

FIGURES SÉDIMENTAIRES ET TRACES D'ORIGINE BIOLOGIQUE DU TRIAS MOYEN DE LA BORDURE ORIENTALE DU MASSIF CENTRAL

SIGNIFICATION SÉDIMENTOLOGIQUE ET PALÉOÉCOLOGIQUE

par

LOUIS COUREL *, GEORGES DEMATHIEU *, JEAN-CLAUDE GALL **

RÉSUMÉ

Les grès à empreintes de pas de reptiles et pseudomorphes de sel gemme du Trias moyen de la bordure orientale du Massif Central français sont remarquables par leur ichnofaune reptilienne. Les nombreuses figures sédimentaires et les traces d'origine biologiques décrites ici permettent de reconstituer les caractères du milieu de sédimentation : épaisseur très faible de la tranche d'eau, bas régime hydrodynamique, sursalure périodique des eaux. Ces étendues constituaient des lieux de passage empruntés par les reptiles. Elles étaient parsemées de plans d'eau et d'aires exondées envahies par la végétation.

ZUSAMMENFASSUNG

Sandsteine mit Reptilien-Fährten und Steinsalz-pseudomorphosen aus der Mittleren Trias des östlichen Randes des französischen Zentral Massivs sind bemerkenswert durch ihre Ichnofauna von Reptilien. Zahlreiche Sedimentstrukturen und Lebensspuren werden hier beschrieben und deuten auf folgende Merkmale des Ablagerungsraumes : geringe Wassertiefe, mässige Strömungen, periodische Übersalzung der Gewässer. Diese Gebiete wurden von den Reptilien als Durchgangszonen benutzt. Zwischen Wasserflächen bestanden terrestrische pflanzenbesiedelte Bereiche.

ABSTRACT

The sandstones with foot-prints of reptiles and saltcasts from the Middle Triassic of the eastern border of the Massif Central (France) show a striking reptilian ichnofauna. The numerous sedimentary figures and trace fossils which are described here allow to deduce the following charac-

teristics of the depositional environment : shallow water, lower flow regime, periodical increase of salinity. The reptiles used to pass through that environment where numerous stretches of water alternated with emerged, plant overgrown areas.

MOTS-CLÉS : RIPPLE MARK, CRAQUELURE, TRACE MÉCANIQUE, COURANT, PLUIE, PSEUDOMORPHOSE, HALITE, PISTE, TERRIER, VERTEBRATA, INVERTEBRATA, GRÈS, GRANULOMÉTRIE, TRIAS MOYEN, MILIEU LAGUNAIRE, MASSIF CENTRAL (ARDÈCHE, RHÔNE, SAÔNE-ET-LOIRE, CÔTE-D'OR).

KEY WORDS : RIPPLE MARK, SHRINKAGE CRACK, CHATTERMARK, CURRENT, RAIN, PSEUDOMORPHISM, HALITE, TRACK TRAIL, BURROW, VERTEBRATA, INVERTEBRATA, SANDSTONE, PARTICLE SIZE ANALYSIS, MIDDLE TRIAS, LAGOONAL ENVIRONMENT, CENTRAL MASSIF (ARDECHE, RHONE, SAONE-ET-LOIRE, COTE-D'OR).

* Institut des Sciences de la Terre, Université de Dijon, 6, bd Gabriel, 21100 Dijon et Laboratoire associé au C.N.R.S. n° 157.

** Laboratoire de Géologie, Université de Strasbourg, 1, rue Blessig, 67084 Strasbourg Cedex.

A. — INTRODUCTION

Des grès plus ou moins feldspathiques, le plus souvent silicifiés, à empreintes de reptiles et pseudomorphoses de sel gemme, ont livré de nombreuses figures sédimentaires et des traces d'origine biologique. De Largentière (Ardèche) à Sainte-Sabine (Côte-d'Or) (texte-fig. 1), cette formation se présente toujours dans la même position, dans les dix premiers mètres au-dessus du socle anté-triasique sous des dolomies gréseuses ou des grès dolomitiques localement fossilifères (Foraminifères). Les grès à empreintes ont été attribués à la transgression du Trias moyen sur la bordure du Massif Central, dont ils représentent un faciès marginal (Courel, 1973).

Toutes les figures sédimentaires et les traces décrites ici proviennent de cette formation ; elles ont été extraites sur front de taille ou récoltées parmi les déblais. Leurs empreintes apparaissent en positif au toit des bancs (époreliefs) ou forment des négatifs sur leurs murs (hyporeliefs).

B. — LES FIGURES SEDIMENTAIRES

1. - Les ripple-marks

Les ripple-marks représentent, avec les fentes de dessiccation, les figures sédimentaires les plus abondantes. Sur 510 dalles portant des empreintes de reptiles récoltées dans la région considérée, une quarantaine, soit 8 % du total, montrent des ripple-marks. Quatre dalles seulement sont recouvertes simultanément de ripple-marks et d'empreintes d'origine biologique¹. La fréquence des dalles porteuses de ripple-marks varie d'un gisement à l'autre : elles sont fréquentes à Pont d'Argent près d'Autun, exceptionnelles à Chasselay (Rhône).

a) RIDES D'OSCILLATION (wave-ripples) :

Ces rides présentent un profil symétrique ou légèrement asymétrique. Leurs crêtes sont rectilignes (pl. 1, fig. 2 et 3), légèrement sinueuses (pl. 1, fig. 1), parfois bifurquées, plus rarement dédou-

1. Le terme « empreintes d'origine biologique » exclut dans ce texte les empreintes de reptiles qui ont été traitées par ailleurs.

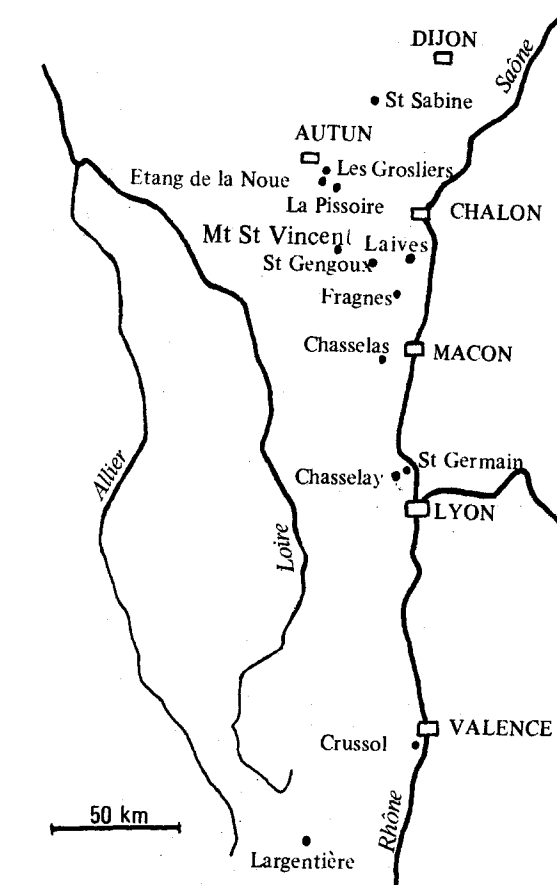


Fig. 1 — Localisation des principaux gisements à empreintes de Reptiles du Trias de la bordure orientale du Massif Central.

Map of the main layers of the eastern border of the french Massif Central.

blées (pl. 1, fig. 4), leur longueur d'onde L est en moyenne de 34,2 mm (intervalle de variation entre 20 et 84 mm). Leur amplitude h est faible : 4,1 mm en moyenne (intervalle de variation entre 2,2 et 10 mm). L'indice d'ondulation (ripple index L/h) se situe vers 8,8. Sa variabilité est forte : sur une même dalle il varie de 3,3 à 8,7.

Le coefficient de corrélation entre ces mesures

(0,830) s'avère plus élevé que celui de la corrélation entre leurs logarithmes (0,679) (Gubler *et al.*, 1966, p. 66). On peut en conclure que la relation la plus probable et la mieux ajustée entre L et h est linéaire. Pour un effectif de 52 mesures, les équations de régression des deux droites peuvent s'écrire :

$$\begin{aligned} L &\simeq 6,4 h + 9 \\ h &\simeq 0,1 L + 0,6 \end{aligned}$$

(les coefficients sont arrondis à la meilleure approximation d'ordre 1). Les droites sont assez proches l'une de l'autre.

Cette corrélation entre différents gisements témoigne de conditions physiques assez semblables sur toute la bordure Nord-Est du Massif Central, à l'époque du dépôt de cette formation. Ces rides d'oscillation caractérisent une faible tranche d'eau. Certains exemplaires à crêtes tronquées impliquent une nappe d'eau proche de l'exondation. D'autres rides de très faible amplitude et de longueur d'onde centimétrique ont dû se former dans une eau où la turbulence était quasiment nulle.

b) RIDES DE COURANT (current ripples)

Les rides de courant sont fortement asymétriques (pl. 1, fig. 8, 9). Leurs crêtes sont parfois ramifiées (pl. 1, fig. 7), onduleuses (pl. 1, fig. 6) ou discontinues (pl. 1, fig. 5). Dans ce dernier cas, elles sont parfois du type linguoïde (pl. 2, fig. 5 et 6). Ces rides ne sont connues que dans deux gisements : les carrières de Pont d'Argent, près d'Autun et de Chasselas (Saône-et-Loire).

Toutes les rides de courant sont de petite taille. Leur longueur d'onde L est inférieure à 50 mm et leur amplitude h demeure faible (inférieure à 13 mm). L'indice d'asymétrie donne le rapport de la projection sur le plan horizontal de la longueur du côté amont (stoss side) à celle du côté aval (lee side). Sa valeur moyenne est de 4,21, ce qui est nettement supérieur aux chiffres courants (Reineck & Singh, 1973, citent des valeurs de 1,1 à 3,8). L'intervalle des mesures varie de 1,1 à 12.

Pour un effectif de 36 mesures, la variabilité s'élève à 60,3 %. Le coefficient de corrélation « r » entre L et h est de 0,567. Cette valeur faible résulte sans doute de l'interaction entre un mouvement rectilinéaire dont la direction varie d'un endroit à l'autre avec un mouvement ondulatoire plus stable. Cependant, il existe une relation entre les deux caractères mesurés. En effet, la plus petite valeur de r significative au seuil 5 % est de 0,329, largement inférieure à la valeur trouvée. Par contre ici la corrélation entre les logarithmes des mesures de L et h est plus forte qu'entre les mesures de

ces caractères (0,662) ; ce fait incite à prendre comme représentation de la relation la courbe de puissance dont l'équation est $L = 17h^{0,6}$. L'indice d'ondulation L/h est plus fort que chez les rides d'oscillation. Il est de 14,2 pour un intervalle de variation compris entre 5 et 44. Là encore la variabilité est très grande (48,1 %). Cependant les valeurs des deux paramètres mesurés sont faibles en comparaison de celles des rides de courant actuelles. C'est principalement le cas de l'amplitude (h). Il est probable que le tassement du sédiment au cours de la diagenèse ait affecté cette dimension (h) en minorant son importance originelle. Sur certaines rides s'observent des traces d'objets roulés. Sur un échantillon est conservée une empreinte de pas tridactyle postérieure à la formation des rides. Dans les vallées des rides d'une autre dalle sont concentrés des grains de dimension nettement supérieure à la granulométrie moyenne de la roche, ce qui confirme l'origine sous-aquatique des figures.

En résumé les observations faites sur les rides de courant semblent indiquer que celles-ci se sont édifiées sous une tranche d'eau peu importante. D'après les données de H. E. Reineck & J. B. Singh (1973, p. 7-13) la vitesse du courant responsable de leur formation serait inférieure à 50 cm/s.

c) RIDES D'INTERFÉRENCES (pl. 2, fig. 1)

Ces rides ont été rencontrées à la surface inférieure de trois dalles provenant de Chasselay (Rhône), de Chasselas (Saône-et-Loire) et des mines de Largentière (Ardèche). Leurs crêtes sont développées dans deux directions se recoupant suivant un angle droit au aigu. Les deux séries de rides ont une même amplitude (Chasselas) ou des amplitudes différentes (Chasselay, Largentière, où elles sont associées à des empreintes de pas de vertébrés).

Les rides d'interférence résultent de l'action conjuguée de deux mouvements oscillatoires ou de celle des vagues et d'un courant de faible vitesse. Elles peuvent également naître par réflexion des oscillations d'une nappe d'eau contre la côte.

d) RIDES EN CHEVRONS (pl. 2, fig. 2)

Il s'agit d'un cas particulier de rides d'interférence. L'intersection des crêtes est à l'origine d'un réseau dont chaque maille a une dizaine de centimètres de côté. Ces rides ont été rencontrées sur une dalle provenant des mines de Largentière. Dans la nature actuelle, nous avons pu observer des structures analogues, au niveau de l'embou-

chure d'un ruisseau alimentant un étang du Languedoc où la granulométrie du sédiment était très fine.

e) RIDES COMPLEXES IRRÉGULIÈRES

Une dalle de Chasselay présente des rides irrégulières « entéromorphes », probablement liées à des courants (pl. 2, fig. 7).

f) CONCLUSION

Tous les ripple-marks récoltés se sont formés dans des grès fins ou des grès moyens (taille moyenne des grains inférieure à 0,5 mm). Les rides d'oscillation sont plus abondantes que les rides de courant. Ces deux caractères indiquent un milieu faiblement agité, parcouru par des courants épisodiques.

Les longueurs d'onde et les amplitudes très modestes des rides, l'existence des crêtes tronquées et leur association avec des empreintes de pas de reptiles, des pseudomorphoses de sel gemme et des fissures de dessiccation (pl. 2, fig. 3 et 4) confirment que le dépôt s'est effectué sous une tranche d'eau faible.

2. - Les fentes de dessiccation

Les fentes de dessiccation ont été rencontrées dans presque tous les gisements exploités. Au total, une trentaine de dalles a été récoltée. Leur fréquence semble très inférieure à celle des empreintes de pas de reptiles. Par contre, à Mâlain (Côte-d'Or), elles sont les seules traces recueillies.

a) RÉSEAUX DE FENTES QUADRANGULAIRES (pl. 3, fig. 2)

Le moulage naturel de plaques de dessiccation de grandes dimensions, de l'ordre du m² a pu être observé au plafond des galeries des mines de Largentière. Leur forme est généralement rectangulaire. Elles sont accompagnées et recoupées par des pistes de reptiles. Celles-ci leur sont postérieures. Le faible relief des empreintes de pas implique que le sédiment était déjà partiellement sec lors du passage des vertébrés.

Le parallélisme des fentes principales deux à deux et la présence de petites failles vraisemblablement synsédimentaires ayant la même orientation s'expliqueraient par une légère subsidence vers le centre du bassin (Courel & Demathieu, 1976).

b) RÉSEAUX DE FENTES POLYGONALES (pl. 2, fig. 8, 9)

Ces fentes de dessiccation sont les plus abondantes ; elles délimitent des surfaces relativement petites.

Certaines fentes se sont formées lors d'une unique phase de dessiccation. Elles sont simples, d'environ 1 cm de largeur. Elles peuvent être accompagnées d'empreintes de pas de reptiles (Rhynchosauroïdes à Chasselay), de pseudomorphoses de sel gemme (pl. 3, fig. 1) (Sainte-Sabine, Chasselas, Crussol) ou de rides d'oscillation (pl. 2, fig. 4) (La Noue près d'Autun).

D'autres dalles portent des fentes de dessiccation appartenant à plusieurs générations successives (pl. 2, fig. 8) (gisement de Chasselas). Les fentes primaires sont larges de 2 cm et délimitent des surfaces d'environ 1 dm². Quelques empreintes de pas de reptiles leur sont associées. Dans un niveau de la carrière de Chasselas les fentes apparaissent en relief sur le toit des dalles (pl. 2, fig. 9) et la surface de dessiccation est littéralement saupoudrée de grains de quartz de moins de 1 mm de diamètre. On pourrait imaginer dans ce cas le dépôt d'un matériel sableux postérieurement à la dessiccation, remplissant les fentes après vannage de la pellicule argileuse.

c) CONCLUSION

Mis à part le gisement des mines de Largentière, les fentes de dessiccation n'occupent jamais de grandes étendues. Elles paraissent localisées dans des dépressions de quelques m² ou de plusieurs centaines de m², comparables à celles qu'on peut observer sur l'arrière plage des mers actuelles où l'eau séjourne plus longtemps à la suite d'une grande marée.

3. - Les figures de transport mécanique

Des figures de transport mécanique n'ont été observées que dans le Nord de la région étudiée, du Mâconnais à l'Autunois, et dans les mines de Largentière.

a) FIGURES PROVOQUÉES PAR DES OBJETS (tool-marks)

Les cannelures d'érosion (groove-marks) se présentent isolément ou par groupes. Leur profondeur est de l'ordre du mm (pl. 3, fig. 3). Elles coexis-

tent parfois avec des rides de courant fortement asymétriques (pl. 1, fig. 9).

On peut rapprocher de ces figures, des traces recoupant à angle droit la crête des rides, manifestement dues à des fragments végétaux entraînés par un courant (pl. 1, fig. 2).

Les traces d'impact ont été provoquées par des objets en mouvement ricochant sur le substratum (pl. 3, fig. 5). Il en est ainsi d'empreintes elliptiques de quelques centimètres de diamètre sensiblement alignées (pl. 3, fig. 4). Des figures semblables ont été interprétées comme résultant de la saltation répétée de vertèbres de poissons sous l'action d'un courant. On peut rapprocher de cette catégorie de figures sédimentaires, des traces provenant d'un niveau bien précis de Chasselas et présentant l'aspect d'une succession de cycloïdes raccourcies (pl. 3, fig. 6). L'amplitude des arches est quelque peu irrégulière : faible aux extrémités de la trace, elle atteint son maximum dans la partie médiane. Cette empreinte pourrait provenir d'un objet cylindrique plat se déplaçant sur la tranche en état de déséquilibre constant sauf au point de rebroussement de la trace où le barycentre passe de l'extérieur d'une face à celui de la face opposée. Si cette interprétation est correcte, l'objet mis en mouvement devait avoir une certaine masse capable d'imprimer son trajet dans le sédiment (disque vertébral ?). On peut également imaginer un objet long (tige de végétal ?) flottant verticalement dans une nappe d'eau animée d'un mouvement oscillant et raclant le fond avec son extrémité.

b) FIGURES D'AFFOUILLEMENT (scour-marks) (pl. 3, fig. 7)

Une dalle récoltée à Chasselas montre une série de gouttières sensiblement parallèles, larges chacune d'environ 0,5 cm. Certaines d'entre elles se terminent par une partie arrondie rappelant l'extrémité des flute-marks. Il s'agit peut-être d'une figure d'affouillement. Mais on peut également l'attribuer à un objet cannelé entraîné au contact du fond.

c) CONCLUSION

Les figures de transport mécanique sont numériquement peu importantes face aux empreintes de pas de vertébrés. Dans les mines de Largentière un unique chenal a pu être observé alors que les aires à pistes de reptiles sont incomparablement plus étendues. Ces constatations soulignent l'étroite localisation géographique des courants responsables de ces figures qui cependant restent très rares.

4. - Les empreintes de gouttes de pluie (pl. 3, fig. 8)

On peut rapporter à de telles empreintes des alvéoles sub-circulaires de 1 mm de profondeur, de 0,5 à 1,5 cm de diamètre, à surface concave et lisse, délimitée par des crêtes irrégulières (pl. 3, fig. 9). Sur le toit des dalles on peut fréquemment observer la coalescence de deux ou de trois empreintes. D'autres traces sont ovales et mesurent 2 cm au niveau de leur plus grande dimension (pl. 4, fig. 1). Elles sont peut-être dues à de grosses gouttes d'une pluie d'orage touchant obliquement le sol ou à des éclaboussures.

Dans la nature actuelle, les empreintes de gouttes de pluie se conservent aisément dans le sable encore humide des plages.

5. - Les pseudomorphoses de sel gemme

Les pseudomorphoses de sel gemme sont abondantes à tous les niveaux (pl. 4, fig. 2). Elles peuvent accompagner les empreintes de pas de reptiles (pl. 4, fig. 3), les plaques de dessiccation et les surfaces à ripple-marks. L'arête des trémies ou des cubes ne dépasse guère 2 cm.

En règle générale, les pseudomorphoses se trouvent sur le mur des bancs. Cependant, sur quelques échantillons, elles apparaissent en relief sur leur toit. Mais il faut remarquer que toutes les traces qui se trouvent normalement en creux au sommet des bancs (épirelief concaves) apparaissent parfois en relief (épirelief convexes). Il en est ainsi également pour des empreintes de pas de reptiles du Daüs, de Largentière et des Cévennes quelle que soit la taille de celles-ci.

Des publications antérieures (Courel, 1973) ont déjà traité de l'origine des pseudomorphoses de sel gemme dans ces niveaux où elles apparaissent le plus souvent comme le résultat du moulage par un niveau sableux fin de la cavité laissée par la dissolution de cristaux de sel gemme fichés dans la vase. Dans une aire sans subsidence notable, les alternances de concentration et de dessalure des eaux se manifestent ainsi par d'innombrables pseudomorphoses de sel gemme.

6. - Les figures sédimentaires énigmatiques

À la face inférieure des dalles apparaît parfois un réseau en relief constitué par des alvéoles de contour ovale ou polygonal de quelques millimètres

de diamètre. Certaines de ces figures ressemblent à celles produites par l'écume des vagues (pl. 4, fig. 6). D'autres rappellent le revêtement cutané du dessous du pied des reptiles chirothériidés. En particulier, une dalle provenant de Chasselas évoque la peau d'*Anatosaurus* (Piveteau, 1955, p. 845) (pl. 5, fig. 2). D'autres encore sont indiscutablement des empreintes plantaires d'autopodes de reptiles (voir plus loin).

A Pont-d'Argent ont été recueillies des dalles dont la face supérieure est recouverte par une multitude de calottes sphériques de 2 à 5 mm de diamètre, coiffant chacune un grain de quartz. Entre les calottes se développe un réseau de fines crêtes (pl. 4, fig. 5). Ces dernières offrent quelque ressemblance avec les « antiripplets » produits par l'adhérence sur du sable humide de poussières sèches transportées par le vent.

Sur le toit de certaines dalles du gisement de Chasselas apparaissent de nombreux sillons rectilignes se recoupant les uns les autres. Ces sillons

sont étroits (moins de 3 mm de largeur) et peu profonds (1 à 2 mm). Leur longueur est d'ordre centimétrique à décimétrique. Ils peuvent se ramifier ou s'anastomoser, conférant à la surface des dalles un aspect ridé en « peau d'éléphant ». Parfois les sillons se raccordent à des cannelures en relief. Des empreintes de pas de vertébrés, très estompées, leur sont associées (pl. 4, fig. 7). L'interprétation de ces figures demeure encore énigmatique. Surfaces de dissolution ? Fentes de retrait sous-aquatique ?

Enfin, une dalle de Chasselas présente sur son mur un ensemble de petits reliefs surbaissés, disposés plus ou moins régulièrement, dont le diamètre n'excède pas 1 cm. Ces structures évoquent par certains aspects des figures de surcharge (load-casts). Par leur petite taille et leur répartition trop ordonnée, elles ne peuvent toutefois pas leur être assimilées, malgré quelque ressemblance (pl. 4, fig. 4).

C. — LES TRACES D'ACTIVITE BIOLOGIQUE

L'abondance des pistes d'origine animale fut à l'origine de l'exploitation systématique des gisements de grès triasiques de la bordure Nord-Est du Massif Central, entreprise depuis 1960.

1) EMPREINTES DE PAS DE VERTÉBRÉS (pl. 4, fig. 8 et 9 ; pl. 5, fig. 1)

Les empreintes de pas de vertébrés, amphibiens et reptiles, présentent une grande diversité de formes. Leur étude a été faite par l'un d'entre nous (Demathieu, 1970).

2) TERRIERS D'INVERTÉBRÉS FOUSSEURS (pl. 5, fig. 3)

Le remplissage sédimentaire des terriers d'organismes fousseurs apparaît en relief sur le mur des dalles. Leur section, elliptique, a quelques mm de diamètre. Les terriers ne sont pas ramifiés et se prolongent verticalement dans le sédiment. Ces caractères sont ceux du genre *Planolites* NICHOLSON. L'auteur de ces traces est encore inconnu.

3) TRACES DE REPTATION D'INVERTÉBRÉS (pl. 5, fig. 4)

Du gisement de Pont-d'Argent sont connues des

pistes d'allure sinusoïdale, de section aplatie, larges d'environ 2 mm. Ces traces de reptation rappellent celles du genre *Cochlichnus* HITCHCOCK.

D'autres pistes à parcours en zig-zag ont été rencontrées dans la même localité.

4) TRACES DE LOCOMOTION D'ARTHROPODES (pl. 5, fig. 5 et 6)

Des pistes bilobées à fort relief peuvent être attribuées à des crustacés. Elles ont souvent l'aspect et la taille d'un grain de café (trace de repos) ; parfois elles mesurent quelques cm de longueur (traces de déplacement). Ces pistes sont fréquentes dans les séries triasiques du monde entier où elles furent décrites sous le nom d'*Isopodichnus* BORNE-MANN.

5) EMPREINTES D'ORIGINE VÉGÉTALE

De nombreuses empreintes de rameaux provenant des gisements de Chasselay (Rhône) et de Chasselas (Saône-et-Loire), dépourvues de restes de matière organique, ont été collectées récemment (pl. 5, fig. 9). Elles ont été interprétées comme des rameaux végétatifs de Conifères (Grauvogel-Stamm, 1977). D'autres traces ont été rapportées à des

cônes de Gymnospermes. Des empreintes attribuées à un chevelu radicaire parallèle à la stratification sont figurées pl. 5, fig. 8.

Sur une dalle de Pont-d'Argent un fin réseau

apparaît en relief sur sa face inférieure. La surface des mailles délimitées est inférieure au cm^2 (pl. 5, fig. 7). Peut-être s'agit-il de structure d'origine algaire ?

D. — ASPECT SEDIMENTOLOGIQUE

1) GRANULOMÉTRIE

Les analyses granulométriques des niveaux à empreintes de reptiles sont très semblables et témoignent d'une grande uniformité dans les conditions d'environnement sédimentaire (texte-fig. 2).

La distribution granulométrique est caractérisée par un tri très poussé. Les sables fins et très fins représentent à eux seuls de 85 à 90 % des particules. Au-dessous, les éléments plus fins forment une matrice intergranulaire assez étalée, qui induit une certaine asymétrie positive. Les niveaux à empreintes manifestent à la fois une élaboration très poussée de la granulométrie (limitation de la taille maximum des grains à 2 mm ; médiane constante entre 0,2 et 0,6 mm et excellent coefficient de tri de la fraction sableuse) mais en même temps un mauvais vannage (3 à 7 % de particules inférieures à 15 μm).

Les grès en plaquettes à empreintes de reptiles et pseudomorphoses de sel gemme auraient été étalés sur le socle antémésozoïque par l'avancée d'une transgression marine pelliculaire... qui perdait son énergie au fur et à mesure qu'elle progressait sur un substratum très plat (Courel, 1973). L'excellent classement de la fraction sableuse proviendrait de la progradation des matériaux sans cesse repris au cours de la lente progression de la transgression.

Ces grandes étendues plates à la limite de la terre et de la mer présentaient par ailleurs des analogies avec les lagunes que l'on rencontre sur les côtes très basses. Dans de tels paysages, la fraction sableuse peut se charger en fines qui sont difficilement vannées, les lagunes fonctionnant comme « pièges à sédiments très fins ». Le vent peut alors jouer un rôle prépondérant dans le transport des particules les plus ténues.

2) INDURATION DES PLAQUETTES

Toutes les plaquettes gréseuses à empreintes sont indurées, le plus souvent très fortement, et des alternances de gel et de dégel dans des bancs depuis longtemps à l'affleurement sont nécessaires

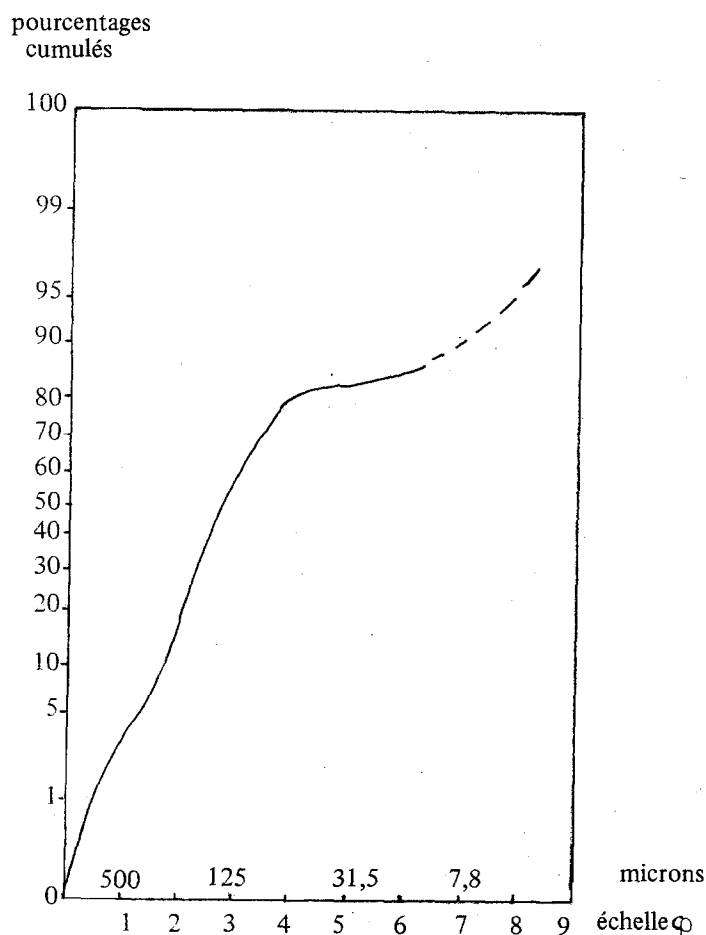


Fig. 2 — Distribution granulométrique dans les niveaux à empreintes - Sennecey-le-Grand (Saône-et-Loire). Courbe cumulative. En ordonnée : pourcentages cumulés (échelle de probabilités gaussiennes) et en abscisse : classes de l'échelle ψ .

Grain-size distribution in the bearing footprints levels. Sennecey-le-Grand (Saône-et-Loire). Cumulative curve. y axis : cumulated percentages (gaussian probabilities scale); x axis : classes of the ψ scale.

pour les déliter. La cohésion paraît liée à une silicification modérée, cryptocristalline, de la matrice. Une certaine cimentation précoce par des carbonates dans les vides intergranulaires est également probable dans certains cas, les carbonates ayant été ultérieurement épigénisés en silice. Quelques nourrissages siliceux de quartz et feldspaths sont aussi parfois visibles. Des travaux récents (Baltzer, 1975) ont montré que la silicification et le nourrissage des grains apparaissent fréquemment au cours de la diagenèse précoce dans les lagunes de

Nouvelle-Calédonie, à la limite des eaux douces et marines.

La précocité de la diagenèse, dans un milieu à sédimentation très lente et sans doute très épisodique, est vraisemblablement responsable de la conservation excellente des figures imprimées sur les surfaces de bancs. Le litage interne est toujours horizontal et interrompu seulement par quelques rares films argileux, ce qui favoriserait également la fossilisation des empreintes.

E. — CONCLUSION

Les observations rapportées précédemment concourent à la reconstitution d'un environnement étendu et monotone à l'échelle régionale mais en même temps varié et nuancé à l'échelle locale.

Les figures sédimentaires mécaniques ou biologiques et les données granulométriques ont largement démontré que les grès en plaquettes à empreintes de reptiles correspondaient à un environnement homogène dont les caractères sont les suivants :

— *Une épaisseur de la tranche d'eau toujours très faible à nulle, ne dépassant sans doute jamais quelques dm. Quand on ajoute que de tels milieux couvraient des superficies de plusieurs centaines de km d'extension et de quelques dizaines de km de largeur, on réalise la notion de transgression pelliculaire évoquée pour caractériser un tel environnement.*

— *Des étendues d'eau soumises à un bas régime hydrodynamique, ce qui est normal dans des conditions de profondeur si faible... Mais il est remarquable de trouver seulement très rarement, sous forme de chenaux, des zones à énergie haute comme il en existe dans les « tidal flats » actuels par exemple. Peut-être étaient-ils souvent effacés par la suite ? Dans un tel milieu l'importance des courants induits par le vent n'était pas négligeable.*

— *Une sursalure périodique des lagunes encore plus ou moins rattachées à la transgression marine. Le sel gemme précipitait mais n'était pas conservé dans un milieu peu subsident où des eaux douces locales pouvaient abaisser la concentration au gré de fluctuations climatiques.*

— *Ces grandes étendues d'eau peu profondes étaient sans doute souvent séparées par des aires exondées sur lesquelles apparaissaient les fentes*

de retrait et les traces de gouttes d'eau, et se développait une végétation terrestre. Ainsi apparaît un paysage discontinu malgré l'uniformité générale. Sur une vaste plage sableuse s'égrenait une mosaïque de plans d'eau dont l'étendue se modifiait au gré des variations du niveau de la mer et des fluctuations climatiques. Ce biotope comprenait trois zones :

- Les étendues d'eau (mer ou lac ou lagune) où les reptiles trouvaient vraisemblablement la satisfaction de besoins physiologiques (nettoyage, refroidissement) et pour certains d'entre eux la nourriture.
- Les zones de végétation où s'alimentaient les grands phytophages et d'autres formes plus petites de Vertébrés.
- Entre ces deux zones se trouvaient les étendues qui viennent d'être décrites, lieux de passage entre les zones de végétation et les nappes d'eau. Elles étaient fréquentées individuellement par les consommateurs carnivores ou charognards et en petits groupes (troupeaux) par les grands phytophages. Quelques amphibiens et reptiles de très petite taille vivaient à la limite des plages et des zones de végétation dans des niches écologiques très localisées : petites dunes, rives de petits chenaux ou ruisselets de plage.

La grande quantité d'empreintes trouvées et la grande diversité de vertébrés dont témoignent ces traces, suggèrent des biomasses sans doute importantes (les plus grands reptiles devaient peser entre 300 et 500 kg). Les vastes biotopes décrits, loin d'être déserts, semblent avoir été très attractifs pour une faune reptilienne abondante et variée, à la locomotion aisée et rapide.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BALTZER F. (1975). — Un modèle néocalédonien de sédimentation et de diagenèse littorale. *IX^e Congrès International de Sédimentologie*, Nice, thème 5, p. 39-43.
- COUREL L. (1973). — Modalités de la transgression mésozoïque : Trias et Rhétien de la bordure Nord et Est du Massif Central français. *Mém. Soc. Géol. France*, Paris, N. S., T. LII, n° 118, 152 p., 31 fig., 19 tabl., 8 pl.
- COUREL L., DURAND M., GALL J.-C. & JURAIN G. (1973). — Quelques aspects de la transgression triasique dans le Nord-Est de la France. Influence d'un éperon bourguignon. *Revue Géog. phys. géol. dynamique*, Paris, vol. XV, fasc. 5, p. 547-555, 3 fig., 1 tabl.
- COUREL L. & DEMATHIEU G. (1973). — Données récentes sur le Trias du Mont d'Or lyonnais dans les domaines de la stratigraphie et de l'ichnologie. *Géobios*, Lyon, n° 6, fasc. 1, p. 5-25, 5 fig., 3 pl.
- COUREL L. & DEMATHIEU G. (1976). — Une ichnofaune reptilienne remarquable dans les grès de Largentière (Ardèche, France). *Palaeontographica*, Stuttgart, Abt. A, Bd 151, p. 195-216, 8 fig., 5 tabl., 4 pl.
- DEMATHIEU G. (1970). — Les empreintes de pas de Vertébrés du Trias de la bordure Nord-Est du Massif Central. *Cahiers Pal., C.N.R.S. éd.*, Paris, 211 p., 76 fig., 83 tabl., 8 pl.
- DEMATHIEU G. & HAUBOLD H. (1978). — Du problème de l'origine des Dinosauriens d'après les données de l'ichnologie du Trias. *Géobios*, Lyon, n° 11, fasc. 3, p. 409-412.
- GALL J.-C. (1971). — Faunes et paysages du grès à *Voltzia* du Nord des Vosges. Essai paléoécologique sur le Buntsandstein supérieur. *Mém. Serv. Carte Géol. Als.-Lorraine*, Strasbourg, 34, 318 p., 39 fig., 36 pl.
- GAND G. (1977). — Sur le matériel ichnologique récolté dans le Muschelkalk de Culles les roches. *Bull. Soc. Hist. Nat. Creusot*, T. XXXV, fasc. 1, p. 9-28, 4 fig., 1 tabl., 4 pl.
- GRAUVOGEL-STAMM L. (1977). — Découverte d'empreintes de conifères dans le Trias de la bordure Nord-Est du Massif Central français. *Sci. Géol. Bull.*, Strasbourg, 30, 1, p. 75-78, 1 pl.
- GUBLER Y. *et al.* (1966). — Essai de nomenclature et caractérisation des principales structures sédimentaires. *Technip éd.*, Paris, 291 p., 195 fig., 1 fiche H.-T.
- HANTZCHEL W. (1975). — Trace fossils and problematica. *Treatise on invertebrate paleontology*, Part W, *Miscellanea. Geol. Soc. America*, Boulder (Colorado), 269 p., 110 fig.
- PIVETEAU J. (1955). — *Traité de paléontologie*, Masson éd., Paris : A.F. de Lapparent & R. Lavocat, Les dinosauriens, p. 785-962, 156 fig., in tome V.
- PETTIJOHN F. J. & POTTER P. E. (1964). — Atlas and glossary of primary sedimentary structures. *Springer Verl.*, Berlin, New York, p. XV, 370, 117 pl.
- POTTER P. E. & PETTIJOHN F. J. (1963). — Paleocurrents and basin analysis. *Springer Verl.*, Berlin, New York, 296 p., 130 fig., 30 pl.
- REINECK H. E. & SINGH J. B. (1973). — Depositional sedimentary environments. *Springer Verl.*, Berlin, New York, 439 p., 579 fig.

Manuscrit reçu le 20-07-78

Manuscrit définitif reçu le 10-02-79

PLANCHE 1

Figures sédimentaires

Rides d'oscillation

- Fig. 1 — Grandes rides flexueuses (Crussol, Ardèche) (2. 1. 4. XB 1) (x 1/3).
- Fig. 2 — Rides rectilignes (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XB 5) (x 1/2).
- Fig. 3 — Rides à crêtes aiguës (Pont-d'Argent, St Emiland près Autun, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. XB 11) (x 4/5).
- Fig. 4 — Rides dédoublées (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. XB 3) (x 2/5).

Rides de courant

- Fig. 5 — Rides discontinues (Pont-d'Argent, près Autun, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. XB 13) (x 2/5).
- Fig. 6 — Rides bifurquées (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. XB 9) (x 2/5).
- Fig. 7 — Rides ramifiées (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XB 11) (x 1/2).
- Fig. 8 — Rides ultradissymétriques avec trace de végétal flotté (Pont d'Argent) (2. 1. 8. XH 1) (x 2/5).
- Fig. 9 — Rides ultradissymétriques, et cannelures perpendiculaires aux rides. (Pont-d'Argent) (2. 1. 8. B1e) (x 1/4).

Primary sedimentary structures

Wave ripples

- Fig. 1 — Great inflected ripples. (Crussol, Ardèche) (2. 1. 4. XB 1) (x 1/3).
- Fig. 2 — Rectilinear ripples. (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XB 5) (x 1/2).
- Fig. 3 — Sharp crested ripples. (Pont-d'Argent, Saint-Emiland près Autun, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. XB 11) (x 4/5).
- Fig. 4 — Ripple-marks with smaller medial ripples. (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. XB 3) (x 2/5).

Current ripples

- Fig. 5 — Ripples with discontinuous crests. (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. XB 13). (x 2/5).
- Fig. 6 — Bifurcate ripples. (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. XB 15) (x 2/5).
- Fig. 7 — Branching ripples. (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XB 11) (x 1/2).
- Fig. 8 — Ultra asymmetrical ripple marks with a trace of a floated plant. (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. XH 1) (x 2/5).
- Fig. 9 — Ultra asymmetrical ripples with groove marks perpendicular to the ripples. (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. B1e) (x 1/4).

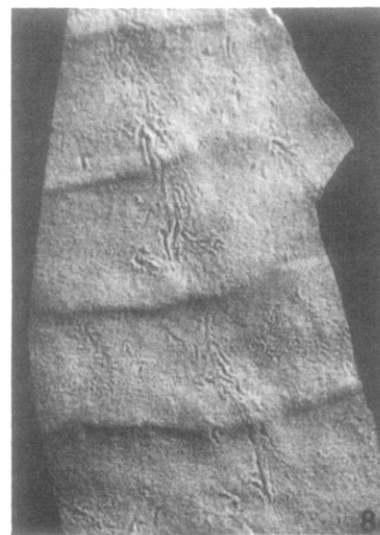
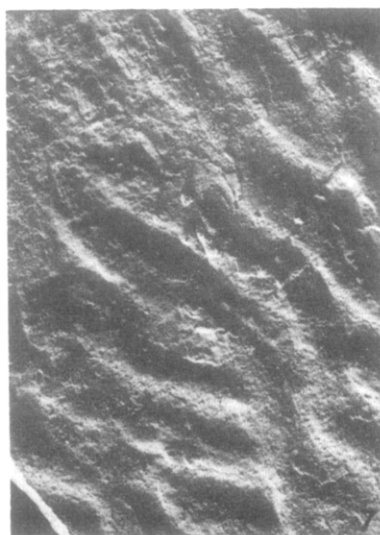
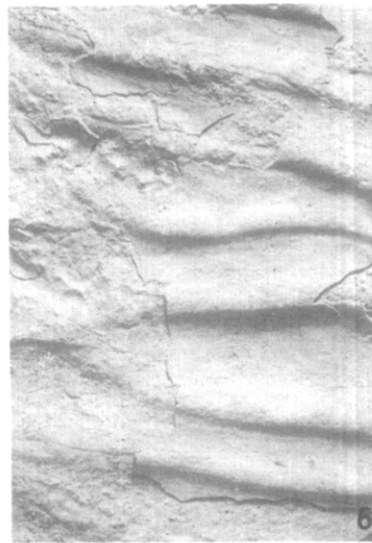
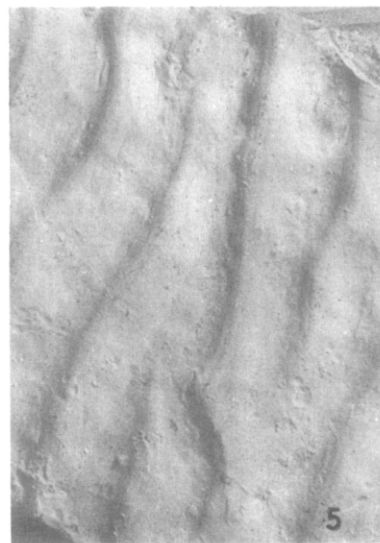
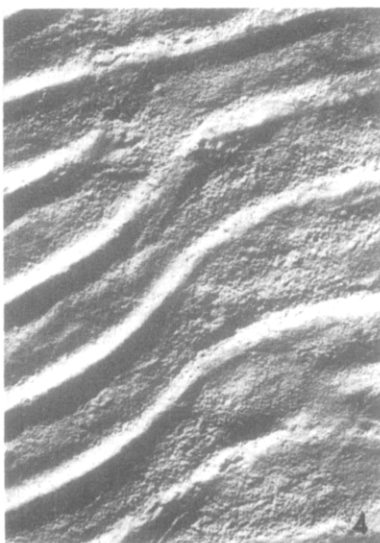
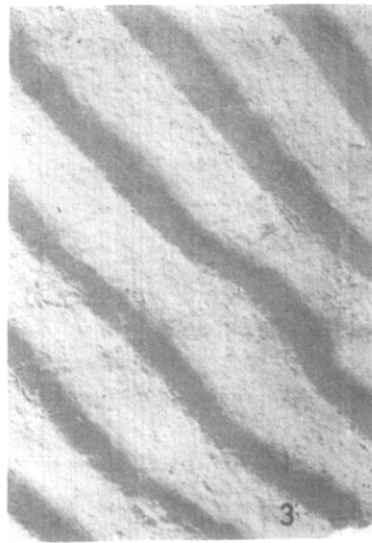


PLANCHE 2

Figures sédimentaires

Rides (suite)

- Fig. 1 — Rides d'interférence, régulières et perpendiculaires (Pont-d'Argent) (2. 1. 8. XB 7) (x 3/5).
Fig. 2 — Rides en chevrons : toit de galerie (Mines de Largentière, Ardèche) (x 8/100).
Fig. 3 — Rides d'oscillation avec pseudomorphoses de sel (Pont-d'Argent) (2. 1. 8. XB 15) (x 1/2).
Fig. 4 — Rides d'oscillation et fentes de dessiccation (La Noue, plateau d'Antully, près Autun) (2. 1. 2. XB 1) (x 1/3).
Fig. 5 — Rides linguoïdes, aplaties (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XB 7) (x 1/3).
Fig. 6 — Rides linguoïdes de très petite taille (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XH 5) (x 1/2).
Fig. 7 — Rides "entéromorphes" (Chasselay, Rhône) (2. 1. 1. XH 2) (x 3/10).

Fentes de dessiccation

- Fig. 8 — Grosses fentes primaires avec réseaux de fentes secondaires (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XK 3) (x 1/5).
Fig. 9 — Fentes en épireliefs convexes avec nombreux grains de quartz sur les polygones (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. DE) (x 3/10).

Primary sedimentary structures

Ripples (continuation)

- Fig. 1 — Regular and perpendicular interference ripple marks. (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. XB 7) (x 3/5).
Fig. 2 — Chevron ripples. (Mines of Largentière, Ardèche) (x 8/100).
Fig. 3 — Wave ripples with casts of salt crystals. (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. XB 15) (x 1/2).
Fig. 4 — Wave ripples with mud-cracks. (La Noue, plateau d'Antully près Autun, Saône-et-Loire) (2. 1. 2. XB 1) (x 1/3).
Fig. 5 — Flattened flute casts. (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XB 7) (x 1/3).
Fig. 6 — Flute casts of small size. (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XH 5) (x 1/2).
Fig. 7 — "Enteromorphous ripple marks. (Chasselay, Rhône) (2. 1. 1. XH 2) (x 3/10).

Mud cracks

- Fig. 8 — Primary large mud cracks with systems of secondary mud cracks. (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XK 3) (x 1/5).
Fig. 9 — Mud cracks in convex epirelieves with numerous grains of quartz on the polygons. (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. DE) (x 3/10).

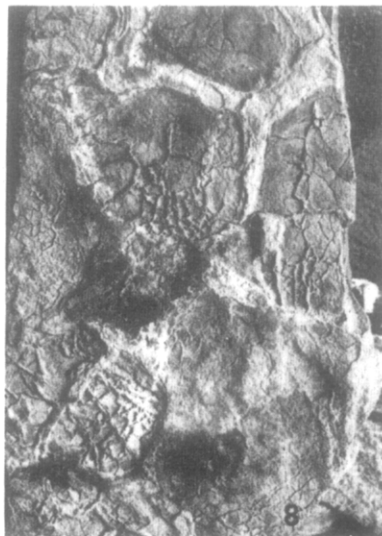
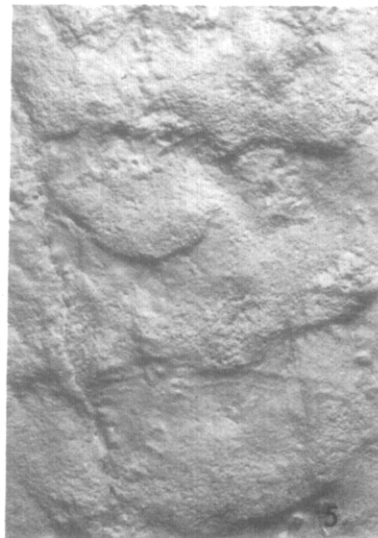
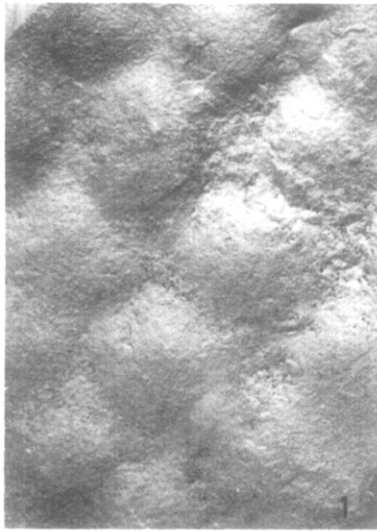


PLANCHE 3

Figures sédimentaires

Fentes de dessiccation (suite)

- Fig. 1 — Fentes et pseudomorphoses de sel gemme (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XK 5) (x 2/5).
Fig. 2 — Fissures quadrangulaires avec empreintes de grands reptiles. (Toit de galerie des Mines de Largentière, Ardèche) (x 6/100).

Figures de transport mécanique

- Fig. 3 — Très nombreuses cannelures (négatif) (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. XN 1) (x 2/5).
Fig. 4 — Traces d'impacts de corps cylindriques (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XH 3) (voir texte) (x 2/5).
Fig. 5 — Traces de rebond (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. XH 8) (voir texte) (x 3/5).
Fig. 6 — Trace de roulement ou de glissement rythmique (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XH 9) (voir texte) (x 3/5).
Fig. 7 — Trace d'affouillement (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XH 7) (voir texte) (x 1/2).

Gouttes de pluie

- Fig. 8 — Traces d'impacts complètes (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. XH 5) (x 3/5).
Fig. 9 — Traces "usées", érodées (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. XG 2) (x 3/5).

Primary sedimentary structures

Mud cracks (continuation)

- Fig. 1 — Mud cracks and casts of salt crystals. (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XH 5) (x 2/5).
Fig. 2 — Quadrangular mud cracks with footprints of great Reptiles. (Mines of Largentière, Ardèche) (x 6/100).

Directional structures

- Fig. 3 — Very numerous groove casts. (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. XN 1) (x 2/5).
Fig. 4 — Skip marks due to cylindrical tools. (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XH 3) (x 2/5).
Fig. 5 — Bounce casts. (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. XH 8) (x 3/5).
Fig. 6 — Roll marks or of rhythmical gliding. (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XH 9) (x 3/5).
Fig. 7 — Scour marks. (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XH 7) (x 1/2).

Raindrop imprints

- Fig. 8 — Whole imprints. (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. XH 5) (x 3/5).
Fig. 9 — Abraded imprints. (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. XG 2) (x 3/5).

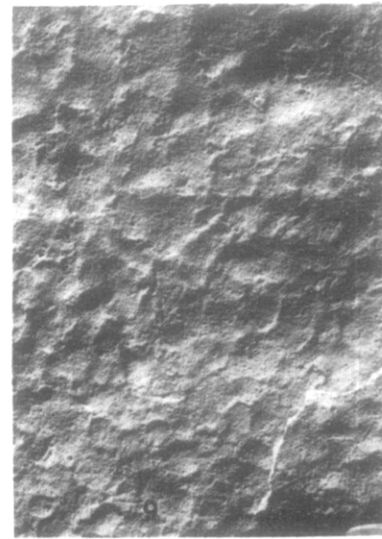
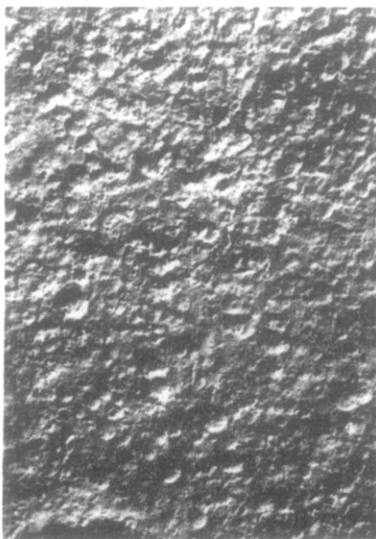
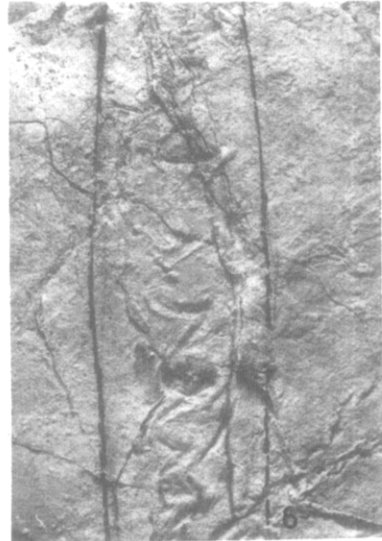


PLANCHE 4

Figures sédimentaires

Gouttes de pluie (suite)

Fig. 1 — Grosses gouttes à impact oblique (Pont-d'Argent) (2. 1. 8. XH 4) (x 2/5).

Pseudomorphoses de sel gemme

Fig. 2 — Pseudomorphoses localement abondantes (La Noue, Plateau d'Antully près Autun, Saône-et-Loire) (2. 1. 2. XA 18) (x 3/5).

Fig. 3 — Pseudomorphoses et empreinte de pas de Vertébré (St Gengoux, Saône-et-Loire) (2. 1. 7. J) (x 1/3).

Figures diverses

Fig. 4 — Contre-empreintes de figures de nature indéterminée (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. XH 6) (x 2/5).

Fig. 5 — Epireliefs convexes, réseau directionnel (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. BI) (x 3/5).

Fig. 6 — Traces d'écume (?) avec empreinte de pas *Rotodactylus rati* (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. AW) (x 1/2).

Fig. 7 — Epireliefs concaves, sillons rectilignes entrecroisés (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XE) (x 2/5).

Traces d'origine animale : tégument des autopodes de Reptiles.

Fig. 8 — *Rhynchosauroides* sp. (noter les écailles rectangulaires) (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. BN) (x 12/10).

Fig. 9 — *Isochirotherium coureli*, (les grandes écailles sont polygonales, les petites arrondies) (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XE 7) (x 2/5).

Primary sedimentary structures

Raindrop imprints (continuation)

Fig. 1 — Large slanting raindrops. (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. XH 4) (x 2/5).

Casts of salt crystals

Fig. 2 — Locally abundant casts of salt crystals. (La Noue, Saône-et-Loire) (2. 1. 2. XA 18) (x 3/5).

Fig. 3 — Casts and a vertebrate footprint. (Saint-Gengoux le National, Saône-et-Loire) (2. 1. 7. J) (x 1/3).

Varied structures

Fig. 4 — Sole markings of undetermined nature. (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. XH 6) (x 2/5).

Fig. 5 — Convex epirelieves, directional system. (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. BI) (x 3/5).

Fig. 6 — Foam impressions (?) with a *Rotodactylus rati* footprint. (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. AW) (x 1/2).

Fig. 7 — Concave epirelieves, rectilinear crossed furrows. (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XE 8) (x 2/5).

Traces of biological origine : imprints of the skin of Reptiles

Fig. 8 — *Rhynchosauroides* sp. : observe the rectangular scutes (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. BN) (x 12/10).

Fig. 9 — *Isochirotherium coureli* : The large scutes are polygonal and the small rounded (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XE 7) (x 2/5).

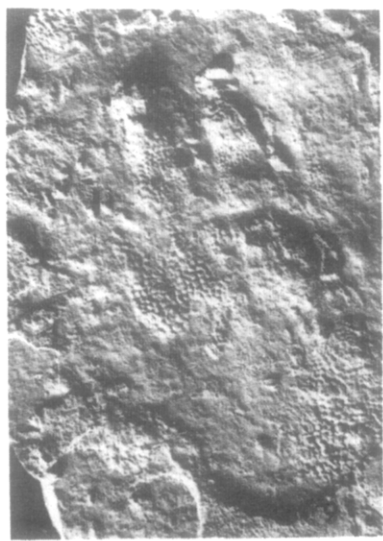
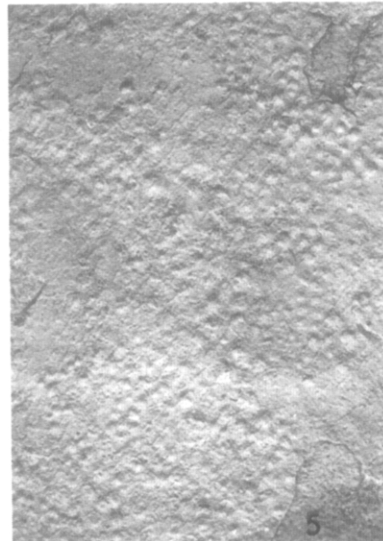


PLANCHE 5

Figures sédimentaires

Traces d'origine animale (suite) : téguments de vertébrés

- Fig. 1 — *Isochirotherium delicatum* (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XE 14) (x 3/5).
Fig. 2 — Empreinte du tégument du tronc (ventre ?) d'un reptile ? (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XE 13) (x 7/10)

Invertébrés ou végétaux

- Fig. 3 — *Planolites* sp. (Chasselay, Rhône) (2. 1. 1. XC 1) (x 3/10).
Fig. 4 — *Cochlichnus* sp. (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. XC 2) (x 1/2).
Fig. 5 — *Isopodichnus* (Chasselay, Rhône) (2. 1. 1. XC 3) (x 9/10).
Fig. 6 — Trace bilobée se terminant par deux traces coniques jumelées (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. CO) (x 1/2).
Fig. 7 — Réseau, vers ou algues ?, avec empreintes de pas *Rotodactylus rati* fréquent sur ce niveau. (Pont-d'Argent) (2. 1. 8. BV) (x 7/10).
Fig. 8 — Racines de végétaux (?) sur la surface d'une dalle. (Chasselas) (2. 1. 6. XH 1) (x 7/10).
Fig. 9 — Frondes de végétaux, *Voltzia* sp., avec empreinte de *Brachychirotherium tintanti* (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XF 11) (x 1/5).

Primary sedimentary structures

Traces of biological origine (continuation)

- Fig. 1 — *Isochirotherium delicatum* : all the scutes are small and rounded (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XE 14) (x 3/5).
Fig. 2 — Imprint of the skin of the trunk (belly ?) of a reptile (?) (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XE 13) (x 7/10).

Evertebrates or plants

- Fig. 3 — *Planolites* sp. (Chasselay, Rhône) (2. 1. 1. XC 1) (x 3/10).
Fig. 4 — *Cochlichnus* sp. (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. XC 2) (x 1/2).
Fig. 5 — *Isopodichnus* sp. (Chasselay, Rhône) (2. 1. 1. XC 3) (x 9/10).
Fig. 6 — Bilobate trace whose end has the form of two coupled cones, (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. CO) (x 1/2).
Fig. 7 — System -worms or algae (?) - with footprints *Rotodactylus rati.*, frequent on this level. (Pont-d'Argent, Saône-et-Loire) (2. 1. 8. BV) (x7/10).
Fig. 8 — Roots of plants (?) on the surface of a slab. (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XH 1) (x 7/10).
Fig. 9 — Fronds of plants, *Voltzia* sp. with a footprint *Brachychirotherium tintanti.* (Chasselas, Saône-et-Loire) (2. 1. 6. XF 11) (x 1/5).

