

**Zeitschrift:** Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société  
**Herausgeber:** Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève  
**Band:** 35 (1982)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Traces, figures et empreintes dans un milieu sédimentaire continental : l'exemple du Permien du Sud-Est de la France  
**Autor:** Toutin, Nadège  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-740553>

### **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:** 02.02.2026

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

TRACES, FIGURES ET EMPREINTES  
DANS UN MILIEU SÉDIMENTAIRE CONTINENTAL:  
L'EXEMPLE DU PERMIEN DU SUD-EST DE LA FRANCE

PAR

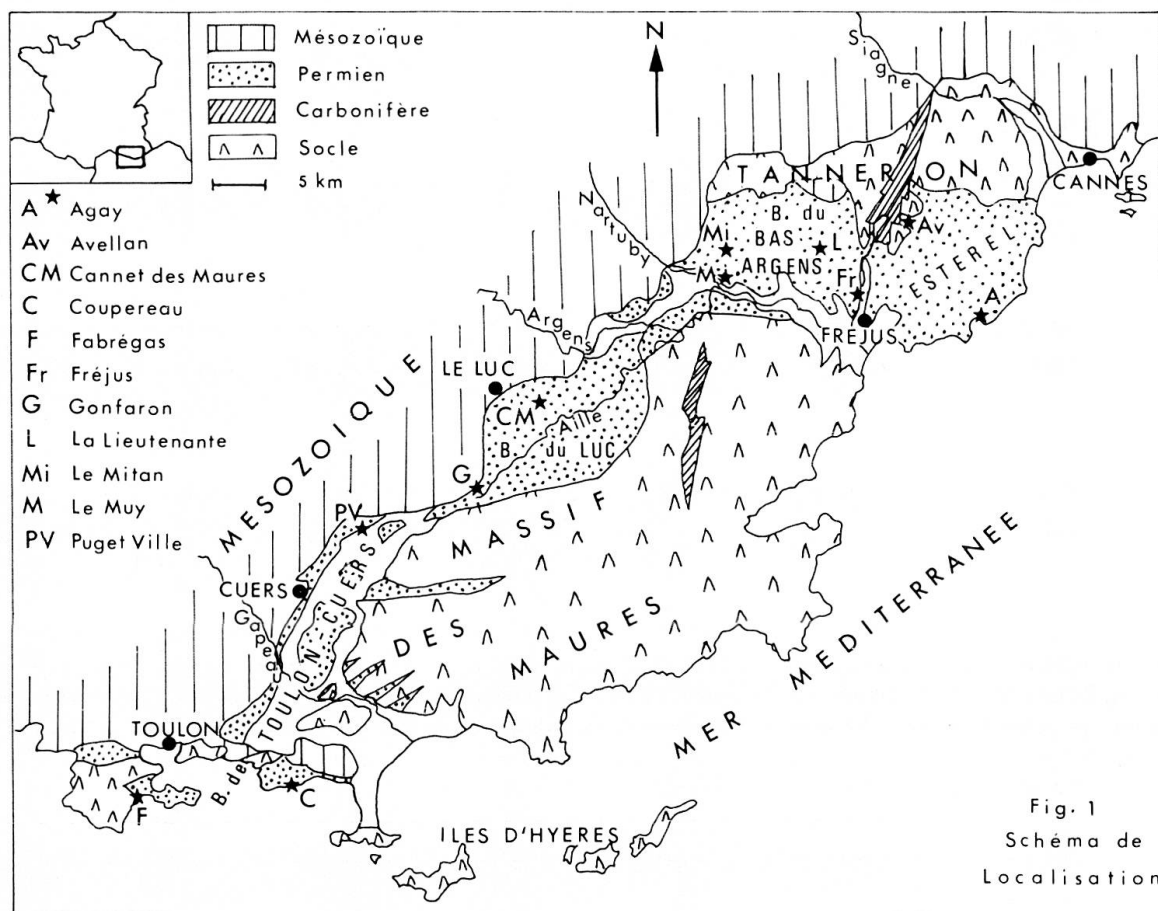
Nadège TOUTIN <sup>1</sup>

RÉSUMÉ

Les formations continentales du Permien provençal renferment de nombreuses empreintes ou des figures sédimentaires qui sont dues pour la plupart à l'action conjuguée du vent et de l'eau (rides, lèches de vagues, figures de ruissellement). Certaines sont d'origine climatique (fentes de dessiccation, gouttes de pluie); d'autres ont été produites par des dégagements gazeux. La majorité de ces traces correspond à des dépôts de bordure de lacs, de vasières ou de marécages; quelques-unes sont en relation avec des manifestations volcaniques.

Dans le Sud-Est de la France, le Permien continental affleure largement entre Cannes et Toulon, dans une suite de bassins compris entre les terrains mézozoïques et/ou les massifs cristallophylliens du Tanneron et des Maures (fig. 1). L'exposé de la succession stratigraphique, l'analyse sédimentologique et les corrélations ont fait l'objet de travaux récents (A. Arévian *et al.*, 1979; N. Toutin, 1980; N. Toutin *et al.*, 1982). Les formations qui ont été définies dans les divers secteurs étudiés représentent des séquences sédimentaires à grain décroissant. Les niveaux fins (argiles indurées, grès très fins, calcaires cryptocristallins) qui les terminent sont, en général, riches en traces et empreintes de toutes sortes qui ont été produites dans des sédiments mous, quelle que soit leur composition, à condition que leur granulométrie soit suffisamment fine. Elles sont dues, pour la plupart, à l'action du vent ou des courants, ou des deux à la fois, plus rarement au climat, les traces d'origine organique (animale ou végétale) ne faisant pas l'objet de cette étude. Quelques-unes de ces marques ont déjà été signalées et figurées, certaines sont inédites ou méritent d'être revues en raison de leur caractère exceptionnel de conservation.

<sup>1</sup> Laboratoire de Géologie et Géochimie, Parc Valrose, 06034 NICE CEDEX.



## I. LES FIGURES DIRECTIONNELLES

Elles ont été observées dans de nombreuses régions depuis fort longtemps et ont fait l'objet d'études détaillées par de nombreux auteurs, en particulier Y. Gubler *et al.*, (1966) et F. J. Pettijohn et P. E. Potter (1964).

Ce sont les figures les plus nombreuses et les plus fréquentes dans la région étudiée. On les trouve dans l'ensemble des bassins permien chaque fois que le détri-

### PLANCHE I

FIG. 1. — Métarides

FIG. 2. — Fentes de dessiccation de deux dimensions.

FIG. 3. — Figures de ruissellement en V.

FIG. 4. — Figures de ruissellement et galets roulés.

FIG. 5. — Surface chagrinée.

FIG. 6. — Traces de bioturbations.

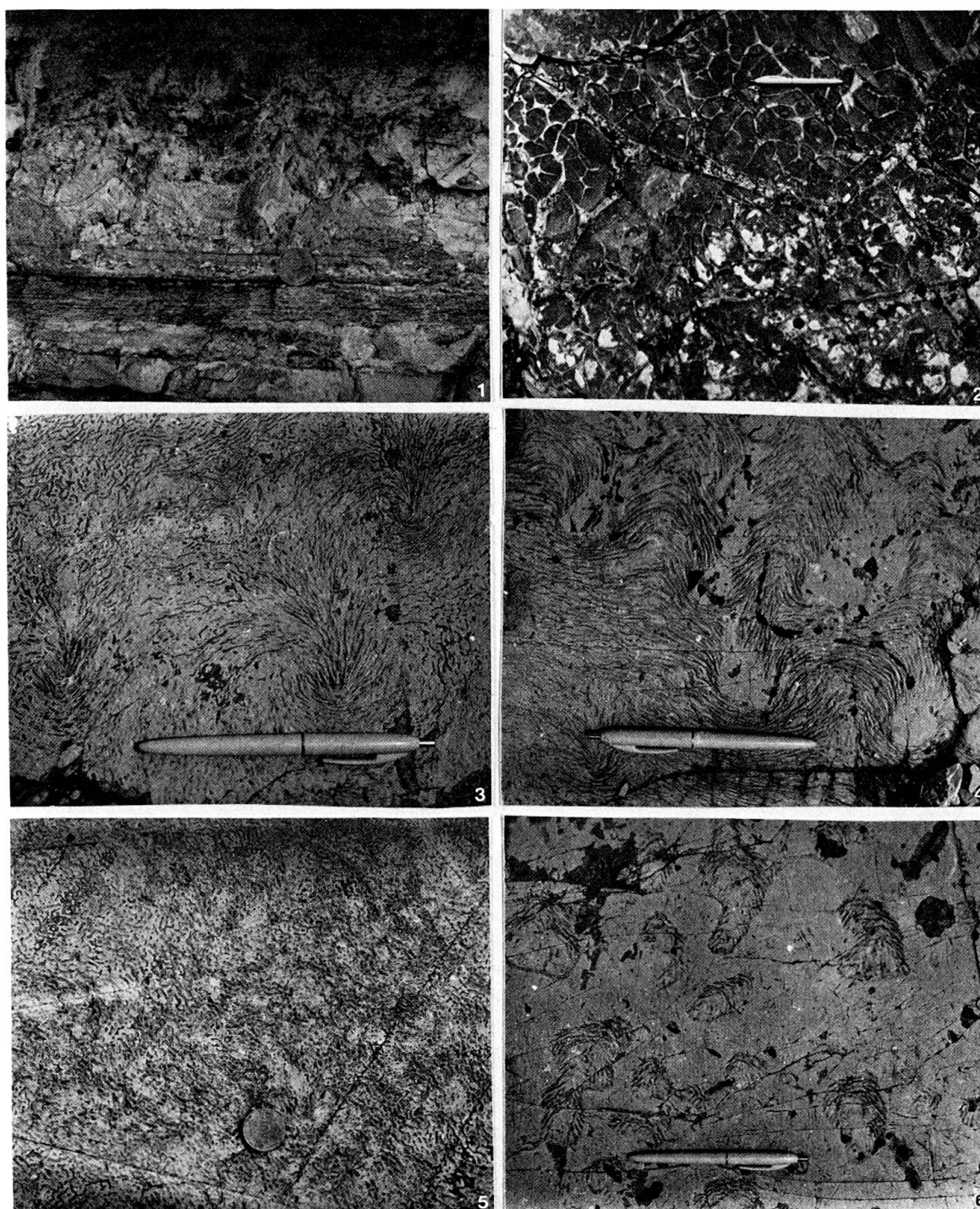


PLANCHE I

Toutes ces figures proviennent du Bassin du Bas-Argens  
(carrière de l'hôpital des armées de Fréjus).

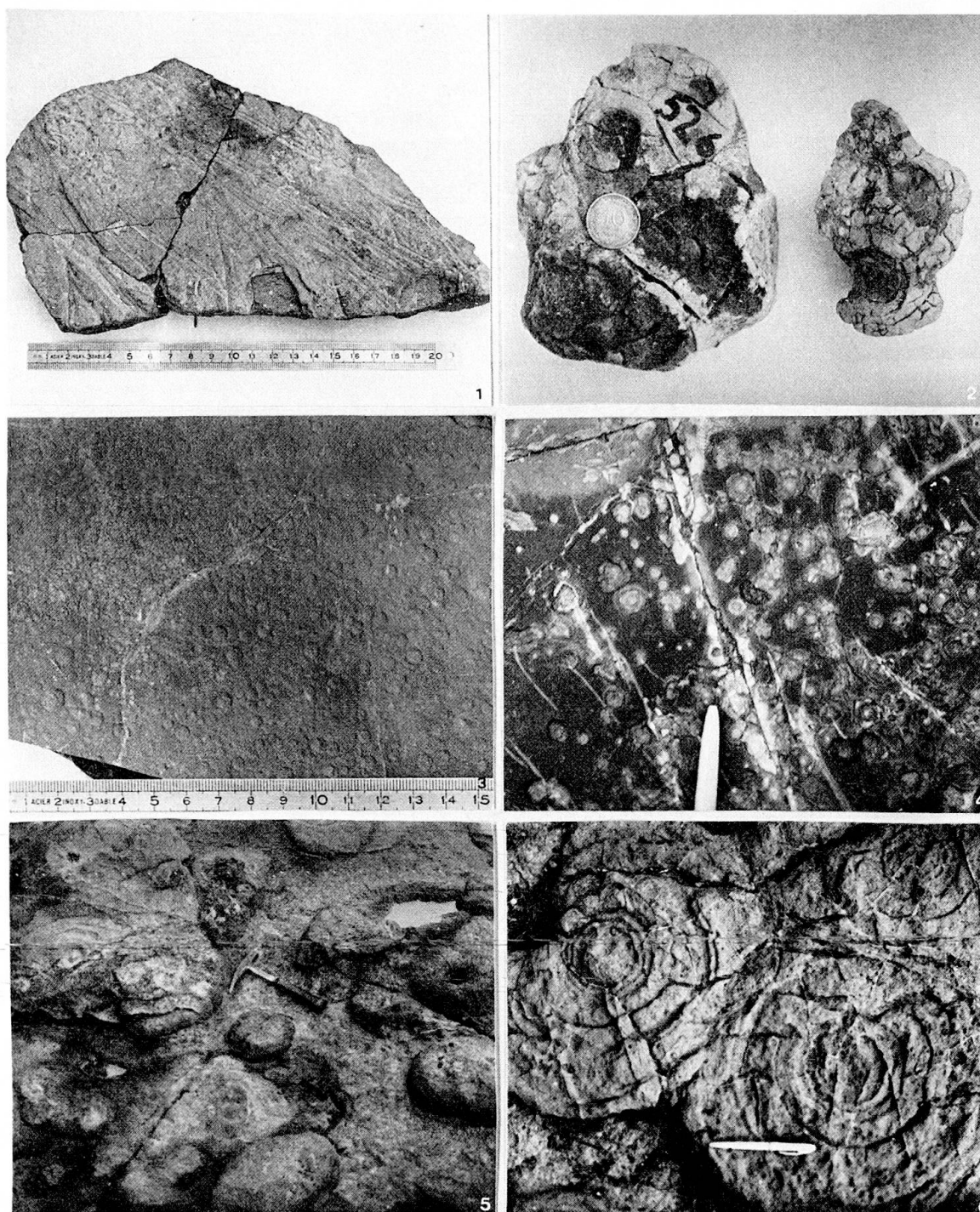


PLANCHE II



tisme se calme et que la sédimentation s'affine, indépendamment de leur position stratigraphique dans la série permienne.

Elles indiquent une direction dominante des courants ou du vent, plus rarement le sens et sont, en général, significatives d'un milieu de dépôt.

Ces figures sont abondantes en particulier au Lac de l'Avellan, dans le secteur d'Agay et le long du Gargalon (Formation des Pradineaux) dans l'Estérel, à la Lieutenante (Formation des Pradineaux), au Nord du Mui, dans la carrière du Mitan et sur les bords de l'Endre (formations du Mitan et du Mui) dans le Bas-Argens, au Sud du Cagnet des Maures (sommet de la Formation Rouge Supérieure) et aux environs de Gonfaron (Formation Pélitique) dans le Bassin du Luc, au Nord de Puget-Ville et près de Fabrègas (Formation de Gonfaron) dans le Bassin de Cuers-Toulon. Les plus spectaculaires se situent au Nord de Fréjus, dans la carrière de l'Hôpital des armées, dans les niveaux du Permien moyen (sommet de la Formation des Pradineaux).

### 1. LES RIDES

Les rides simples sont nombreuses et ont été figurées de nombreuses fois par les auteurs qui ont travaillé dans la région (M. Boucarut, 1971; N. Toutin, 1980). Parfois asymétriques, plus souvent symétriques, elles ont été formées par des courants opposés d'intensité identique, sous faible profondeur d'eau, dans des étendues argileuses très aplanies et facilement inondables.

Les métarides (pl. I, fig. 1) sont des rides modifiées: leur forme est irrégulière et les crêtes sont doubles. Elles apparaissent lorsque la profondeur de l'eau et la vitesse du courant diminuent et accompagnent un changement de granulométrie du sédiment.

Les rides linguoïdes résultent de l'interférence de deux courants contraires ou de la reprise de rides plus anciennes. Elles sont très rares et mal conservées dans les sédiments permien.

---

### PLANCHE II

FIG. 1. — Cannelures dues à des végétaux entraînés par le courant.  
Estérel, lac de l'Avellan.

FIG. 2. — Galettes calcaires à empreintes de tiges de roseaux.  
Bassin du Bas-Argens, la Lieutenante.

FIG. 3. — Empreintes de gouttes de pluie.  
Bassin du Bas-Argens, domaine de Bonfin.

FIG. 4. — Traces de bulles de gaz.  
Bassin du Bas-Argens, Nord de Fréjus.

FIG. 5 et 6. — Manifestations fumerolliennes et bulles de boue.  
Bassin de Toulon, plage de Coupereau.

Métarides et linguoïdes ont seulement été observées au Nord de Fréjus; elles ne sont jamais nombreuses. Toutes ces rides montrent des courants de directions contraires, rarement un courant dominant.

## 2. LES LÈCHES DE VAGUES

Elles sont constituées par de petites rides parallèles, de 1 mm d'épaisseur environ, qui dessinent plus ou moins des arcs de cercle ondulés d'une dizaine de centimètres de diamètre, unis les uns aux autres par un angle rentrant plus aigu, et dont le côté bombé est toujours dirigé dans le même sens.

Ces rides correspondent aux ondes d'atterrissement de vaguelettes provoquées par le vent, à la partie haute des plages, sur le bord d'un lac ou d'un étang; elles sont situées à la zone de passage du domaine du sable humide au domaine du sable sec ou à peine humide. La convexité est toujours tournée vers la terre.

## 3. LES SURFACES CHAGRINÉES

L'action conjuguée du vent et de l'eau produit des surfaces ridées, d'aspect chagriné (pl. I, fig. 5). Ces rides couvrent des surfaces continues au voisinage des plages, en bordure de plans d'eau, à la limite sable sec-sable mouillé.

## 4. LES FIGURES DE RUISSELLEMENT

J.-Cl. Gall (1976) a montré des figures de ruisellement qui ressemblent beaucoup à celles que j'ai pu observer dans les sédiments permien.

Certaines rides de lèches de vagues s'organisent pour former des V de 4 à 5 cm (pl. I, fig. 3). La pointe est occupée par un trou situé à l'arrière d'un petit bourrelet qui l'encapuchonne. Dans quelques cas, le V est évasé et la pointe est obturée par un galet roulé, de 2 à 3 cm de long sur 1,5 à 2 cm de large (pl. I, fig. 4); ces galets, analogues à la roche qui les contient, correspondent à des galets d'argile roulés. Le petit trou, à la pointe des V, peut être la trace, soit de petits galets anguleux, fichés dans la vase et ensuite arrachés car plus vulnérables, soit de tiges de végétaux qui poussaient au bord d'un étang.

On peut voir actuellement de telles figures se former sur les plages, lorsque les vagues redescendent et que l'eau est déviée de son chemin naturel par la présence d'un obstacle.

Dans la région étudiée, l'ensemble des caractères sédimentologiques et les pistes animales démontrent que ces traces se sont formées en bordure d'un étang peu profond. Le vent, soufflant sur les bords, poussait l'eau plus haut que son niveau normal. En descendant pour reprendre son niveau initial, celle-ci rencontrait parfois des

obstacles (galets, brins d'herbe) contre lesquels elle venait buter et qui la faisait dévier de son chemin normal, dessinant alors ces figures de ruissellement.

Lèches de vagues, surfaces chagrinées et figures de ruissellement n'ont été observés qu'au Nord de Fréjus, dans le Bassin du Bas-Argens. On les trouve à la surface de dalles de grès très fins, vert pâle, regroupées sur 2 à 3 m<sup>2</sup>. Les surfaces chagrinées occupent le plus grand espace; les figures en V sont au nombre d'une trentaine tandis que les galets roulés ne dépassent pas une dizaine. Toutes ces traces se sont formées en bordure d'un plan d'eau sur lequel soufflait un vent venant le plus souvent du Nord-Ouest et responsable de la formation de vaguelettes qui venaient mourir sur le rivage.

## 5. LES CANNELURES

Les striations produites par des objets traînés sur le fond par les courants sont assez fréquentes à la surface des sédiments fins. Elles sont produites par des petits graviers ou des débris végétaux sous l'effet d'un courant de direction relativement constante. L'allongement des groupes de rainures est parallèle à la direction du courant mais n'en indique pas le sens.

Les cannelures existent dans l'ensemble du Permien mais elles ne sont jamais spectaculaires sauf à l'extrême base de la série, à la surface de niveaux cinéritiques gris-vert attribuables à l'Autunien (pl. II, fig. 1).

## 6. LES GALETTES CALCAIRES

J'ai récolté ces échantillons à deux niveaux différents dans le Permien du Bassin du Bas-Argens: dans des argiles brunes du Permien moyen, dans le secteur de la Lieutenant d'une part, dans les grès fins et micacés, gris-vert, datés du Thuringien, à l'Est du Muy et sur la rive gauche de l'Endre d'autre part.

Ce sont des galettes aplaties, à fentes radiales sur le côté bombé. Au point de départ des fentes, on observe parfois des zones concentriques, de 1 à 2 cm, qui correspondent à l'emplacement de tiges de végétaux (pl. II, fig. 2). Elles sont constituées par un fond de calcite cryptocristalline dans lequel se distinguent des zones à calcite plus largement cristallisée, accompagnée d'analcime authigène, en trapézoèdres de 50 à 200  $\mu$ . La présence de ce minéral et des traces de tiges de végétaux, sans doute des roseaux, indique un milieu palustre indiscutable. Bien qu'elles ne soient pas réellement des figures directionnelles, ces galettes calcaire indiquent clairement un milieu de dépôt de bordure de lac, dans la zone qui tend à s'assécher.



## II. LES TRACES D'ORIGINE CLIMATIQUE

Les traces d'origine climatique observées dans la région étudiée sont de deux sortes. Les premières sont bien connues et ont été maintes fois figurées dans la littérature; les secondes sont plus rares (F. J. Pettijohn et P. E. Potter, 1964), sans doute parce qu'elles sont plus fragiles et nécessitent des conditions de fossilisation moins souvent réalisées.

### 1. LES FENTES DE DESSICCATION

Elles sont fréquentes dans l'ensemble des niveaux permien du Sud-Est français. De dimension variable, leur taille varie entre 2 et 40 cm. Dans les plus grandes, les fissures sont remplies de matériel plus grossier et il n'est pas rare que les écailles et les joints aient une teinte différente. Elles sont situées en bordure de lac ou de vasière, ou dans des plaines inondables par intermittence et peuvent alors correspondre à un assèchement saisonnier.

Dans certains cas, on assiste à la juxtaposition de fentes de deux dimensions (pl. I, fig. 2). Les plus grandes (30-40 cm) se sont formées les premières; la reprise du phénomène de dessèchement a permis l'installation d'une deuxième famille de fentes de taille plus réduite (3-4 cm) qui constituent un réseau très dense. Elles se situent en bordure d'étangs ou de zones marécageuses. La densité des fentes est plus grande dans la région la plus sèche.

### 2. LES GOUTTES DE PLUIE

Les plus belles ont été observées dans les niveaux du Permien moyen du Bassin du Bas-Argens où elles sont localement abondantes (pl. II, fig. 3). J'ai récolté de nombreuses empreintes et contre-empreintes dans les grès très fins, vert pâle et se débitant en plaquettes, de la carrière du Mitan, au Nord du Muy et dans les argiles indurées, brun-rouge, du domaine de Bonfin, sur la rive gauche du Gonfaron, au Nord de Fréjus.

Les empreintes forment de petites dépressions circulaires dont le diamètre est compris entre 0,2 et 0,6 cm. Elles montrent que des averses subites se produisaient à cette époque dans la région et, avec les fentes de dessiccation, elles constituent de bons indices climatiques.

## III. LES FIGURES DUES A DES DÉGAGEMENTS GAZEUX

Ces figures ne sont pas très fréquentes dans les sédiments permien. Dans les formations étudiées, elles correspondent toujours à des traces d'évasion de gaz, en surface de bancs, et non à des traces formées à l'intérieur des couches, au cours de leur montée vers la surface. On peut les séparer en deux catégories.

## 1. LES BULLES DE GAZ

Les bulles de gaz, tel le  $\text{SH}_2$ , en se dégageant à la surface de la vase, en bordure de marécages, ont produit de petites pustules dont la taille est inférieure à 1 cm; elles sont constituées par deux ou trois cercles concentriques et peuvent être coalescentes (pl. II, fig. 4). De telles figures ont été observées à Agay et au Nord de Fréjus, dans les sédiments fins du Permien moyen (Formation des Pradineaux); elles sont toujours en très petit nombre.

L'ensemble des caractères sédimentologiques des formations qui les contiennent démontre l'existence de plans d'eau calme, à bords marécageux, à cette époque, dans ces régions.

## 2. LES FUMEROLLES ET LEURS EFFETS

A l'Ouest de la plage de Coupereau, dans le Bassin de Toulon, dans la zone de battement de marée et sur une surface d'environ 300 m<sup>2</sup>, apparaissent de façon disséminée d'étranges figures de teinte brun-roux, en surface d'un grès beige grossier, parfois conglomératique et à galets de rhyolite dont les plus gros peuvent atteindre 10 cm.

Les unes correspondent à des paquets parfois bombés, parfois aplatis et comme écrasés de 10 cm à 1 m (pl. II, fig. 5). Les autres sont constituées par des traces concentriques autour d'une pustule centrale de 2 à 3 cm; le diamètre maximal est de 35 cm pour l'ensemble ainsi formé (pl. II, fig. 6). Parfois les auréoles les plus externes de deux figures fusionnent et constituent des formes doubles qui dépassent alors 50 cm. En un seul endroit, une zone circulaire d'environ 1 m de diamètre est constituée par des protubérances de 0,5 à 4 cm qui évoquent des bouillonnements.

L'ensemble de ces figures se situe moins de 2 m au-dessus d'une coulée volcanique basique dont le sommet scoriacé est riche en bulles de calcite (deuxième coulée doléritique de C. Coulon, 1967) et les bords de certaines galettes sont rougis et brûlés par le volcanisme.

Dans les régions volcaniques actuelles, l'émanation de fumerolles accélère l'altération des roches volcaniques en argiles. L'eau des sources chaudes, voire des geysers, qui accompagnent souvent le volcanisme, se mélange à ces argiles pour former des mares de boue dans lesquelles les gaz comme le sulfure d'hydrogène barbotent et produisent des bulles molles et pâteuses qui gonflent, se boursouflent et éclatent. Si de grosses bulles explosent et si des fragments visqueux de boue sont projetés en l'air, en retombant il peuvent former des remparts annulaires ou des paquets de boue durcie. De tels phénomènes ont été décrits par les volcanologues en Indonésie, en Islande, en Nouvelle-Zélande et dans bien d'autres régions encore (A. Rittmann, 1963; Y. Gubler *et al.*, 1966; M. Kraft, 1978; K. et M. Kraft, 1979). Les photographies qu'ils en présentent reflètent tout à fait les figures que j'ai observées dans le Permien supérieur de Coupereau (équivalent de la Formation de Gigery).

Ces traces, de grande taille, pourraient donc correspondre à de très forts dégagements gazeux, dans le voisinage d'un foyer éruptif, la zone circulaire étant vraisemblablement une sortie de source. A ma connaissance, de telles figures n'avaient pas encore été signalées dans les sédiments permien français.

## CONCLUSION

Les sédiments permien du Sud-Est de la France se sont révélés riches en traces et empreintes diverses chaque fois que la sédimentation s'affine suffisamment; les marques les plus nombreuses et les plus originales sont cependant regroupées au Nord de Fréjus, dans les niveaux du Permien moyen où l'on observe des figures rarement conservées dans les sédiments anciens (en particulier, les figures de ruissellement, les gouttes de pluie et les bulles de gaz). La majorité de ces traces correspond à des dépôts de bordure de lacs, de vasières ou de marécages.

Des figures tout à fait originales ont été observées dans un seul secteur, à l'Est de Toulon: elles sont la conséquence d'émanations fumerolliennes, dans une région volcanique où les sources d'eau chaude sont fréquentes.

## BIBLIOGRAPHIE

- ARÉVIAN, A., N. TOUTIN, H. ROUSSEAU, R. CAMPREDON et R. DARS (1979). Les séries continentales du Permien du Var. Bulletin du B.R.G.M., section I, n° 1, p. 31-43, 3 fig.
- BOUCARUT, M. (1971). Etude volcanologique et géologique de l'Estérel (Var, France). Thèse Doctorat ès-Sciences Nice, 2 t., 487 p., 108 fig., 62 photographies.
- COULON, C. (1967). Le volcanisme basique de la basse Provence occidentale (région toulonnaise et massif des Maures). Fac. des Sciences Paris, Laboratoire de Pétrographie, thèse 3<sup>e</sup> cycle, 117 p., 10 fig., 6 pl.
- GALL, J.-Cl. (1976). Environnements sédimentaires anciens et milieux de vie. Introduction à la paléo-écologie. Sciences géologiques Strasbourg. Mém. n° 42, p. 74 et fig. 68.
- GUBLER, Y., D. BUGNICOURT, J. FABER, B. KUBLER et R. NYSSSEN (1966). Essai de nomenclature et caractérisation des principales structures sédimentaires. Ed. Technip. Paris, 291 p., 195 fig.
- KRAFT, M. (1978). La Terre une planète vivante. Ed. Hachette Paris, 158 p.
- KRAFT, K. et M. (1979). Volcans. Le réveil de la Terre. Ed. Hachette Paris, 157 p.
- PETTJOHN, F. J. et P. E. POTTER (1964). Atlas and glossary of Primary sedimentary structures. Springer-Verlag, Berlin, 370 p., 117 pl.
- RITTMANN, A. (1963). Les volcans et leur activité. Masson éd., 461 p., 176 fig., 6 pl.
- TOUTIN, N. (1980). Le Permien continental de la Provence orientale, (France). Thèse Doctorat ès-Sciences Nice, 2 t., 594 p., 140 fig., XX tabl., 81 photographies.
- TOUTIN, N., R. DARS et J. DELFAUD (1982). Un bassin continental post orogénique: le bassin permien du Bas-Argens (Var). 9<sup>e</sup> R.A.S.T. Paris, p. 608.