

Cannelures d'érosion et figures d'impact dues à des coquilles d'Ammonites à épines (Oxfordien supérieur du Jura français)

Autor(en): **Gaillard, Christian**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **70 (1977)**

Heft 3

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-164637>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Eclogae geol. Helv.	Vol. 70/3	Pages 701–715	5 figures dans le texte. 1 tableau et 2 planches	Bâle, novembre 1977
---------------------	-----------	---------------	---	---------------------

Cannelures d'érosion et figures d'impact dues à des coquilles d'Ammonites à épines (Oxfordien supérieur du Jura français)

Par CHRISTIAN GAILLARD¹⁾

RÉSUMÉ

La formation des «Calcaires lités» (Oxfordien supérieur du Jura français) présente, dans la région de Champagnole (Mont-Rivel), un faciès particulier à tendance détritique caractérisé par d'assez fines intercalations calcaréo-gréseuses dans une épaisse série marneuse. Ces bancs calcaréo-gréseux présentent, à leur semelle, de nombreuses traces dont certaines, bien caractérisées et particulièrement originales, font l'objet de cette étude. Ces traces sont constituées de groupements de crêtes ou de pointes et évoquent assez fortement des griffures de Vertébrés pentadactyles. Elles doivent cependant être interprétées comme de simples figures sédimentaires dues à l'impact sur le fond de coquilles munies d'épines ou de tubercules et entraînées par le courant. Il est très vraisemblable que ces coquilles soient celles d'Ammonites du genre *Euaspidoceras*.

ABSTRACT

In the Champagnole area, the "Calcaires lités" formation (Upper Oxfordian of the French Jura Mountains) is a thick shale sequence having thin layers of silty limestone. These thin layers have very unusual sole-casts made up of groups of crests or points which strongly resemble scratches of pentadactyl vertebrates. Nevertheless, they must be interpreted as simple tool-casts due to ammonite spines. The responsible ammonites are probably *Euaspidoceras*.

1. Cadre géologique

1.1 Gisement

- Carrière supérieure des Cimenteries de Champagnole.
- Mont-Rivel, Champagnole (Jura, France).
- Coordonnées Lambert: X = 873.500, Y = 201.900 (Champagnole 1:25 000, n° 1-2, IGN XXXIII-26).
- Gisement n° 5-090-39-097-03 (Fichier «gisements» du Département des Sciences de la Terre de Lyon).

¹⁾ Département des Sciences de la Terre, Université Claude Bernard, Lyon, et Laboratoire associé au C.N.R.S. n° II (Centre de Paléontologie Stratigraphique), 15-43, boulevard du 11-Novembre, 69621 Villeurbanne (France).

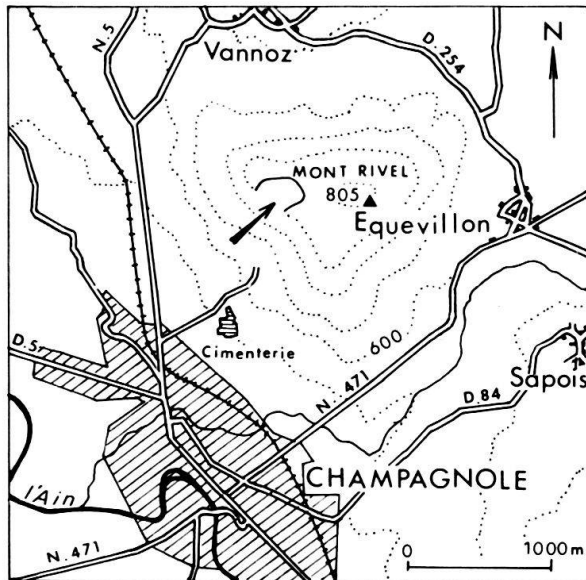


Fig. 1. Situation du gisement.

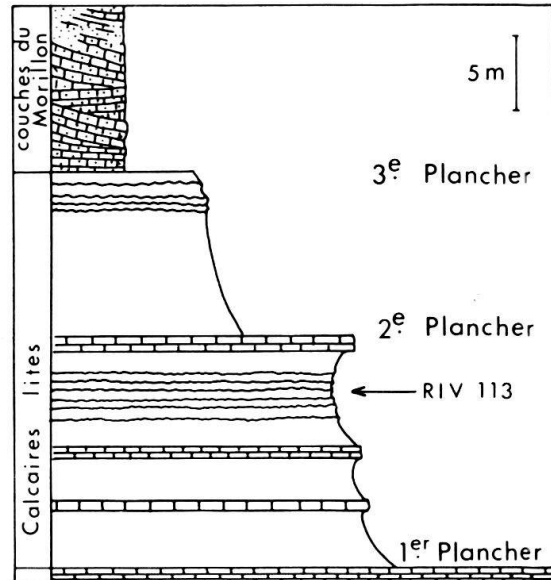


Fig. 2. Coupe du gisement.

1.2 Stratigraphie

- Banc n° 113 (coupe C. Gaillard) et éventuellement bancs voisins de même lithologie.
- Formation des Calcaires lités (ENAY 1966).
- Oxfordien supérieur - Zone à Bimammatum.

1.3 Lithologie

- Série argilo-calcaire (45% de CaCO_3 en moyenne) finement sableuse, entrecoupée de petits bancs calcaréo-gréseux à laminations de courant (2 à 10 cm d'épaisseur) et déposée en milieu marin.
- Empreintes formées dans le sédiment argilo-calcaire et fossilisées sous forme de contre-empreintes à la semelle d'un banc calcaréo-gréseux.
- Outre les traces étudiées, le banc peut présenter à sa semelle de nombreuses empreintes de petites coquilles de Lamellibranches, des traces de bioturbation et des figures de courant.

1.4 Echantillonnage

Malgré de nombreuses visites échelonnées sur plusieurs années dans cette carrière activement exploitée, toutes les traces bien caractérisées ont été récoltées au cours du seul été 1975. Ces traces sont donc localisées dans le gisement et leur présence est certainement liée à des conditions tout à fait exceptionnelles de formation et de conservation.

Vu le mode d'exploitation de la carrière, l'observation et le prélèvement *in situ* sont limités, difficiles et dangereux. Seul l'examen d'un grand nombre de blocs dans les éboulis a permis la récolte de spécimens présentant la trace dans son intégralité.

Les dalles étudiées et figurées ici sont conservées au Département des Sciences de la Terre de Lyon (Collection C. Gaillard, n° 286 004 à 286 010). Une vingtaine de contre-empreintes caractéristiques ont pu être répertoriées sur ces dalles.

2. Etude descriptive des traces

Deux types morphologiques extrêmes peuvent être distingués:

- Des crêtes assez peu élevées, étroites, allongées, de section plus ou moins trapézoïdale, parallèles et équidistantes.
- Des pointes de même hauteur, de forme plus ou moins conique, disposées en arc de cercle et équidistantes.

Tous les types intermédiaires sont possibles, ce qui explique la grande variabilité de ces traces.

Un fait est particulièrement remarquable: ces traces correspondent presque toutes au groupement de cinq crêtes ou de cinq pointes. Les groupements inférieurs ou égaux à quatre sont rares et les groupements supérieurs à cinq n'ont jamais été observés de façon indubitable (sauf peut-être pour la trace n° 286 005-A). En fait, la preuve de la présence ou de l'absence de groupements supérieurs à cinq ne peut être apportée vu la situation des traces souvent en bordure des dalles et la faible surface de celles-ci.

Pour un groupe de crêtes parallèles (trace n° 286 004-A par exemple), la section de la crête centrale est généralement un trapèze isocèle, alors que les autres sont des trapèzes quelconques. Ceci traduit l'inclinaison vers l'extérieur assez importante pour les crêtes extrêmes, moins forte pour les crêtes intermédiaires (fig. 3). Les crêtes sont souvent parcourues à leur sommet par un sillon longitudinal. La présence de sillon est plus rare chez les pointes.

Les caractères mesurables sont relativement peu nombreux. La hauteur des pointes et des crêtes est variable mais ne semble pas dépasser le centimètre (beaucoup d'empreintes sont cassées dans leur partie distale). La largeur basale des pointes comme celle des crêtes varie de deux à cinq millimètres. La longueur des crêtes peut atteindre vingt centimètres.

D'autres caractères mesurables paraissent plus intéressants; ce sont:

- la distance hors-tout des pointes (ou des crêtes) extrêmes = largeur (L);
- la distance de la pointe (ou de la crête) médiane à la corde qui sous-tend l'arc circonscrit aux pointes (ou aux crêtes) (h);
- la distance séparant les pointes (ou les crêtes) prises deux par deux par paires consécutives (a, b, c, d).



Fig. 3. Coupe transversale schématique de la trace 286 004-A.

Ces caractères ont été mesurés pour un certain nombre de traces à cinq éléments dont la numérotation de I à V (utilisée dans la légende des planches) a été adoptée afin d'obtenir une variabilité minimale pour chaque valeur a , b , c et d . Le tableau montre que ces valeurs sont plus ou moins irrégulièrement croissantes de a vers d . Les éléments de traces (pointes ou crêtes) se répartissent pratiquement sur des arcs de cercle dont les mesures en degrés, calculées à partir des caractères L et h , donnent une moyenne d'environ 64° .

Les traces à pointes et à crêtes sont étroitement mêlées sur les dalles et se chevauchent parfois. Ainsi, sur la dalle n° 286 005 (pl. 2, fig. 1 et 3) la trace à crêtes F est recoupée par la trace à pointes D , ce qui prouve son antériorité. Il arrive également que ces deux types de trace soient dépendants et isochrones; des traces à pointes s'observent ainsi parfois à l'extrémité de traces à crêtes (pl. 2, fig. 4). Enfin, certaines traces semblent réunies par couples (pl. 2, fig. 1, 3 et 6). Cela se traduit par le fait qu'un groupe de plusieurs éléments (pointes généralement ou crêtes très courtes) disposés en arc est jouté par un autre presque parallèle. Dans ce cas, les deux traces sont toujours de taille voisine et leurs éléments se correspondent deux à deux. La proximité entre ces traces est parfois grande au point d'en arriver presque à une fusion de certains de leurs éléments (pl. 2, fig. 6).

3. Premier essai d'interprétation

Lorsque la trace n'est que partielle et sous forme de crêtes, elle fait penser en premier lieu à une figure de raclage provoquée par un objet entraîné par un courant (groove-cast). Mais l'observation de familles de crêtes parallèles et équidistantes conduit très rapidement à imaginer un objet présentant des proéminences qui seules seraient susceptibles d'impressionner le fond vaseux. Il est possible de recenser dans la faune marine oxfordienne, et notamment parmi les Lamellibranches, un certain nombre de coquilles munies d'épines ou de tubercules. Seules certaines Ammonites (*Aspidoceratidae*) semblent toutefois capables d'avoir été à l'origine d'un type de trace aussi bien caractérisé. Leurs épines sont en effet régulièrement disposées latéralement et ventralement sur la coquille, donc selon les courbes. Cette hypothèse qui sera développée ci-après n'est toutefois par la seule que l'on puisse formuler.

Il est en effet également possible que l'objet en question soit lui-même animé d'un mouvement propre. La trace produite serait alors une trace d'activité animale et très vraisemblablement une trace de locomotion. Il pourrait s'agir d'animaux

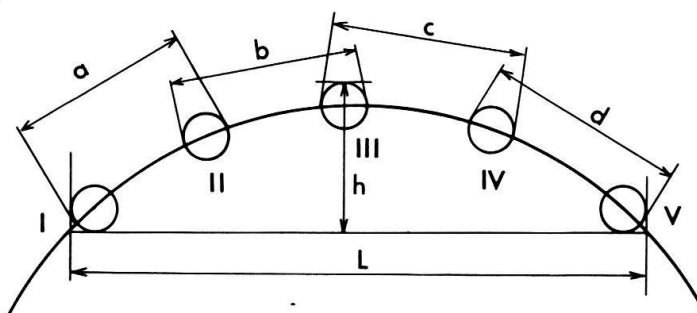


Fig. 4. Paramètres mesurés.

Tableau: *Mesures des caractères*
(en millimètres pour les distances, en degrés pour les arcs).

Caractères Traces mesurées	a	b	c	d	L	h	L/h	Arc
286 004 A	33	29	31	42	110	25	4,40	≈ 98
286 005 A	32	37	38	37	118	20	5,90	≈ 74
B	31	37	37	36	115	20	5,75	≈ 76
D	22	21	20	23	72	10	7,20	≈ 62
E	19	23	22	23	71	8	8,87	≈ 50
286 006 A	28	29	34	27	104	11	9,45	≈ 48
286 007 A	29	31	33	33	100	23	4,35	≈ 99
B	9	9	11	12	33	4	8,25	≈ 54
C	12	12	13	15	40	6	6,67	≈ 68
286 008 A	36	33	36	41	126	22	5,73	≈ 77
B	17	17	18	19	60	9	6,67	≈ 68
C	16	16	16	18	57	6	9,50	≈ 48
286 010 A	27	33	29	31	101	13	7,77	≈ 58
B	18	20	29	24	85	17	5,00	≈ 88
C	19	21	21	23	68	12	5,67	≈ 78
Moyennes	23,2	24,5	25,8	26,9	84	13,7	6,7	≈ 64

pourvus de 2×5 appendices locomoteurs (des crabes pourraient éventuellement produire des traces en pointes; mais ils seraient certainement incapables de produire des traces en crêtes car cela les obligerait à traîner simultanément toutes leurs pattes). En procédant ainsi par élimination, on arrive à l'hypothèse que ces traces sont l'œuvre de Vertébrés tétrapodes pentadactyles munis de griffes. Certaines traces, comme la trace remarquable de la figure 2, planche 1, n'évoquent-elles pas en effet des coups de griffes?

Des traces ayant quelques ressemblances avec les traces en question ont rarement été signalées dans la littérature et encore moins souvent décrites avec précision et interprétées. Historiquement l'hypothèse de la trace d'activité animale a précédé l'hypothèse de la trace physique. Dans certains cas ces deux hypothèses se sont même opposées. L'hypothèse d'une trace pentadactyle sera donc examinée en premier lieu.

4. Hypothèse d'une trace pentadactyle

4.1 Inventaire des traces similaires interprétées comme empreintes de griffes ou griffures

Dans leur étude sur les empreintes permienues de Lodève, HEYLER & LESSERTISSEUR (1963, pl. XI, fig. 1, 2 et 4) présentent des traces de nage et des griffures.

Le Trias moyen de Chasselay (Rhône) et de Chasselas (Saône et Loire) livre des traces d'impression de griffes seules à côté d'autres empreintes aux reliefs plus ou moins importants montrant que leurs auteurs ont évolué sur le sédiment pendant les différentes phases de sa dessiccation (DEMATHIEU 1970).

ELLENBERGER, dans son important mémoire consacré au Trias du Stormberg (1972, p. 70 et 91, pl. I et XIV), décrit des empreintes de griffes pour lesquelles il crée le genre *Pentasauropus*.

WALTHER (1904, p. 151) décrit la trace *Ichnium megapodium* dans le Jurassique de Solnhofen. Rebaptisée par NOPCSA (1923) *Emydichnium*, cette trace fut interprétée comme une trace de nage de tortue. Cette interprétation fut ensuite contestée par SEILACHER (1963) au profit de l'hypothèse développée ci-dessous au paragraphe 5.

4.2 Interprétation des traces du Mont-Rivel

Dans le cadre de cette hypothèse les caractères essentiels des traces sont les suivants:

- les griffes sont étroites et pointues;
- les griffes sont au nombre de cinq;
- les cinq griffes sont réparties sur un arc de cercle de 64° en moyenne, donc de rayon assez grand;
- les griffes ne sont pas tout à fait équidistantes deux à deux et la griffe médiane n'est pas exactement au milieu de l'arc;
- il est assez difficile d'établir un ordre de grandeur sur l'ensemble des cinq griffes de l'empreinte, mais on peut observer que la griffe médiane semble en moyenne la plus grande et que les griffes latérales semblent généralement un peu plus petites.

Ces traces sont d'aspect variable. Dans certains cas, il semble que leur auteur ait laissé traîner ses griffes sur le sédiment; généralement ce type de trace ne montre pas les empreintes des griffes à l'extrémité des traînées (286 004-A, 286 005-F, 286 007-A et 286 009-A). Le profil de ces griffures a la forme d'une courbe voisine d'un arc de cercle à grand rayon de courbure; dans ces conditions il est permis de se poser la question de savoir si ces traces ne sont pas des traces de nage. L'enfoncement des griffes à l'extrémité des traînées est par contre très bien illustré par la trace n° 286 006-A (pl. 2, fig. 4).

On pourrait considérer comme couples main-pied les traces qui sont groupées par deux, immédiatement l'une derrière l'autre et de taille à peu près voisines. En adoptant cette hypothèse on admet une certaine homopodie de l'auteur des traces. Cela conduit en plus à penser que ces traces traduisent plus vraisemblablement une marche sur un sol exondé qu'une nage près du fond.

4.3 Discussion

Très peu de traces de Vertébrés sont actuellement connues dans les niveaux oxfordiens. On peut signaler les traces découvertes en Chine, nombreuses mais de datation incertaine, les traces de l'Entrada Sandstone de l'Utah (USA), et surtout les

traces du Cap Mondego (Portugal) datées du Lusitanien (DE LAPPARENT et al. 1951). Aucune de ces traces n'est comparable à celles du Mont-Rivel. De plus les squelettes d'autopodes de Vertébrés sont rares à l'Oxfordien et il n'en est pas de cette époque qui, à notre connaissance, puisse s'ajuster à ces supposées empreintes de griffes.

Il est donc extrêmement difficile de trouver un auteur possible pour ce type de trace. Pour aller jusqu'au bout de cette hypothèse, le plus raisonnable serait encore d'imaginer un Lépidosaurien amphibie présentant une certaine homopodie, aux rayons de longueurs peu différenciées et terminés par des griffes coniques. Des traces de locomotion d'un tel animal, peu adapté à la vie aquatique (nage désordonnée ou marche sur un sol exondé) caractériseraient enfin un milieu soumis à des émergences temporaires ou au moins situé à proximité d'une terre émergée. Or, là encore, une telle interprétation est contraire aux connaissances actuelles sur la paléogéographie du Jura à l'Oxfordien.

5. Hypothèse de traces physiques (tool-casts) dues à des coquilles d'Ammonites à épines

5.1 Inventaire de quelques traces comparables

Les «tool-casts» sont des figures sédimentaires classiques produites par des objets qui impressionnent le fond de diverses manières lors de leur transport par des courants. Très généralement il n'est pas possible de déterminer l'objet responsable de ce type de trace. Cet objet est cependant parfois reconnaissable; c'est par exemple le cas des «Rollmarken» d'Ammonites (= roll-marks = traces de roulage). Ces traces, connues depuis longtemps, ont d'abord été interprétées comme traces diverses de locomotion. Elles furent ensuite réinterprétées d'une façon plus satisfaisante comme «Rollmarken» d'Ammonites (SEILACHER 1963). Le terme «Rollmarken» (= roll-marks) avait déjà été utilisé pour désigner des traces de roulage de vertèbres de poissons (DZULYNSKI & SLACZKA 1959 et PAVONI 1959).

Les «roll-marks» qui présentent une certaine ressemblance avec les traces du Mont-Rivel sont illustrés dans: WALTHER 1904 (fig. 10 et 17), ABEL 1930 (pl. 30) et KLINGHARDT 1955 (pl. 7).

Il s'agit de traces de roulage latéral d'*Aspidoceras* qui présentent un état de conservation exceptionnel rendant leur interprétation pratiquement incontestable. Entraînées par le courant, les coquilles peuvent rouler sur le fond ou le racler en y laissant l'empreinte de leurs épines. Les schémas réalisés par SEILACHER (1963, fig. 4 et 5) illustrent parfaitement le phénomène.

5.2 Interprétation des traces du Mont-Rivel

Pris isolément, les éléments de la trace étudiée (crêtes et pointes) semblent assez comparables à ceux des «Rollmarken» décrits dans la littérature. Les crêtes sont toutefois nettement plus marquées et surtout groupées avec une régularité supérieure. Quant aux pointes, également fortement marquées, elles ne dessinent pas le contour complet de l'Ammonite supposée, n'étant apparemment jamais groupées

par plus de cinq. Ce fait prouve que la coquille ne retombe presque jamais à plat sur le fond.

Les groupements très fréquents par cinq éléments s'expliquent très bien car ils sont fonction du rapport entre la longueur des épines et la courbe de la coquille qui les supporte (cas des figures 5a et 5b). L'existence possible de groupements supérieurs à cinq ne nuit en rien à cette hypothèse alors qu'elle est tout à fait incompatible avec la précédente.

L'inclinaison différente «en éventail» des crêtes d'une même trace (fig. 3) s'accorde avec le fait que les épines sont disposées sur un support courbe. La section trapézoïdale de nombreuses crêtes et la présence de sillons s'expliqueraient par l'impression d'épines plus ou moins brisées ou émoussées, ce qui paraît extrêmement normal.

L'ordre croissant des distances entre les éléments de trace (*a*, *b*, *c*, et *d*), mis en évidence dans le tableau, s'accorde avec les intervalles croissants des tubercules sur la coquille. Il est probable que les arcs couplés et subparallèles de pointes représentent, dans certains cas, l'impression des deux rangées d'épines (dorsales et ventrales) de la même coquille.

Des traces alignées, régulièrement espacées, de taille et d'aspect identiques et qui seraient dues au roulage de la même coquille, n'ont pas été observées. Mais il faut noter que, malheureusement, la faible surface des dalles examinées ne peut guère permettre ce genre d'observation.

Enfin, les traces à crêtes et à pointes sont étroitement mêlées (pl. 2, fig. 1 et 3), ce qui semble n'avoir jamais été le cas dans les gisements ayant livré des «Rollmarken».

Compte tenu de ces quelques observations, l'hypothèse de traces mécaniques dues à l'entraînement de coquilles d'*Euaspidoceras* sur le fond par des courants est vraisemblable. Il faut cependant imaginer un déplacement beaucoup moins régulier des Ammonites, donc un régime hydrodynamique légèrement différent, caractérisé sans doute par des courants plus violents et plus turbulents. L'hydrodynamisme n'est probablement pas le seul facteur en cause dans la mesure où peut intervenir le taux de remplissage (rapport gaz/eau dans les loges du phragmocone) des coquilles d'Ammonites (WEAVER & CHAMBERLAIN 1976).

Les trois schémas des figures 5 a-c illustrent les trois principaux types de formation des traces du Mont-Rivel. Ces différents types, en se combinant, doivent pouvoir conduire à toutes les formes observées.

Ces différentes considérations montrent bien qu'il ne s'agit pas de véritables «Rollmarken» au sens strict, dans la mesure où la coquille n'est pas en contact permanent avec le fond. Dans le cas des figures 5b et 5c, l'allongement des crêtes et la corde de l'arc dessiné par les pointes donnent la direction du transport. Au contraire, dans le cas de la figure 5a, la corde de l'arc dessinée par les pointes est perpendiculaire à la direction du transport. On remarque en effet sur les dalles que les groupements de pointes sont disposés de façon quelconque, alors que les groupements de crêtes sont assez nettement alignés selon une direction préférentielle. De plus, cette direction s'accorde nettement avec l'orientation moyenne d'autres figures de courant discernables sur les mêmes dalles. On retiendra donc que seules les crêtes peuvent être utilisées valablement pour retrouver la direction des paléocourants.

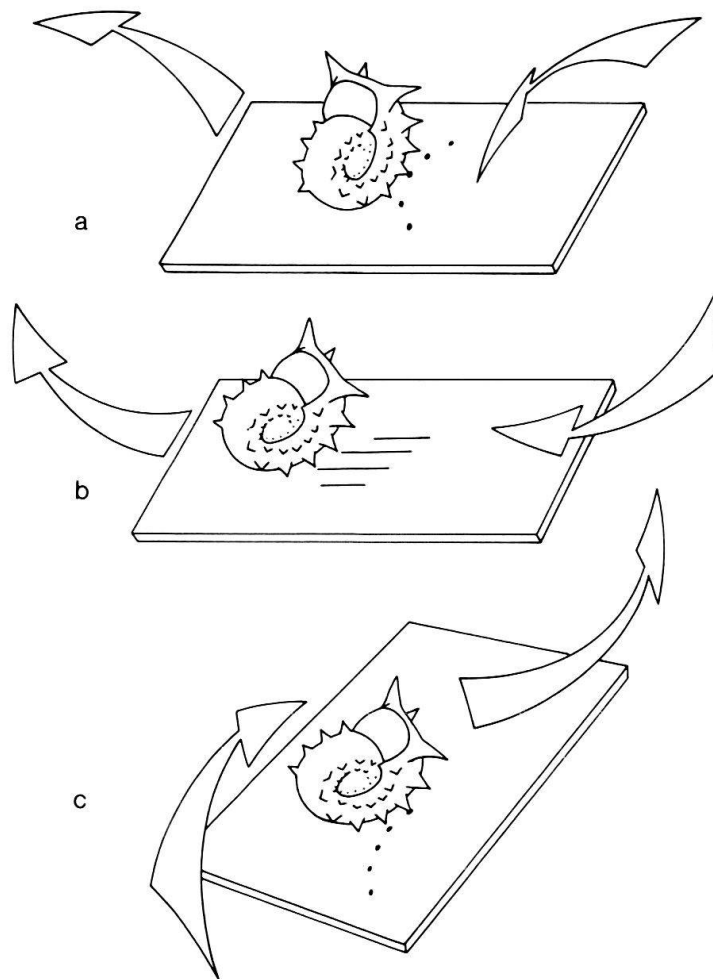


Fig. 5. Principaux types de formation des traces du Mont-Rivel.

a = Formation par enfoncement simultané de quelques épines. – *b* = Formation par raclage du fond par quelques épines. – *c* = Formation par enfoncements successifs d'épines consécutif à un roulage de la coquille sur son bord ventral.

Cette coïncidence constitue évidemment un argument très important en faveur de l'hypothèse en question.

6. Conclusion

L'hypothèse d'une trace de locomotion animale paraît peu probable car elle s'accorde mal avec le contexte biosédimentaire régional. Elle prouverait l'existence d'animaux jamais encore signalés dans l'Oxfordien et impliquerait un milieu de dépôt à bathymétrie très réduite ou même temporairement émergé, ce que les études menées jusqu'à présent n'avaient jamais laissé soupçonner.

En ce qui concerne la deuxième hypothèse, le fait que des *Euaspidoceras* n'aient pas encore été récoltés dans le gisement du Mont-Rivel n'est pas un argument contraire. Il est en effet très courant de ne jamais trouver ensemble les traces et leurs auteurs car leurs conditions de préservation sont différentes. De plus, des gisements

voisins et stratigraphiquement comparables ont fourni des faunes d'Ammonites particulièrement riches en *Euaspidoceras*. Enfin, la présence de traces d'impact d'Ammonites est beaucoup plus en accord avec la conception que l'on peut se faire actuellement du bassin de sédimentation des Calcaires lités.

Remerciements

Je remercie Messieurs G. Demathieu (Université de Dijon) et A. Seilacher (Université de Tübingen) pour l'aide qu'ils m'ont apportée pour la réalisation de ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

- ABEL, O. (1930): *Fährtenstudien. – I. Über Schwimmfährten von Fischen und Schildkröten aus dem lithographischen Schiefer Bayerns.* – *Palaeobiologica* 3, 317–412.
- DEMATHEIU, G. (1970): *Les empreintes de pas de Vertébrés de la bordure Nord-Est du Massif Central.* – *Cah. Paléont. Cent. natl. Rech. sci.*
- DZULYNSKI, S., & SLACZKA, A. (1959): *Directional structures and sedimentation of the Krosno beds (Carpathian flysch).* – *Ann. Soc. géol. Pol.* 28/3, 205–260.
- DZULYNSKI, S., & WALTON, E.K. (1965): *Sedimentary features of flysch and greywackes.* – *Dev. Sedimentol.* 7 (Elsevier).
- ELLENBERGER, P. (1972): *Contribution à la classification des pistes de Vertébrés du Trias. Les types du Stormberg d'Afrique du Sud I.* – *Palaeovertebrata* (Mém. extraord.).
- ENAY, R. (1966): *L'Oxfordien dans la moitié Sud du Jura français.* – *Nouv. Arch. Mus. Hist. nat. Lyon* 8/1.
- FREY, R. W. (1975): *The study of Trace Fossils.* – Springer-Verlag.
- HAUBOLD, H. (1974): *Die fossilen Saurierfährten.* – *Neue Brehm-Bücherei* 479 (Ziemsen-Verlag).
- HEYLER, D., & LESSERTISSEUR, J. (1963): *Pistes de tétrapodes permien dans la région de Lodève (Hérault).* – *Mém. Mus. natl. Hist. nat. [n.s.], (C),* 11/2.
- KLINGHARDT, F. (1955): *Neue Deutung einer scheinbaren Kriechspur eines Tintenfisches aus dem Solnhofener Plattenkalk.* – *Paläont. Z.* 29/1–2, 79–82.
- LAPPARENT, A.F. DE, ZBYSZEWSKI, G., MOITINHO DE ALMEIDA, F., & VEIGA FERREIRA, O. DA (1951): *Empreintes de pas de Dinosauriens dans le Jurassique du Cap Mondego (Portugal).* – *C.R. Soc. géol. France* 14, 251–252.
- LESSERTISSEUR, J. (1955): *Traces fossiles d'activité animale et leur signification paléobiologique.* – *Mém. Soc. géol. France* 74.
- NOPCSA, F. (1923): *Die Familien der Reptilien.* – *Fortschr. Geol. Paläont.* 2.
- PAVONI, N. (1959): *Rollmarken von Fischwirbeln aus den oligozänen Flyschschiefern von Engi-Matt (Kt. Glarus).* – *Eclogae geol. Helv.* 52/2, 941–949.
- PETTJOHN, F.J., & POTTER, P.E. (1964): *Atlas and Glossary of primary sedimentary structures.* – Springer-Verlag.
- REINECK, H.E., & SINGH, I.B. (1973): *Depositional Sedimentary Environments.* – Springer-Verlag.
- SEILACHER, A. (1963): *Umlagerung und Rolltransport von Cephalopoden-Gehäusen.* – *N. Jb. Geol. Paläont. [Mh.]* 2, 593–615.
- WALTHER, J. (1904): *Die Fauna der Solnhofener Plattenkalke.* – *Denkschr. med.-natw. Ges. Jena* 11, 135–214.
- WEAVER, J.S., & CHAMBERLAIN, J.A. (1976): *Equations of motion for post-mortem sinking of cephalopod shells and the sinking of Nautilus.* – *Paleobiology* 2, 8–18.

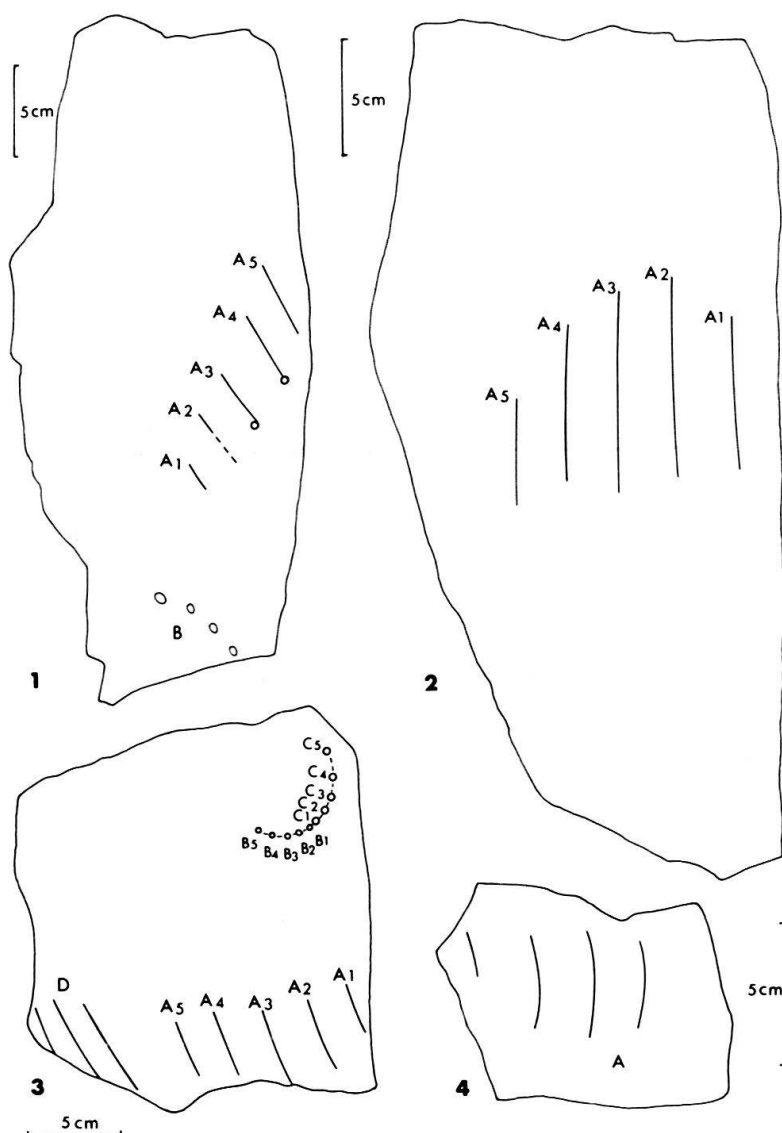
Planche 1

Fig. 1 Dalle 286006 (voir détail pl. 2, fig. 4).

Fig. 2 Dalle 286004 (voir schéma fig. 3).

Fig. 3 Dalle 286007 (voir détail pl. 2, fig. 5).

Fig. 4 Dalle 286009.



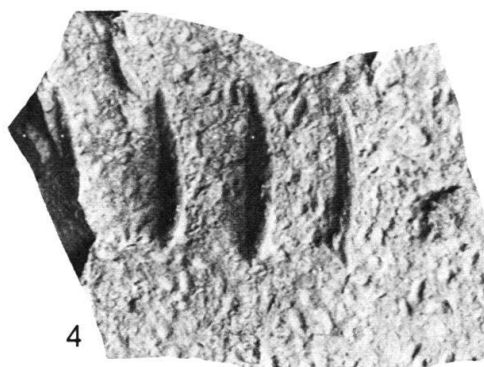
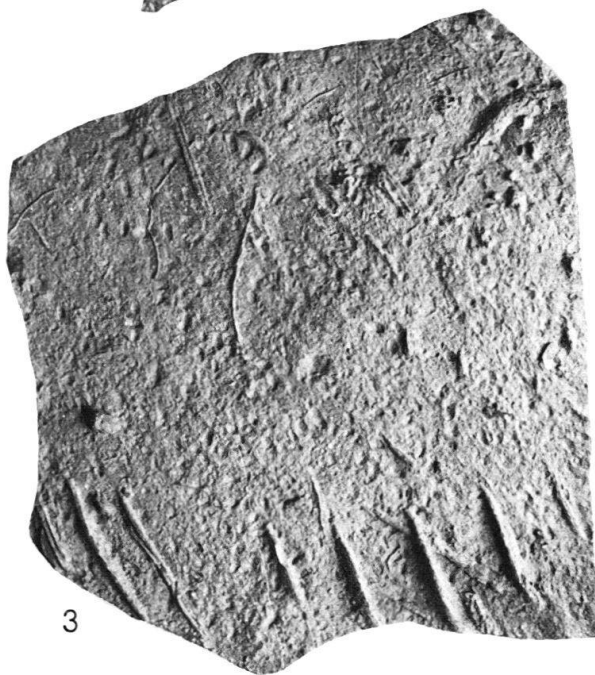
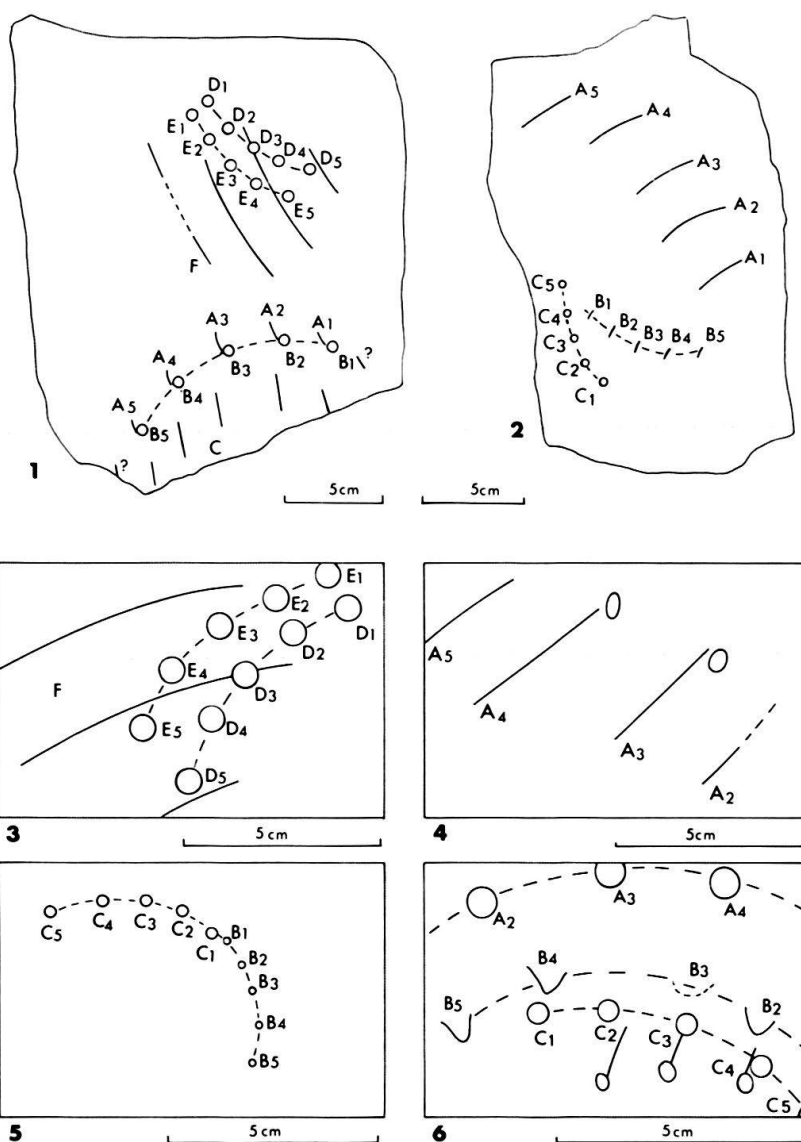


Planche 2

- Fig. 1 Dalle 286005.
 Fig. 2 Dalle 286008.
 Fig. 3 Dalle 286005. Détail montrant une trace à crêtes recoupée par un couple de traces à pointes (au niveau de D III).
 Fig. 4 Dalle 286006. Détail montrant des pointes à l'extrémité des crêtes.
 Fig. 5 Dalle 286007. Détail.
 Fig. 6 Dalle 286010. Vue partielle montrant une juxtaposition de plusieurs traces.





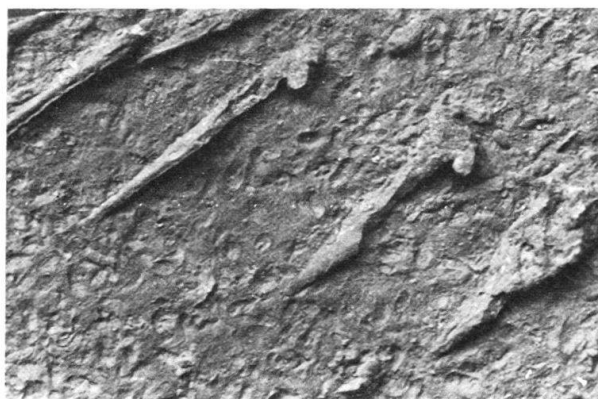
1



2



3



4



5



6

