de fouilles et de recherches paléontologiques sur le tracé de la Transjurane (a16)

Autor: Marty, Daniel / Hug, Wolfgang A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-684624

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

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

Le Kimméridgien en Ajoie (Mésozoïque)

Premiers résultats de fouilles et de recherches paléontologiques sur le tracé de la Transjurane (A16)

Daniel Marty et Wolfgang A. Hug

Introduction

La géologie et la paléontologie font l'objet d'une longue tradition dans le Jura. Thurmann (1804-1855) et Koby (1852-1930) furent les pères de la paléontologie régionale; cependant le pays jurassien a passionné d'autres scientifiques tels que Gressly, Choffat, Rollier et Greppin au XIXe siècle, suivis par Baumberger, Schlaich, Buxtorf et Rothpletz au début du XXe siècle.

Héritière du travail de ces pionniers, la Section de paléontologie (SPA) s'est attachée à mettre au point une méthode d'investigation qui non seulement s'applique aux recherches actuellement menées, mais permettra également de poursuivre à l'avenir un travail paléontologique cohérent au niveau cantonal.

Pour les renseignements concernant l'organisation de la SPA et la description générale de ses activités, se référer à la contribution de Hug *et al.*, dans la présente publication.

Le présent exposé décrit les résultats de trois années de fouilles dans les couches du Kimméridgien et de la fin de l'ère jurassique. Les spécialistes de la SPA ont effectué une première détermination des fossiles découverts jusqu'à ce jour; ce travail permet d'ores et déjà une présentation préliminaire du matériel ainsi répertorié. Des recherches complémentaires se poursuivent actuellement dans le cadre d'un travail en coopération avec des spécialistes issus des universités suisses ainsi que des centres de recherche internationaux.

Le Jura au Kimméridgien

La documentation des endroits fossilifères, simultanément à celle des formations géologiques contenant des fossiles, détermine le fondement de toutes les futures interprétations scientifiques. Seule cette combinaison permet de mettre en évidence les circonstances paléontologiques, aussi

bien du point de vue scientifique que dans l'optique d'une vulgarisation à destination d'un large public.

Les interprétations scientifiques, pour leur part, sont le fondement d'une identification de sites fossilifères potentiels. Les commentaires suivants sont censés élucider les connaissances de base sur les dépôts sédimentologiques jurassiens ainsi que mettre en exergue les unités de dépôts fossilifères potentiels avant toute nouvelle fouille.

La description de la situation paléontologique du Jura d'il y a 150 millions d'années, ainsi nommé Kimméridgien, constitue un point

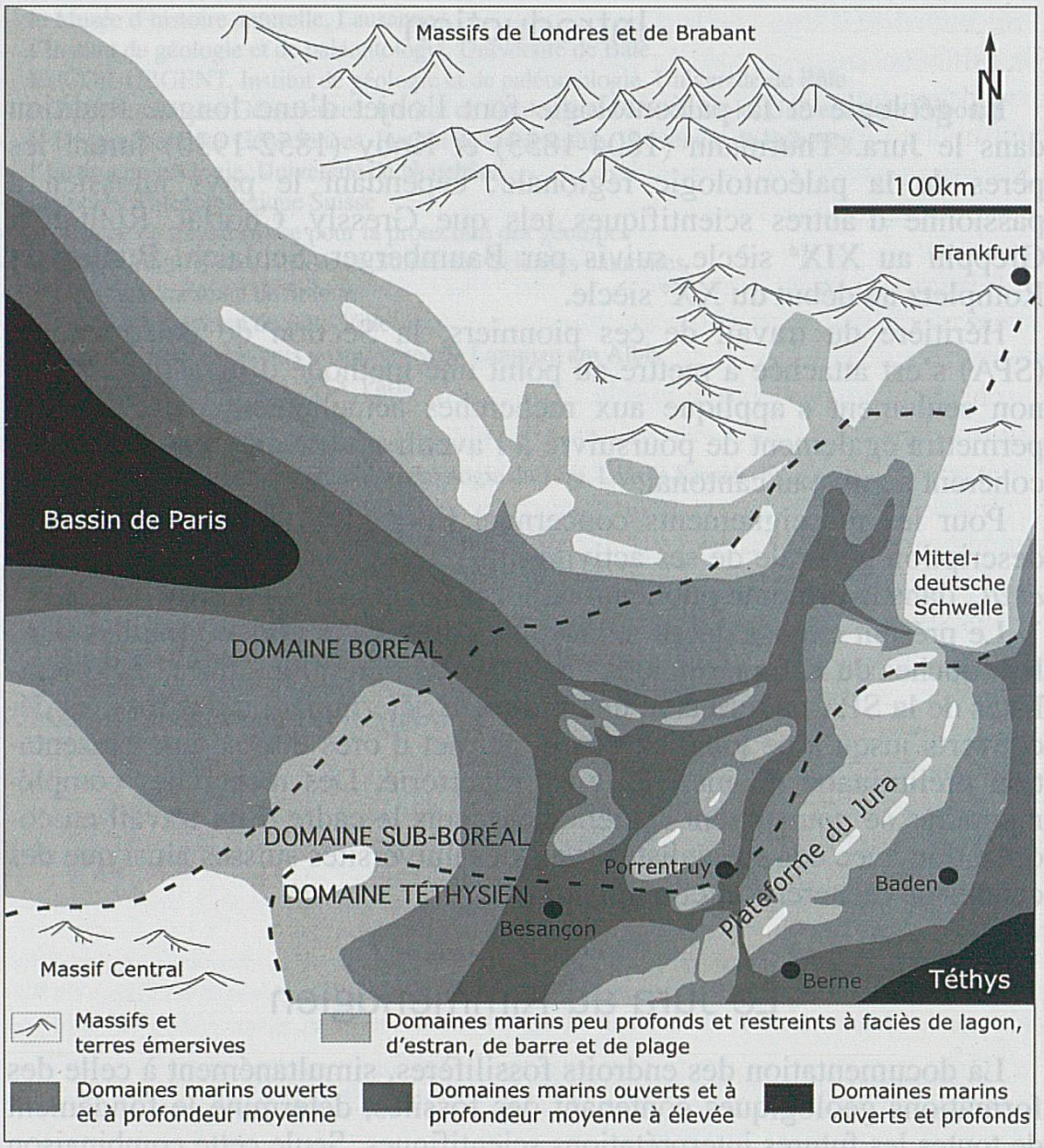


Fig. 1: Carte paléogéographique pour le Kimméridgien, d'après Hug (2003).

de départ pour la compréhension de la provenance de couches fossilifères pertinentes qui aujourd'hui peuvent être présentes en Ajoie comme dans la zone du bassin delémontain.

La sédimentation au Kimméridgien, et déjà à l'Oxfordien supérieur, dans le Jura suisse peut être expliquée par quelques phénomènes directeurs suivants:

Au cours de cette période, la future Europe (partie sud-ouest du continent eurasien) était composée de terres émergées disséminées entre lesquelles se trouvaient des plates-formes carbonatées peu profondes (Fig. 1) (Meyer & Schmidt-Kaler, 1989; Ziegler, 1988). La région du futur Jura suisse était située à l'époque entre 37° et 38° de latitude nord (Smith *et al.*, 1994) et était bordée de massifs importants: le massif de Londres-Brabant et le seuil de la «Mitteldeutsche Schwelle» au nord, le Massif Central français au sud-ouest et l'île bohémienne à l'est. D'autres domaines paléogéographiques connus ont probablement aussi eu leur influence sur cette région: le seuil de «Oberharz-Schwelle», le seuil de «Pompeckische Schwelle» et les terres émergées scandinaves (nord lointain) ainsi que la dépression océanique du bassin téthysien (sud), le bassin de Paris (nord-ouest) et la zone du fossé de Biskaya (ouest).

Les environnements de dépôt des couches oxfordiennes et kimméridgiennes en Ajoie se situaient sur cette plate-forme. (Bernoulli & Gygi, 1983), au sud d'une bande de terre émergée (Rheinisches Land, Rheinische Schwelle) du massif de Brabant. Une large zone côtière saumâtre (environ 50 km de large) séparait la plate-forme carbonatée des terres émergées (Meyer & Schmidt-Kaler, 1989). Cette zone côtière s'étendait probablement vers le nord ou le nord-est en formant des baies qui pénétraient assez profondément le continent. La production de carbonates dans les environnements de dépôt a été perturbée par l'apport de sédiments siliciclastiques provenant probablement de ces baies (Hug, 2003). Au sud-est, le bord de la plate-forme englobait la future Ajoie et était orientée nord-est/sud-ouest. Au sud, la plate-forme faisait d'abord place à une rampe peu pentue, puis plus inclinée pour se jeter finalement dans la Téthys alpine (Ziegler, 1988). A l'est une rampe peu pentue, en partie constituée par des sédiments carbonatés exportés de la plate-forme (Pittet & Strasser, 1998), butait contre les récifs souabes (Brachert, 1992). Au sud-ouest, la bordure de la plate-forme s'élargissait de plus en plus; son identification est rendue très difficile du fait de la transition peu marquée vers la rampe. De plus, cette zone a été perturbée par l'exportation de sédiments provenant de zones peu profondes de la plate-forme interne (Meyer, 2000) et par des influences tectoniques. A la fin de l'Oxfordien et au début du Kimméridgien, la limite de la plate-forme vers l'ouest était formée par une ceinture de barres oolithiques (allant du Massif Central à celui de Londres-Brabant; Enay, 1980) qui la séparait de la plate-forme burgonde, du bassin de Paris et de la plate-forme nord-

aquitaine. Plus tard (Kimméridgien moyen à supérieur) on peut postuler l'existence d'un passage à travers cette ceinture reliant le bassin de Paris avec la plate-forme carbonatée du Jura. Cette hypothèse est renforcée par la découverte d'une ammonite d'origine boréale (Rasenia borealis).

Une recherche bibliographique poussée combinée avec des résultats de levées de coupes-clés sur le terrain ont débouché sur une compilation de toute une série d'informations qui définissent un cadre sédimentologique et donnent des informations sur l'évolution de la région de l'Ajoie à l'Oxfordien supérieur et au Kimméridgien. Les informations acquises par les levées de coupes permettent d'étudier les composants sédimentaires au moyen d'une analyse de microfaciès, ce qui permet de classer les dépôts sédimentaires par catégories (Ziegler, 1962; Wilson, 1968, 1975; Flügel, 1982; Jones & Desrochers, 1992; Santantonio, 1993; Pasquier, 1995; Pittet, 1996; Thierry & Garcia, 1996; Dupraz, 1999; Hillgärtner, 1999; Colombié, 2002; Hug, 2003).

La subdivision en faciès de formation décrit des environnements de dépôts caractéristiques comme des lagons, des estrans, des récifs, des barres, des chenaux ou encore des plages (Fig. 2).

La comparaison avec des zones de dépôts similaires de l'actuel système, comme par exemple aux Bahamas ou dans le golfe Persique (Purser, 1973), permet de tirer des conclusions sur les habitats de divers espèces de la faune marine ainsi que des endroits potentiels de présence de fossiles et de traces de vie. L'observation du lithofaciès des dépôts sur le terrain permet ainsi de tirer des conclusions sur la présence potentielle de ces fossiles et ichnofossiles.

La stratigraphie

La datation des dépôts sédimentaires fouillés par la SPA se base sur des datations de fossiles biostratigraphiques comme par exemple les ammonites et sur des concepts de stratigraphie séquentielle et de cyclo-stratigraphie (Hug, 2003). Plusieurs ammonites trouvées (Fig. 6) par la SPA sont ainsi d'ores et déjà datées (Fig. 3).

La nomenclature chronostratigraphique et biostratigraphique utilisée par la SPA se base sur le découpage séquentiel fourni par les «charts» de Gygi (2000) et de Hardenbol *et al.* (1998). Les unités biostratigraphiques se basent sur une subdivision de zones à ammonites (Groupe Français d'Etude du Jurassique, 1997). L'intervalle de temps couvert par le Kimméridgien correspond à des zones à ammonites qui diffèrent selon les régions. Au nord, on trouve le domaine boréal (Grande-Bretagne, Boulonnais, Normandie). Au sud s'étend le domaine téthysien (province méditerranéenne: Espagne méridionale, NE de l'Italie; province submé-

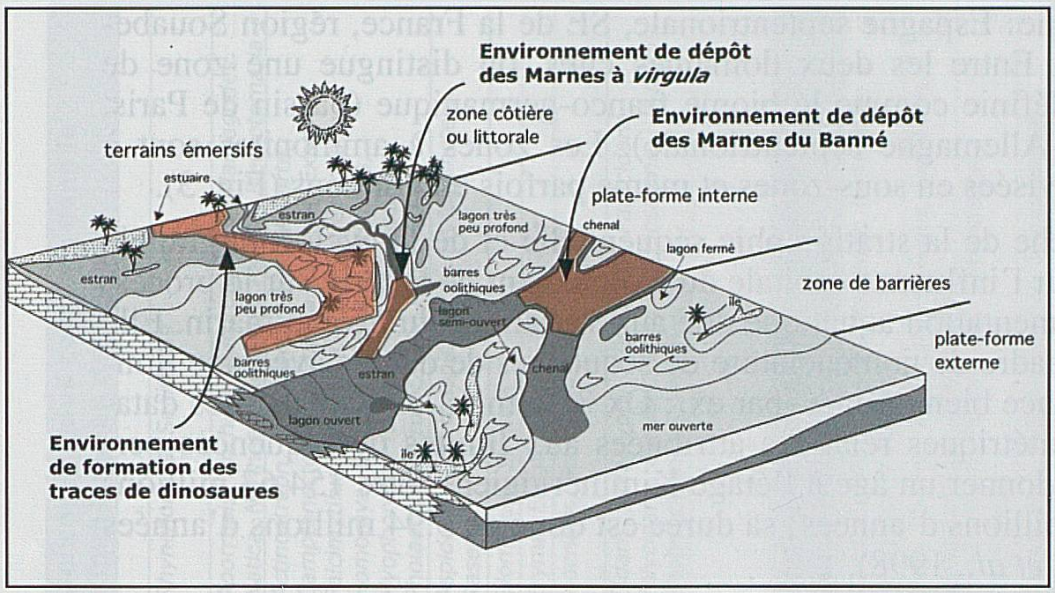


Fig. 2 : Environnement de dépôt des Marnes du Banné, Marnes à *virgula* et des couches potentielles de traces de dinosaures.

ÉTAGE	FORMATION	Domaine téthysien, *sensu* gallico			Domaine boréal, *sensu* anglico				Position stratigraphique	
		Ammonites				Ammonites			Sites de fouilles en Ajoie	
		zones d'ammonites	séquences	ages (mio)	séquences	zones	sous-zones	horizons	Exemples de couches	Intervalles étudiés
Kimméridgien sup.	Reuchenette						Contejeani	Yo Contejeani		
		EUDOXUS			Kim 6	EUDOXUS	Caletanum	Quercynum Caletanum		
					Kim 5		Orthocera	Calvescens Hybridus Orthocera		
			Kim 4	152.01					Marnes à *virgula* Dalle à traces de dinosaures	Sur Combe Ronde
		ACANTHICUM			Kim 4	MUTABILIS	Lallierianum	Schilleri Lallierianum		
							Mutabilis	Mutabilis Attenuatus Desmonotus Linealis	Marnes du Banné	Vâ Tche Tchâ
Kim. inf.			Kim 3	152.70	Kim 3					
		DIVISUM				CYMODOCE	Chatelaillonensis	Discoidus Chatelaillonensis Askeptus Manicata Aulnisa		

Fig. 3: Contexte chrono-, bio- et lithostratigraphique (Hardenbol *et al.*, 1998; Gygi, 2000) du Kimméridgien en Ajoie montrant la position des Marnes du Banné et des Marnes à *virgula*.
1: *Orthaspidoceras schilleri* OPPEL, « Sur Combe Ronde », Courtedoux, couche 3500.
2: *Aspidoceras longispinum* SOWERBY, Carrière «La Combe», Chevenez, Marnes à *virgula*.
3: *Aspidoceras caletanum* OPPEL, « Sur Combe Ronde », Courtedoux.

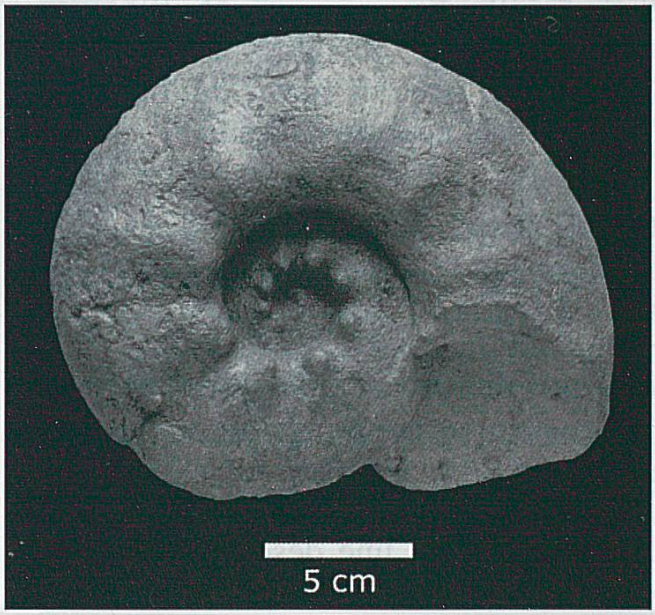


Fig. 6 : *Orthaspidoceras schilleri* (RDM-200.1), moule interne, « Roche de Mars », Porrentruy, Kimméridgien supérieur. Cette ammonite provient de l'horizon *schilleri* de la sous-zone à *Lallierianum* du biome franco-germanique et correspond à la zone à Acanthicum du domaine Téthysien.

diterranéenne: Espagne septentrionale, SE de la France, région Souabe-Franconie). Entre les deux domaines cités, on distingue une zone de transition définie comme le biome franco-germanique (bassin de Paris, Aquitaine, Allemagne septentrionale). Les zones à ammonites sont à leur tour divisées en sous-zones et même parfois en horizons (Fig. 3).

L'approche de la stratigraphie séquentielle et de la cyclostratigraphie est basée sur l'influence orbitale du mouvement de la terre sur le processus de sédimentation aquatique due aux variations du niveau marin. Elle fournit un cadre de nomenclature de séquences de dépôts avec une limite de séquence bien définie (par ex.: Ox 8, Kim 1, ..., Kim 5). Les datations radiométriques relatives attribuées aux limites de séquences permettent de donner un âge à l'étage Kimméridgien, entre 154.63 millions et 150.69 millions d'années; sa durée est donc de 3.94 millions d'années (Hardenbol *et al.*, 1998).

Les fossiles du Kimméridgien de l'Ajoie

Dans l'état actuel de l'avancement des travaux sur le tracé de la Transjurane (A16), les fouilles des dépôts mésozoïques de l'étage Kimméridgien se limitent à la partie méridionale de l'Ajoie. De vastes prospections, de multiples sondages ainsi que des recherches bibliographiques ont permis de déterminer que les couches les plus fossilifères s'étendent de la base des Marnes du Banné au sommet des Marnes à *virgula*. Ces couches sont caractérisées par des changements assez rapides de divers systèmes de sédimentation (lagunes, chenaux, littoraux) et sont par conséquent très riches en invertébrés (mollusques en particulier). A cela s'ajoutent les restes de divers vertébrés (tortues, crocodiles, requins, poissons) présents dans plusieurs couches ainsi que des traces de dinosaures. La mise au jour de ces restes de vertébrés apporte à ce site un intérêt d'autant plus grand.

Les fouilles de Courtedoux «Sur Combe Ronde» et «Vâ Tche Tchâ» ainsi que de nombreuses petites fouilles ponctuelles entre Courgenay et Boncourt ont permis l'établissement d'une séquence stratigraphique complète, ce qui a autorisé une approche systématique. C'est surtout la fouille intensive du site de «Sur Combe Ronde» avec sa série de couches horizontales facilement accessibles qui a permis la récolte des informations les plus complètes sur ces dépôts sédimentaires. Le tableau 1 ci-dessous montre un aperçu simplifié du Kimméridgien de l'Ajoie où l'on trouve les macrofossiles les plus abondants, et une description du gisement des traces fossiles de Courtedoux.

Invertebrés

(Sub-)Division	Embranchement	Classe	Dénominations communes	Genres les plus courants dans le Kimméridgien de l'Ajoie
Coelenterata	Cnidaria	Anthozoa	anémones, coraux	
Bilateria Protostomia	Brachiopoda	Calciata	brachiopodes	*Rhynchonella, Sellithyris*
	Mollusca	Gastropoda	escargots	*Aporrhais, Anchura, Bathrotomaria, Harpagodes, Natica, Nerinea, Neritopsis, Patella, Pleurotomaria*
		Bivalvia	bivalves, lamellibranches	*Actinostreon, Arca, Arcomytilus, Astarte, Camptonectes, Dacryomya, Diceras, Exogyra, Falcimytilus, Gervilia, Goniomya, Gryphaea, Homomya, Inoperna, Mytilus, Modiolus, Myophorella, Nanogyra, Palaeonucula, Pholadomya, Protocardia, Pygocardia,*
		Cephalopoda	céphalopodes: bélemnites, ammonites, nautiles	*Aspidoceras, Orthaspidoceras, Perisphinctes, Rasenia*
	Annelida		vers, serpules	*Glomerula, Serpula*
	Arthropoda	Crustacea	crabes, crevettes, homards	*Eryma, Erymasthacus, Orhomalus*
Bilateralia Deuterostomia	Echinodermata	Crinoidea	lis de mer	*Isocrinus, Solanocrinites*
		Echinoidea	oursins	*Cidaris, Holectypus, Nucleolites, Paracidaris, Polycidaris, Pseudocidaris, Pseudosalenia, Pygurus, Rhabdocidaris, Stomechinus*

Vertebrés

(Sub-)Division	Classe	Sous-Classe	Dénominations communes	Genres les plus courants dans le Kimméridgien de l'Ajoie
Gnatosthomata	Chondrichthyes		poissons cartilagineux: requins, raies, chimères	*Acrodus, Asteracanthus, Hybodus, Ischyodus, Spathobatis, Squatina*
	Osteichthyes		poissons osseux	*Amia, Caturus, Ceratodus, Gyrodus, Lepidotus, Macromesodon, Proscinetes*
	Reptilia	Chelonomorpha (Testudines)	tortues	*Eurysternum, Plesiochelys, Thalassemys, Tropidemys*
		Archosauria	crocodiles marins	*Dakosaurus, Machimosaurus, Steneosaurus*
			saurischiens: dinosaures à bassin de lézard	Sauropodes, théropodes
		Pterosauromorpha	ptérosaures	

Tableau 1 : Aperçu simplifié du Kimméridgien de l'Ajoie avec les macro-fossiles les plus abondants (invertébrés et vertébrés).
Pour les groupes de fossiles les plus importants, il est chaque fois mentionné par ordre alphabétique quelques genres courants.

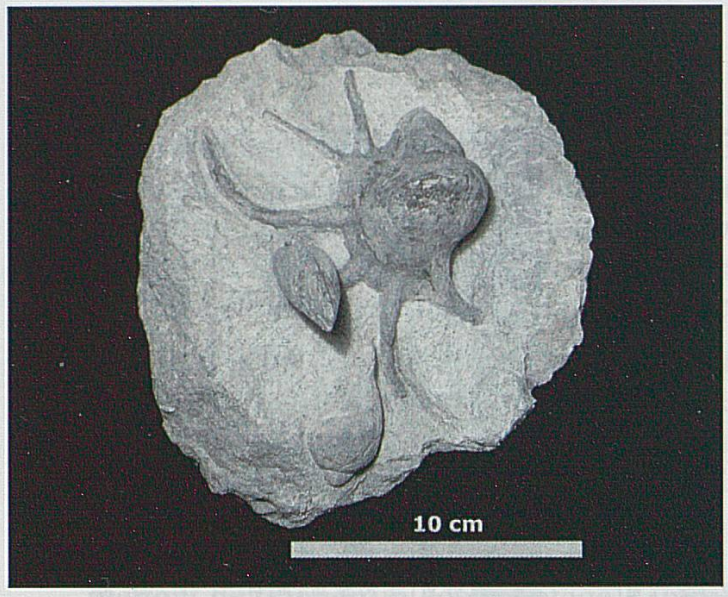


Fig. 4: *Harpagodes oceani* (TLB-243), moule interne, déblais du tunnel du Banné, Porrentruy, Kimméridgien supérieur, Marnes du Banné. Ce gastéropode détrivore est le fossile typique des Marnes du Banné où il vivait probablement à moitié enfoui (semi-infaunal).

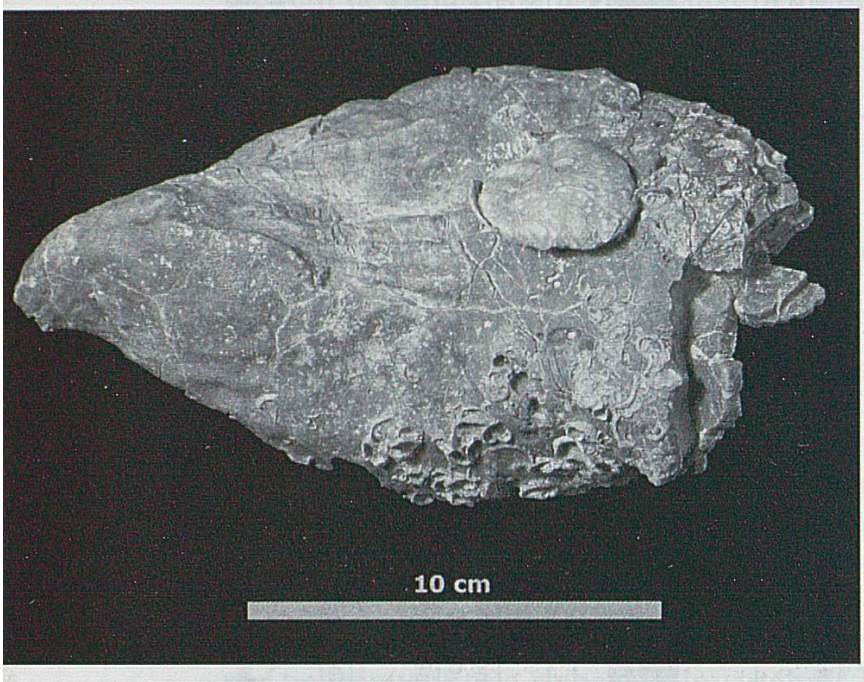


Fig. 5: *Trichites* sp. (TLB-283), déblais du tunnel du Banné, Porrentruy, Kimméridgien supérieur, Marnes du Banné. Ce bivalve vivait à moitié enfoui (semi-infaunal) et son côté non enfoui est fortement perforé et encroûté par des huîtres (cf. *Exogyra* sp.). Un brachiopode (*Sellithyris* sp.) se servait de cette huître pour pouvoir s'agripper. Ce coquillage est typique des baies peu profondes où le substrat à granulométrie fine est mou et boueux (Werner, 1986).

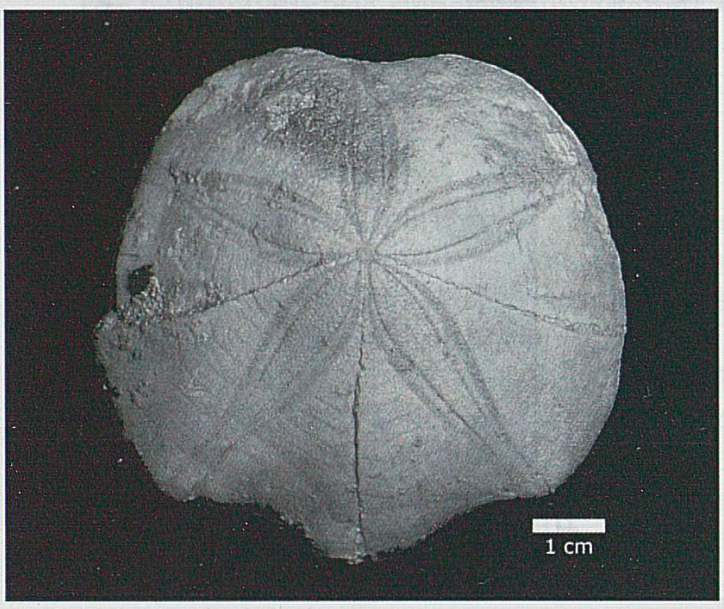


Fig. 7: *Pygurus* sp. (RDM-002.21), «Roche de Mars», Porrentruy, Kimméridgien supérieur. Ces oursins marins irréguliers plats vivaient comme les «sanddollars» actuels, à demi enfouis dans le sable dans un environnement légèrement agité.

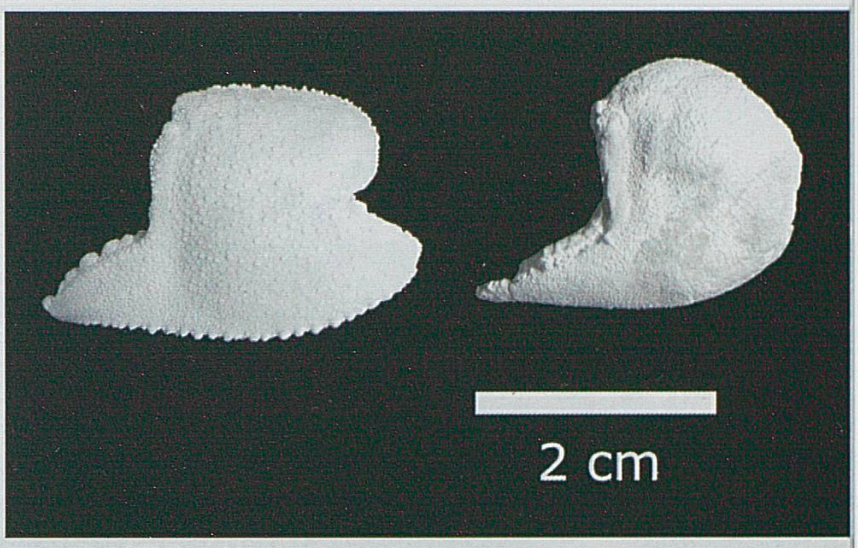


Fig. 8: *Orhomalus* sp. (CHV-100.165), carrière «La Combe», Chevenez, Kimméridgien supérieur, Marnes à *virgula*. Pince gauche entière d'un crabe bernard-l'ermite. A gauche, en comparaison, une pince similaire d'un crabe pleistocène de la mer Rouge.

Fig. 9: *Asteracanthus* sp. (CHV-100.23), carrière «La Combe», Chevenez, Kimméridgien supérieur, Marnes à *virgula*. Dent en pavé plate, qui servait à broyer les carapaces de crabe et les coquilles de mollusque.

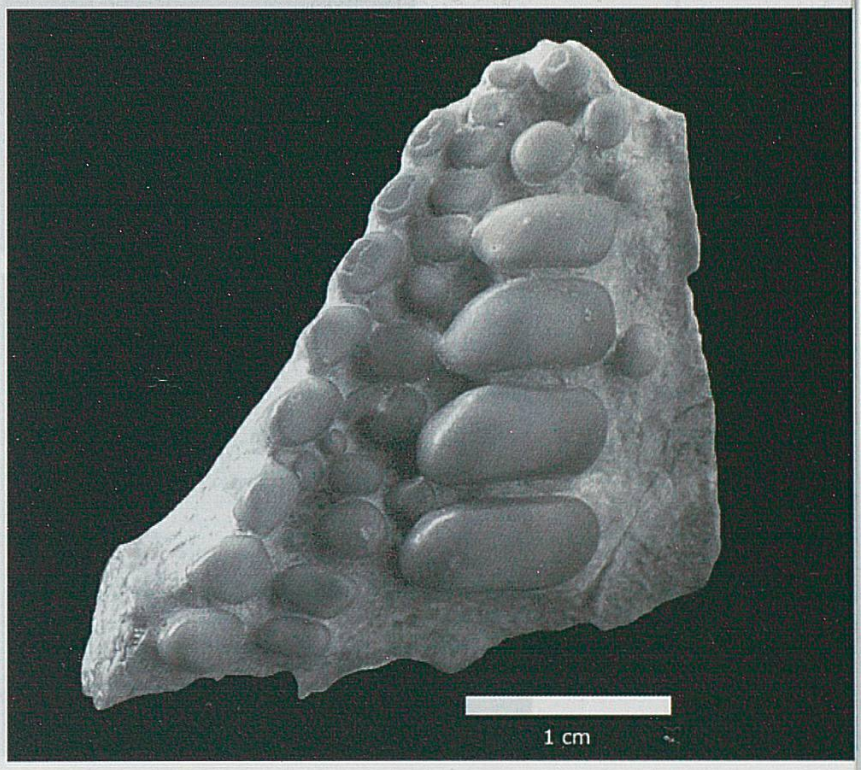


Fig. 10: *Proscinetes* sp. (CHV-100.196), carrière «La Combe», Chevenez, Kimméridgien supérieur, Marnes à *virgula*. Partie gauche entière de la mâchoire inférieure (spléniale). On reconnaît bien le pavage de dents sphéroïdales aplaties. Des téléostéens (poissons osseux) récents avec des formes anatomiques et des dentitions similaires habitent les biotopes de récifs peu agités et se nourrissent de mollusques, d'échinodermes et d'autres invertébrés à coquilles.

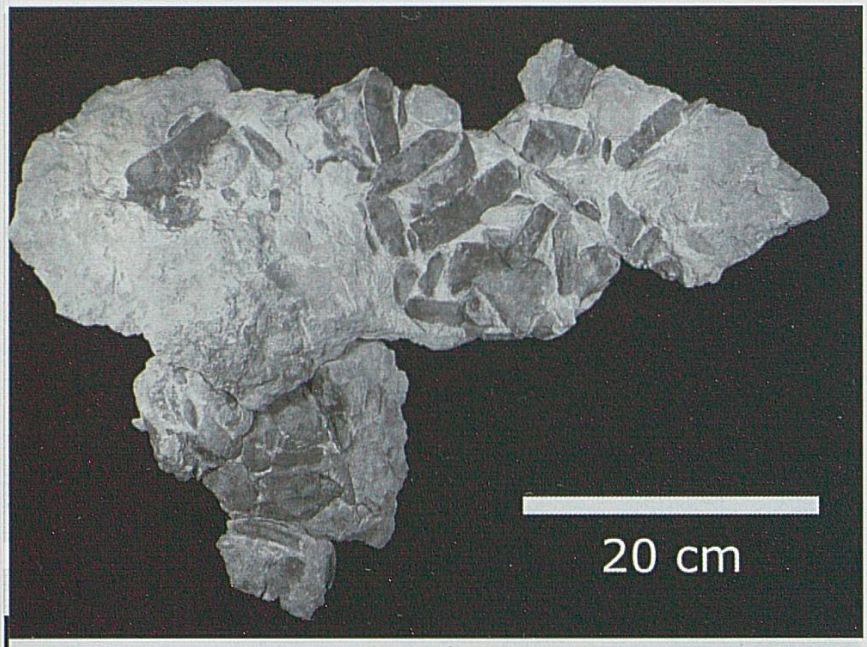


Fig. 11 : Chelonia indet. (BAN-10), « Le Banné », Porrentruy, Kimméridgien supérieur, Marnes du Banné. Dalle avec de nombreux fragments de plastrons et de plaques costales et marginales de jeunes tortues.

Fig. 12 : *Dakosaurus* sp. (CHV-90.111), carrière « La Combe », Chevenez, Kimméridgien supérieur, sol durci sous les Marnes à *virgula*. Cette dent d'un crocodile marin prouve pour la première fois la présence de cette espèce en Suisse.

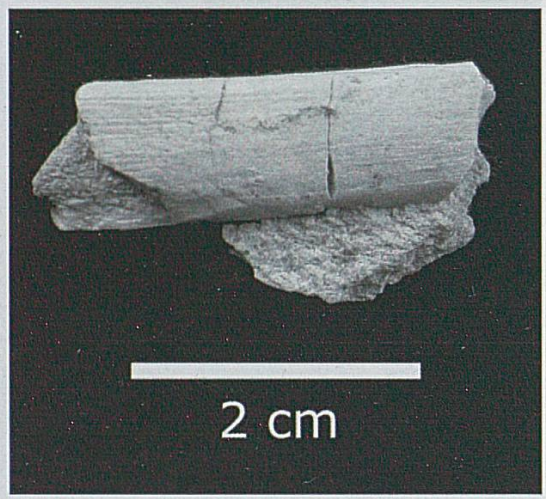
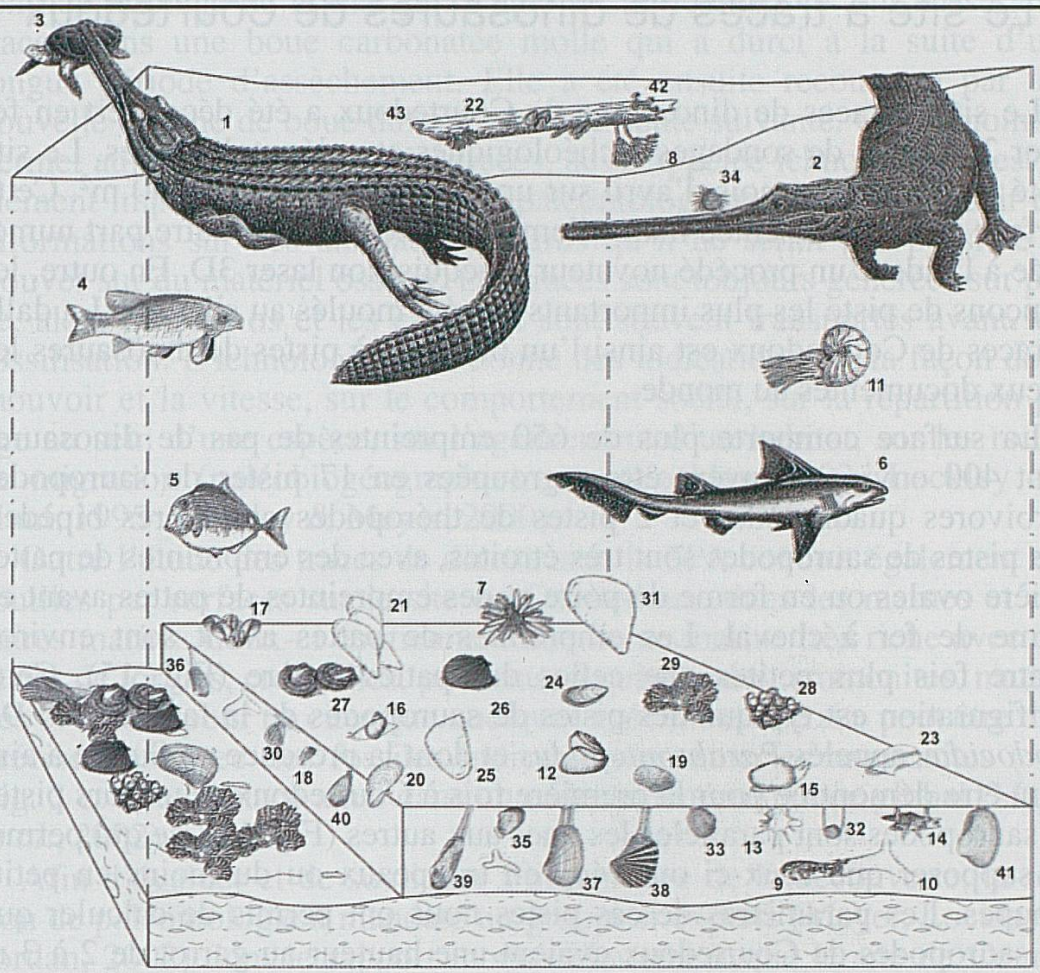


Fig. 13 : Pterosauria indet. (RDM-9), « Roche de Mars », Porrentruy, Kimméridgien supérieur, Fragment d'un os creux appartenant à un ptérosaure.



LEGENDE

1 *Machimosaurus* (Crocodile)
2 *Steneosaurus* (Crocodile)
3 *Plesiochelys* (Tortue)

---

4 *Lepidotes* (Poisson)
5 *Proscinetes* (Poisson)
6 *Hybodus* (Requin)

---

7 *Pseudocidaris* (Oursin)
8 *Isocrinus* (Crinoïd)

---

9 Calianassidae (Crustacée)
10 *Thalassinoides* (Bioturbation)

---

11 *Nautilus* (Cephalopode)
12 *Bathrotomaria* (Gastéropode)
13 *Harpagodes* (Gastéropode)
14 *Cosmannaea* (Gastéropode)
15 *Natica* (Gastéropode)
16 *Natica* (Gastéropode)

---

17 *Sellithyris* (Brachiopode)

---

18 *Palaeonucula* (Bivalve)
19 *Arca* (Bivalve)
20 *Modiolus* (Bivalve)
21 *Stegoconcha* (Bivalve)
22 *Oxytoma* (Bivalve)
23 *Costigervillia* (Bivalve)
24 *Gervillia* (Bivalve)
25 *Isognomon* (Bivalve)
26 *Eopecten* (Bivalve)
27 *Camptonectes* (Bivalve)
28 *Nanogyra/Exogyra* (Bivalve)
29 *Actinostreon* (Bivalve)
30 *Trigonia/Myophorella* (Bivalve)
31 *Trichites* (Bivalve)
32 *Discomiltha* (Bivalve)
33 *Mactromya* (Bivalve)
34 *Neocrassina* (Bivalve)
35 *Protocardia* (Bivalve)
36 *Pleuromya* (Bivalve)
37 *Pholadomya* (Bivalve)
38 *Pholadomya* (Bivalve)
39 Pachymya (Bivalve)
40 Thracia (Bivalve)
41 Ceratomya (Bivalve)

---

42 *Glomerula/Serpula* (Serpule)

---

43 Bois flotante

Fig. 14: Faune typique du Kimméridgien de l'Ajoie: bloc-diagramme schématique.

Le site à traces de dinosaures de Courtedoux

Le site à traces de dinosaures de Courtedoux a été découvert en février 2002 lors de sondages archéologiques et paléontologiques. Le site a été fouillé dès le mois d'avril sur une surface d'environ 650 m^2. Cette surface a été documentée manuellement d'une part et d'autre part numérisée à l'aide d'un procédé novateur d'acquisition laser 3D. En outre, les tronçons de piste les plus importants ont été moulés au silicone. La dalle à traces de Courtedoux est ainsi l'un des sites à pistes de dinosaures les mieux documentés au monde.

La surface comporte plus de 650 empreintes de pas de dinosaures dont 400 environ peuvent être regroupées en 17 pistes de sauropodes herbivores quadrupèdes et 2 pistes de théropodes carnivores bipèdes. Les pistes de sauropodes sont très étroites, avec des empreintes de pattes arrière ovales ou en forme de poire et des empreintes de pattes avant en forme de fer à cheval. Les empreintes de pattes avant sont environ quatre fois plus petites que celles des pattes arrière (Fig. 15). Cette configuration est typique des pistes de sauropodes de la famille des *Diplodocidæ*, appelés *Parabrontopodus* et dont la présence en Suisse a ainsi pu être démontrée pour la première fois à Courtedoux. Plusieurs pistes de sauropodes sont parallèles les unes aux autres (Fig. 16), ce qui permet de supposer que ceux-ci ont vécu en troupeaux ou du moins en petits groupes. Les paramètres de ces pistes nous ont permis de calculer que les sauropodes de Courtedoux avaient une hauteur au garrot de 2 à 3 m et une longueur totale de dix à quinze mètres. En outre, la longueur de leur tronc (longueur de l'épaule à la hanche) ne dépassait pas le mètre cinquante. On peut également estimer leur vitesse de déplacement (Alexander, 1976) entre 2 et 3 km/h. La vitesse de déplacement des théropodes (dont les traces tridactyles ne sont pas aussi bien conservées que celles des sauropodes) était largement plus élevée, avec environ 11 km/h. Nous ne sommes vraisemblablement pas, à Courtedoux, les témoins d'une poursuite de chasse, car les caractéristiques des pistes (profondeur, préservation) confortent l'hypothèse qu'elles aient pu être laissées sur une période relativement longue (de quelques jours à quelques semaines) (Marty *et al.*, sous presse a).

Les calcaires plaquetés d'environ un mètre d'épaisseur contiennent des traces de pas de dinosaures sur au moins six couches. Ceux-ci se sont déposés au Jurassique, durant le Kimméridgien supérieur (Formation de Reuchenette), il y a environ 152 millions d'années. Les calcaires plaquetés recèlent des figures sédimentaires telles que laminations, rides de vagues et de courant, ainsi que des polygones de dessiccation comme on en observe actuellement dans les zones de marée. Ces données sont interprétées de la façon suivante: les dinosaures se sont promenés le

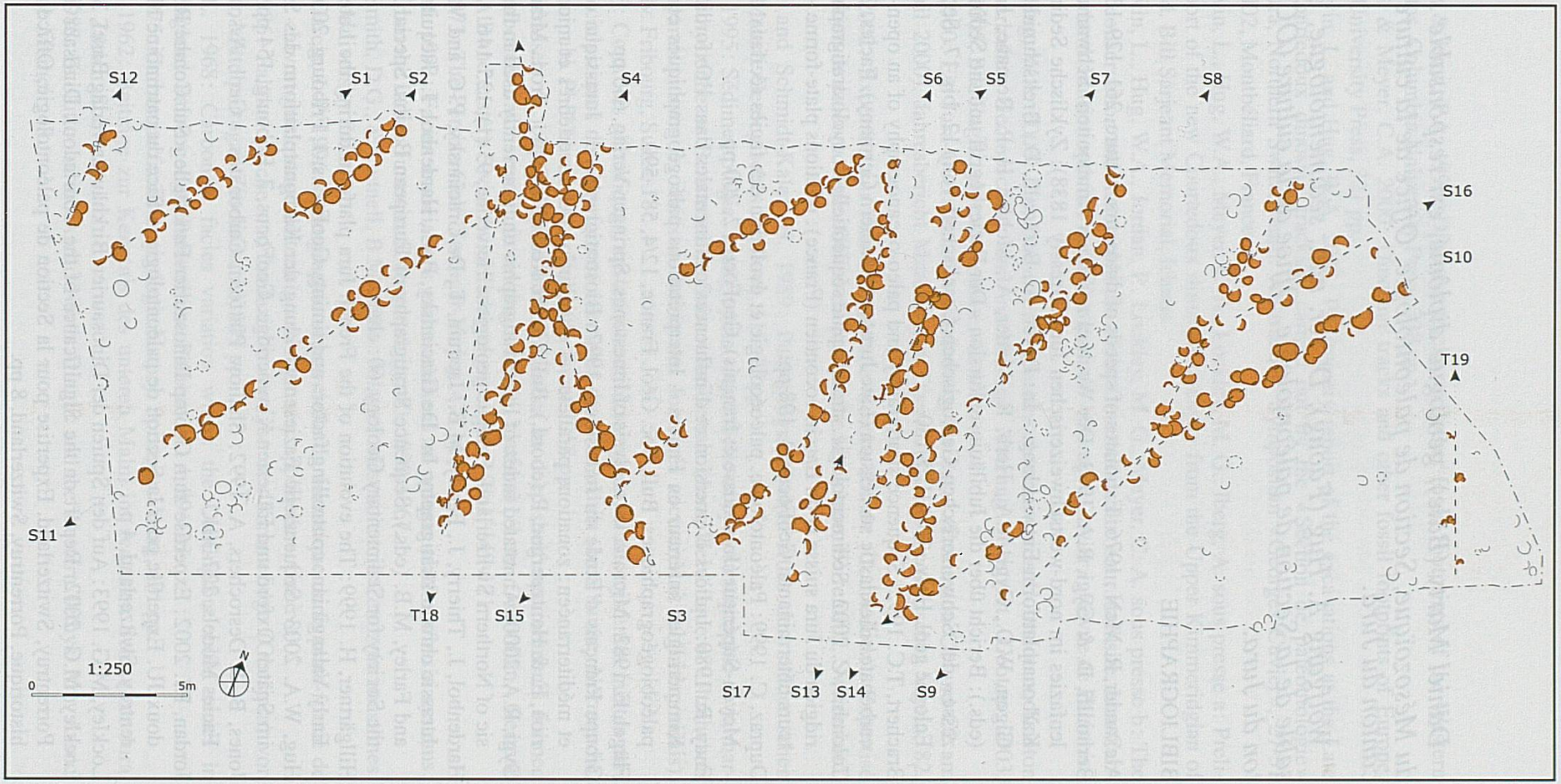
long de la plage de la mer jurassique à Courtedoux; ils ont laissé leurs traces dans une boue carbonatée molle qui a durci à la suite d'une longue période d'assèchement. Elle a été ensuite recouverte par une nouvelle couche de boue durant la marée haute suivante. Ce phénomène permet aujourd'hui l'étude des traces, aussi appelée ichnologie. C'est un élément important de la recherche paléontologique, visant à obtenir des informations sur des animaux disparus qu'il ne serait pas possible de trouver sur du matériel osseux. Les traces sont toujours générées sur place, alors que les os et les cadavres sont souvent transportés avant leur fossilisation. L'ichnologie nous donne des indications sur la façon de se mouvoir et la vitesse, sur le comportement social, sur la répartition par âge au sein d'une espèce, sur l'agencement d'un habitat, sur les routes de migration (paléobiogéographie), etc. (Lockley, 1993; Lockley and Hunt, 1995; Lockley & Meyer, 2000)

Outre l'étude des traces de dinosaures, la SPA conduit également des fouilles par surfaces sur le site de Courtedoux, dans les marnes et calcaires marins. Ceux-ci contiennent une faune marine très riche avec des restes de tortues, crocodiles, poissons, requins, raies, ammonites, nautilidés et crabes pour ne citer que quelques spécimens. Le site peut être daté précisément avec des fossiles indicateurs comme les ammonites (voir Fig. 3 et 6) et replacé ainsi dans un cadre paléoécologique global (Marty *et al.*, 2002).

Afin d'évaluer et de souligner l'importance de la découverte, la section de paléontologie a mandaté un groupe d'experts (Meyer, Lockley & Jordan, 2002) dont le rapport montre clairement que le site de Courtedoux est l'un des sites les plus importants au monde en ce qui concerne les traces de sauropodes au Jurassique supérieur. Au sens de la loi suisse, (Code civil suisse et Loi sur la protection de la nature et du patrimoine), il s'agit d'un géotope multithématique qui doit être préservé en place. Jusqu'à ce que les travaux de construction de la Transjurane soient achevés, la partie fouillée en 2002 restera toutefois couverte afin d'éviter les dommages dus à l'érosion. Il s'agira entre temps d'estimer correctement la valeur du site et de développer un concept pour sa future présentation. Grâce aux médias (journaux, radio et télévision), ce site a rencontré un grand succès, autant dans le monde scientifique qu'auprès d'un très vaste public. On découvre les traces de dinosaures de Courtedoux disposées de manière idéale sur une dalle presque horizontale d'accès facile. C'est ainsi qu'un parcours didactique spécialement élaboré a été visité par plus de 10000 personnes en 2002. Vu l'engouement du public, le site de Courtedoux a fait preuve d'un potentiel touristique élevé et il pourrait tout à fait constituer à l'avenir la pièce maîtresse du concept d'un «Jura géoparc» avec le potentiel de générer une impulsion économique régionale non négligeable (Marty and Hug, 2003; Marty *et al.*, sous presse b).

Fig. 15 : Détail de la dalle à traces : Prise de vue de nuit de la piste S10. Les empreintes des pattes arrière sont ovales ou en forme de poire avec un diamètre d'environ 40 cm. Les empreintes de pattes avant sont en forme de fer à cheval et environ quatre fois plus petites que celles des pattes arrière.

Fig. 16 : Relevé du site dégagé au niveau des traces situées à la base des calcaires plaquetés. La surface totale couvre environ 650 m². Parmi les 400 à 650 empreintes observées se dégagent 17 pistes de sauropodes et 2 pistes de théropodes. «S» désigne les sauropodes et «T» les théropodes. Les empreintes formant les pistes sont représentées en jaune. Noter, au-delà de l'imbrication, le parallélisme de plusieurs pistes de sauropodes.



Daniel Marty (Bâle), géologue diplômé, est responsable scientifique du Mésozoïque, Section de paléontologie, Office de la culture (OCC) du canton du Jura.

Wolfgang A. Hug (Faoug), Dr rer. nat., sédimentologue, est responsable de la Section de paléontologie, Office de la culture (OCC) du canton du Jura.

BIBLIOGRAPHIE

Alexander, R. McN., 1976: Estimates of speeds of dinosaurs, Nature, 261, 129-130.

Bernoulli, D. & Gygi, R.A. 1983: Der Wechsel zwischen Ammoniten- Schwamm- und Korallenfazies im nord-westschweizerischen Jura (Gressly 1838): Zyklische Sedimentation und Karbonatplattform-Entwicklung. - In: Bayer, A., Bernoulli, D., Breitschmid, A., Funk, H., Gigon, W.O., Gygi, R.A., Herb, R., Matter, A., Mohler, H.-P., Remane, J., Winkler, W. (eds.): Bericht über die Jubiläumsexkursion «Der Faziesbegriff und die Sedimentationsprozesse» der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft vom 12. bis 17. September 1982. Eclogae geol. Helv., 76/1, 125-180.

Brachert, T.C. 1992: Sequence stratigraphy and paleo-oceanography of an open-marine mixed carbonate/siliciclastic succession (Late Jurassic, Southern Germany). Facies, 27, 191-216.

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, 198 pp.

Dupraz, C. 1999: Paléontologie, paléoécologie et évolution des faciès récifaux de l'Oxfordien Moyen-Supérieur (Jura suisse et français). GeoFocus, 2, 200 pp.

Enay, R. 1980: Indices d'émersion et d'influences continentales dans l'Oxfordien supérieur – Kimméridgien inférieur en France – Interprétations paléogéographiques et conséquences paléobiogéographiques. Bull. Soc. Géol. France, 12/4, 581-590.

Flügel, E. 1982: Microfacies analysis of limestones. Springer-Verlag, 633 pp.

Groupe Français d'Etude du Jurassique, 1997: Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen: zonations parallèles et distribution des invertébrés et microfossiles. Cariou, E. & Hantzpergue, P. (coord.), Bull. Centre Rech. Elf Explor. Prod., Mém. 17, 440 pp.

Gygi, R.A. 2000: Annotated index of lithostratigraphic units currently used in the Upper Jurassic of Northern Switzerland. Eclogae geologicae Helvetiae, 93 (1), 125-146.

Hardenbol, J., Thierry, J., Farely, M.B., Jacquin, T., De Graciansky, P.-C. and Vail, P.R. 1998: Jurassic chrono-stratigraphy. In: De Graciansky, P.-C., Hardenbol, J., Jacquin, T., Vail, P.R. and Farley, M.B. (eds.), Sequence Stratigraphy of European Basins. Special Publication of the Society for Sedimentary Geology, 60: chart.

Hillgärtner, H. 1999: The evolution of the French Jura platform during the Late Berriasian to Early Valanginian: controlling factors and timing. GeoFocus, 1, Fribourg, 203 pp.

Hug, W.A. 2003: Sequenzielle Faziesentwicklung der Karbonatplattform des Schweizer Jura im Späten Oxford und frühesten Kimmeridge. GeoFocus, 7, Fribourg, 154 pp.

Jones, B. & Desrochers, A. 1992: Shallow Platform Carbonates. - Geol. Assoc. Canada. In: Facies Models, 227-301.

Jordan, P.J. 2002: Expertise zum Geotop Dinosaurier-Fundstelle «Sur Combe Ronde»/Courtedoux JU. Expertise pour la Section de paléontologie, Office du patrimoine historique, Porrentruy, Switzerland, 4 p.

Lockley, M.G. 1993: Auf den Spuren der Dinosaurier. Birkhäuser Verlag Basel, 312 pp.

Lockley, M.G. 2002: Report on the Significance of the Courtedoux Dinosaur Tracksite, near Porrentruy, Switzerland. Expertise pour la Section de paléontologie, Office du patrimoine historique, Porrentruy, Switzerland, 8 pp.

Lockley, M.G. & Hunt, P.A. 1995: Dinosaur tracks and other fossil footprints of the Western United States. Columbia University Press, 338 pp.

Lockley, M.G. & Meyer, C.A. 2000: Dinosaur tracks and other fossil footprints of Europe. Columbia University Press, 321 pp.

Marty, D., Cavin, L. and Hug, W.A. 2002: Preliminary report of the excavations at the Late Jurassic Courtedoux dinosaur tracksite carried out by the «Section de paléontologie» (Canton Jura, Northern Switzerland). Abstract, 3e Symposium «Georges Cuvier», 27-31 October 2002, Montbéliard, France.

Marty, D., Cavin, L., Hug, W.A., Meyer, C. A., Lockley, M. G., Iberg, A. sous presse a: Preliminary report of the new Courtedoux dinosaur tracksite from the Upper Kimmeridgian of Switzerland. Bill Sarjeant Memorial, Ichnos.

Marty, D., Cavin, L., Hug, W.A., Jordan, P., Lockley, M. G., Meyer, C. A. sous presse b: The protection, conservation and sustainable use of the Courtedoux dinosaur tracksite, Jura Canton, Switzerland. Edition spéciale du 3e Symposium «Georges Cuvier», Revue de Paléobiologie.

Marty, D. & Hug, W.A. 2003: Das Dinosaurier-Spurenvorkommen von Courtedoux, Kanton Jura: Dauerhafter Geotopschutz und nachhaltige Nutzung. Abstract, Geotop 2003, 19.-24.05.2003, Bad Ragaz, abstract volume, 42-43.

Meyer, C.A. 2000: Ein Jura-Querschnitt von Solothurn bis Basel (Exkursion C1 und C2 am 27-28, April 2000). Jahresbericht Mitteilungen Oberrheinischer Geologischer Verein, 82, 41-54.

Meyer, C.A. 2002: Expertise zur Fährtenfundstelle Combe Ronde (Courtedoux). Expertise pour la Section de paléontologie, Office du patrimoine historique, Porrentruy, Switzerland, 5 pp.

Meyer, R.F.K and Schmidt-Kaler, H. 1989: Paläogeographischer Atlas des süddeutschen Oberjura (Malm). Geologisches Jahrbuch, 115, 77 pp.

Pasquier, J.B. 1995: Sédimentologie, stratigraphie séquentielle et cyclostratigraphie de la marge Nord-Téthysienne au Berriasien en Suisse occidentale (Jura, Helvétique et Ultrahelvétique; comparaison avec les séries de bassin des domaines vocontien et subbriançonnais). Thèse, Univ. Fribourg, Suisse.

Pittet, B. 1996: Contrôles climatiques, eustatiques et tectoniques sur des systèmes mixtes carbonates-siliciclastiques de plate-forme: exemples de l'Oxfordien (Jura suisse, Normandie, Espagne). unpubl. PhD Thesis Univ. Fribourg, Suisse, 258 pp.

Pittet, B. & Strasser, A. 1998: Depositional sequences in deep-shelf environments formed through carbonate-mud import from the shallow platform (Late Oxfordian, German Sweabian Alb and eastern Swiss Jura). Eclogae geol. Helv., 91/1, 149-171.

Purser, B.H. 1973: The Persian Gulf. Springer-Verlag, 471 pp.

Santantonio, M. 1993: Facies associations and evolutions of pelagic platform/basin systems: examples from the Italien Jurassic. Sedimentology, 40, 1039-1067.

Smith, G.A., Smith, D.G., & Funnell, B.M. 1994: Atlas of Mesozoic and Cenozoic coastlines. Cambridge University Press.

Thierry, J. & Garcia, J.-P. 1996: Stratigraphie séquentielle du Jurassique de la plate-forme de Bourgogne. - Livret-guide stage de terrain «stratigr. séq. appliquée», Genève.

Werner, W. 1986: Palökologische und biofazielle Analyse des Kimmeridge (Oberjura) von Consolaçao, Mittelportugal. Zitteliana, 13, 109 pp.

Wilson, R.C.L. 1968: Carbonate facies variation within the Osmington oolite series in Southern England. Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol., 4, 89-123.

Wilson, J.L. 1975: Carbonate facies in geologic history. Springer-Verlag, 471 pp.

Ziegler, M.A. 1962: Beiträge zur Kenntnis des unteren Malm im zentralen Schweizer Jura. Diss., Univ. Zürich, Schweiz.

Ziegler, P.A. 1988: Evolution of the Arctic-North Atlantic and the Western Tethys. Am. Assoc. Petrol. Geol. Memoir, 43.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements s'adressent aux entités politiques et administratives suivantes:

- l'Office fédérale des routes (OFROU)
- la République et Canton du Jura (RCJ)
- le Service des ponts et chaussées (PCH)
- l'Office de la culture (OCC)
- la Section d'archéologie (SAR)
- les communes de Courtedoux et Porrentruy

Nous remercions en particulier:

- L'équipe des sondages de la Section d'archéologie
- PD. Dr Christian A. Meyer (Directeur du Musée d'histoire naturelle de Bâle)
- Prof. Martin Lockley (Université de Boulder, Denver, Colorado)
- Dr Peter Jordan (President du Groupe de travail suisse Protection des géotopes)
- Bernhard Hostettler (Glovelier)
- Samuel Boll, Andreas Iberg, Ralf Krebs, Frédéric Lapaire, Christel Lovis, Amalric Oriet, Boris Oriet et les techniciens de fouille (SPA)
- Pierre Bigler (SAR), Fritz Furrer (PräpGem), Werner Erzberger (PräpGem)