



HAL
open science

Sédimentologie du permien et du Trias détritique du Dome de Barrot (Alpes Maritimes)

Guy Avril, Marc Durand, Jacques Perriaux, Hilarion Traore, Jean Pierre
Uselle

► **To cite this version:**

Guy Avril, Marc Durand, Jacques Perriaux, Hilarion Traore, Jean Pierre Uselle. Sédimentologie du permien et du Trias détritique du Dome de Barrot (Alpes Maritimes). 1987, pp.69-80. insu-00520242

HAL Id: insu-00520242

<https://insu.hal.science/insu-00520242>

Submitted on 22 Sep 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

SEDIMENTOLOGIE DU PERMIEN ET DU TRIAS DETRITIQUE DU DOME DE BARROT (ALPES-MARITIMES)

Guy AVRIL*, Marc DURAND*, Jacques PERRIAUX**,
Hilarion TRAORE***, Jean-Pierre USELLE**

RESUME - La couverture détritique terrigène du Dôme de Barrot montre la succession de deux séries continentales à dérives granulométriques globalement opposées. L'étude des stratifications, en particulier en termes de paléocourants, les méthodes granulométriques et morphométriques, les données pétrographiques et minéralogiques, et les traces d'activité biologique, permettent de reconnaître les zones d'apport, et de préciser les environnements de dépôt et d'altération.

La sédimentation permienne commence par des dépôts tranquilles, dans un bassin de type playa, fortement subsident, et s'achève après l'arrivée d'apports volcano-sédimentaires grossiers, en provenance du Sud (région Tanneron-Estérel), sous un climat chaud semi-aride. Après un épisode aride, corrélatif à la discontinuité entre les deux séries, la sédimentation fluviale reprend au Trias, depuis une zone nourricière située cette fois au Nord-Ouest. Les chenaux, d'abord en tresse et très divagants, ont ensuite tendance à se stabiliser, laissant entre eux des zones longtemps émergées, soumises à la pédogenèse. L'élévation du niveau de base, liée à la transgression du Trias moyen, aboutit à l'installation d'une nappe d'eau douce, vaste mais peu profonde, s'écoulant lentement entre des îles temporaires.

ABSTRACT - The siliciclastic cover on the Dôme de Barrot displays two successive continental series separated by a disconformity. The former, of Upper Permian age, is globally thickening and coarsening upwards ; the later, of Lower (?) Triassic age, is evolving in an opposite way. Stratification types and paleocurrents studies, grain size analysis and morphometric techniques, allow, in conjunction with petrographic-mineralogical data and ichnofacies, to recognize the source areas and to specify the depositional dynamics and the weathering conditions.

Permian sedimentation began with the piling up of fine deposits in a subsiding playa lake basin, which was finally overrun by alluvial fan sediments, coming from the South (Tanneron-Estérel area), under a semi-arid tropical climate. After an arid episode, fluvial supplies started again, coming from a new source area, located to the North-West. The channels, braided and highly wandering at first, became more steady later, and left between them many zones subjected to pedogenesis. By rising of the base level, this landscape was finally drowned under a sheet of freshwater, before the ingress of the Middle Triassic evaporitic sea.

* Lab. Géol. Ensembles Sédimentaires, Univ. Nancy I, B.P. 239, 54506 Vandoeuvre-lès-Nancy Cedex

** Institut Dolomieu, rue Maurice Gignoux, 38031 Grenoble Cedex

*** Direction Nle de la Géologie et des Mines, B.P. 223, Bamako - Mali.

INTRODUCTION

Situé au Nord-Nord Est de la zone subalpine de Haute Provence, le Dôme de Barrot apparaît comme une "boutonnière" permo-triasique, entre Mercantour-Argentera et Tanneron--Estérel, localisée sur un large brachyanticlinal légèrement déjeté vers le Sud.

I - LA SERIE STRATIGRAPHIQUE

A - Le Permien (Fig. 1a)

Sa stratigraphie est bien connue depuis les travaux de P. BORDET (1950), A. FAURE-MURET (1955), J. VERNET (1963), H. TRAORE (1976) et Ch. VINCHON (1984). D'une épaisseur atteignant près de 1 000 m, il se présente sous trois faciès attribués au Permien supérieur :

- Le faciès des pélites rouges (BORDET), ou Formation du Cians (VINCHON), est l'équivalent de la série de Capeiroto de l'Argentera (FAURE-MURET). Ces pélites sont massives, mal litées, et il s'y intercale des niveaux plus durs formant relief : ce sont des passées centimétriques ou décimétriques de tufs cinéritiques, de microbrèches volcaniques, roses ou violacés, à rides d'oscillations et fentes de dessiccation ; on note aussi la présence de travertins.

- Vers le sommet de la série, les tufs envahissent les pélites rouges : c'est alors la Formation de la Roudoule (VINCHON).

- La Formation de Léouvé (VINCHON), bien développée au Sud du Dôme de Barrot, constitue la partie terminale du Permien. Dans les pélites tendres s'intercalent des niveaux de cendres volcaniques, des conglomérats polygéniques et des arkoses rouges grossières. Cette formation s'amincit très vite vers l'Ouest, le Nord et l'Est.

B - Le Trias détritique (Fig. 1b)

La série détritique de base, puissante de 70 m en moyenne, à faciès Buntsandstein (AVRIL et DURAND, 1986), n'est pas encore datée paléontologiquement. Classiquement attribuée au "Werfénien" (BORDET, 1950 ; RICHARDS, 1981), elle pourrait cependant être, pour une grande part, d'âge un peu plus récent (COUREL *et al.*, 1984). Elle se retrouve, avec des caractères sédimentologiques très voisins, le long de la bordure du Mercantour ; c'est pourquoi une subdivision lithostratigraphique commune peut être proposée (AVRIL) :

- La Formation de Berthéou est localisée (en amont du Pont de Berthéou, haute vallée du Var) dans une paléovallée ravinant divers niveaux de la Formation de Léouvé. Puissante d'une dizaine de mètres, elle est principalement composée de grès fins, bien classés, roses à gris.

- La Formation des Roberts, qui apparaît généralement dans le paysage sous forme de falaises, hautes de 10 à 30 m, est définie de part et d'autre du pont sur le Var, à l'entrée des gorges de Daluis. Elle débute systématiquement par le "conglomérat de base" des anciens auteurs, qui repose indifféremment sur la formation précédente par passage graduel, ou sur n'importe quel terme du Permien par l'intermédiaire d'une surface d'abrasion. Les modalités de son passage aux grès grossiers sus-jacents, gris, en bancs épais et réguliers, constituant la masse principale, sont très diverses.

- La Formation de Rimplas est définie à l'Est de la moyenne Tinée, près du village du même nom. Elle est caractérisée par l'apparition brutale de carbonates, sous forme d'imprégnation diffuse ou de concrétions, en relation plus ou moins directe avec des paléosols. Sur 10 à 25 m, les grès grossiers et mal classés, souvent brunâtres, alternent avec des niveaux fins, verts à violets.

- La Formation de Fromagine ("Werfénien supérieur" de P. BORDET) est définie au Sud du Mercantour, près des Granges de Fromagine (haute vallée du Cayros, commune de Saorge). Puissante de 20 à 35 m, elle est principalement constituée de siltites rouges, alternant à la base avec des bancs de grès fins, et passant au sommet, sur quelques mètres, à des lits carbonatés jaunes. Le toit est marqué par un niveau de disharmonie tectonique sous les cagneules inférieures, attribuées à l'"Anhydrit Gruppe".

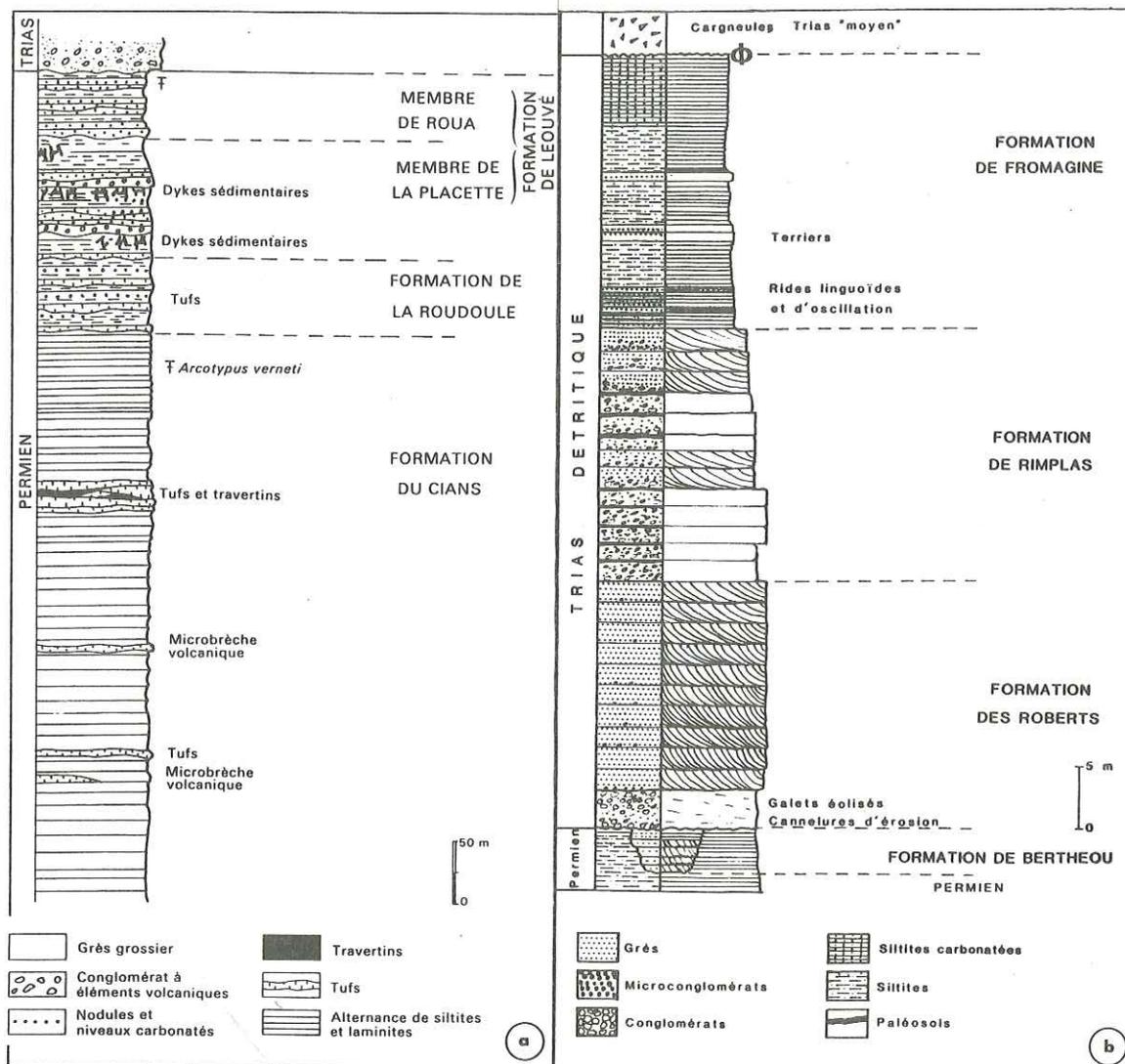


Fig. 1. - Coupes synthétiques du Permien (d'après VINCHON, 1984) et du Trias détritique (G. AVRIL) du Dôme de Barrot.

II - APERCU TECTONIQUE

Malgré la discordance qui les sépare, le Permien et son tégument de Trias détritique ont un comportement mécanique homogène (VERNET, 1958). Au delà de la limite septentrionale du Dôme de Barrot, leur plissement intense amena certains auteurs à envisager un raccourcissement du socle entre Argentera et Barrot qui serait ainsi chevauché sur son bord nord-est (JAMES, 1976). Les failles orientales, inverses et à très fort rejet, correspondent à un système en compression, celles situées à l'Ouest, à un régime en distension : faisceau du Var allongé suivant une direction SW-NE. Le bombement du Dôme de Barrot serait tardif : messinien ou, peut-être, plus récent encore.

ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE

I - STRATONOMIE ET EVOLUTION DU BASSIN

A - Les dépôts permien (TRAORE, 1976)

- Les pélites rouges du Cians forment des séquences rythmiques, monotones, de sédiments fins, rouges, sans litage apparent, s'achevant parfois par des niveaux très fins, verdâtres, qui évoquent des sols très peu évolués. Leur surface est généralement modelée par des pistes et des terriers de vers, des rides d'oscillation de faible amplitude, des traces de gouttes de pluie et des fentes de dessiccation délimitant des prismes polygonaux, parfois versicolores (violets au centre, verdâtres puis rougeâtres vers la périphérie).

Cet ensemble de caractère évoque une sédimentation calme, en milieu continental oxydant, sous une faible tranche d'eau intermittente, dans un bassin fermé, alimenté par des courants de faible énergie. L'épaisseur et la régularité de la série impliquent une subsidence continue.

- Le faciès de Léouvé montre une suite de séquences rythmiques rouges, décimétriques (30 à 90 cm), positives, groupées en mésoséquences de 1 à 3,3 m d'épaisseur. La base des séquences est conglomératique et arkosique ; leur structure entrecroisée correspond à des chenaux divagants et à un dépôt de haute énergie ; leur sommet, silto-argileux et verdâtre, est marqué par des fentes de retrait et des terriers d'Annélides, à cortex finement cristallisé et coeur rempli d'éléments détritiques auxquels se mêle parfois de la barytine.

L'ensemble de ces critères caractérise un bassin peu profond où l'influence continentale est prépondérante. Le *Clastic-Shale Ratio* est inférieur à 1 au NNE du Dôme de Barrot, supérieur à 1 au SW : un sens des apports du SSW vers le NNE peut donc déjà être envisagé.

B - La surface infratriasique

En dehors du vallon de Berthéou, la surface infratriasique est, dans l'ensemble, remarquablement aplanie. Dans le détail elle présente toutefois une micromorphologie très particulière.

Il s'agit parfois de petits arrachements en marches d'escalier, montrant que les siltites permiennes étaient déjà compactées et affectées par une première famille de diaclases lors de son façonnement.

Plus souvent elle est sillonnée de grandes cannelures d'érosion grossièrement parallèles, mais légèrement sinueuses et parfois bifurquées, dont la profondeur peut dépasser 20 cm et dont la longueur est telle que leurs extrémités affleurent rarement. Les galets qui les ont creusées constituent la plus grande part de leur remplissage. Dans la nature actuelle, de telles figures peuvent se former aussi bien sous l'action des vagues, en domaine intertidal, que sous l'action du courant, dans le lit des torrents (ALLEN, 1982).

C - Les dépôts triasiques (AVRIL, 1985)

- A la base de la Formation de Berthéou, les grès, à litages obliques tabulaires, composent, avec les siltites, des séquences positives. Vers le sommet, sur plusieurs mètres, toute trace de stratification disparaît au sein de grès homogènes.

- Dans le "conglomérat de base" de la Formation des Roberts, les litages sont peu nets : tantôt subhorizontaux, tantôt en faisceaux tabulaires. La dérive granulométrique verticale, d'abord positive, s'inverse fréquemment vers le sommet. Ces caractères ont souvent été décrits en domaine fluviatile, au sein de barres longitudinales.

Les grès formant la masse principale montrent une structure uniforme sur l'ensemble du massif : séquences métriques, composées de faisceaux à litage oblique tabulaires de progradation, s'achevant localement par de petits faisceaux arqués et de minces lits argileux. Les directions d'écoulement sont remarquablement constantes : sur les falaises où les pendages apparents des feuillettes sont les plus forts, ils sont tous dirigés dans le même sens.

- Dans la Formation de Rimplas, la stratification, plus ou moins effacée par la bioturbation, est souvent moins apparente. Le type tabulaire de progradation, à litages moins inclinés que précédemment, reste d'abord dominant. Mais vers le haut, les faisceaux arqués sont plus nombreux et de plus grande taille, associés à quelques faisceaux tabulaires d'accrétion latérale. Des linéations de délit apparaissent sur les feuillets les moins pentés.

Corrélativement au développement des faciès fins, les figures de base de banc deviennent fréquentes : traces d'affouillement en ogive (*flutes*), traces de traînage (*grooves*), de rebond (*bounce-casts*) et de butée (*prod-casts*). Leurs orientations, variées, ne montrent cependant pas de changement de sens des courants.

Un niveau à *convolute bedding*, affectant différents faciès sur quelques décimètres, a été reconnu dans plusieurs coupes ; il pourrait traduire une phase d'activité sismique.

- Le style de stratification change brutalement avec la Formation de Fromagine. Les bancs gréseux ne montrent plus qu'un litage horizontal, pouvant passer verticalement à de petits faisceaux arqués. Ces derniers, dont la morphologie externe est souvent conservée, résultent tantôt de l'action des courants (rides linguoïdes), tantôt de celle des vagues (rides d'oscillation de longueur d'onde et d'amplitude très faibles). Des fentes de dessiccation, déjà apparues dans les zones les moins riches en paléosols de la formation précédente, témoignent de courtes périodes d'assèchement.

Dans les faciès carbonatés sommitaux, de très rares moulages de cubes de sel constituent les premiers indices d'influence marine.

II - TRACES D'ACTIVITE BIOLOGIQUE ET ENVIRONNEMENTS DE DEPOT (AVRIL et DURAND)

Le Permien n'a livré que quelques terriers verticaux, courts, de type *Skolithos*. Dans le Trias, les fossiles corporels se réduisent à quelques fragments végétaux flottés (*Equisetites* en particulier), mais les traces d'activité biologique sont significatives.

La mise en évidence de paléosols évolués dans la formation de Rimplas suffirait à écarter, au moins à ce niveau, l'hypothèse d'un environnement marin proposée par M. T. RICHARDS (1981). L'analyse des traces d'activité animale, peu diversifiées, qui se rencontrent à tous les niveaux de la série, avec une densité maximale vers sa partie moyenne, confirme la permanence d'un environnement continental : ichnofaciès à *Scoyenia*.

A la base des bancs gréseux l'ichnogenre caractéristique domine largement, souvent accompagné de tubes verticaux qui semblent devoir être interprétés comme des traces de fuite. Dans les faciès silteux ce sont essentiellement des terriers subhorizontaux en J, présentant de grandes analogies avec le genre *Fuersichmus*, décrit dans le Trias continental du Groenland (BROMLEY et ASGAARD, 1979). Occasionnellement ont pu être également identifiés : *Muensteria*, *Planolites* et *Pelecypodichnus* ; P. BORDET (1950) a en outre figuré quelques empreintes de pas de Reptiles (*Chirotherium*).

III - ANALYSE GRANULOMETRIQUE ET DEFINITION DE L'AGENT DE DEPOT FINAL (TRAORE)

Une étude granulométrique comparative a été entreprise sur les arkoses permienne et les grès triasiques. Les résultats sont présentés de manière simplifiée sous forme de diagrammes Q1-Md-Q3 de D. J. DOEGLAS (Fig. 2).

A - Les arkoses de la Formation Léouvé

Le diagramme de Doeglas est assez dispersé ; les courbes de fréquences cumulées ont une pente faible à moyenne. Les courbes de fréquences simples montrent généralement deux ou plusieurs modes, rarement un seul.

L'hétérométrie (Hé) de A. CAILLEUX variant de 0,52 à 1,00 avec une médiane de 0,70, le QdPhi de W.C. KRUMBEIN (0,61 à 1,67 - médiane 0,87), le coefficient de classement (So) de P.D. TRASK (1,52 à 3,05 - médiane 1,70) et l'asymétrie (Sk) de TRASK (0,26 à 1,06 - médiane 0,79) caractérisent des sédiments hétérométriques, mal à très mal classés, très immatures, correspondant à des dépôts continentaux, fluviaux, de cours d'eau rapides, dont les apports multiples, non homogénéisés, indiquent la proximité de la province distributrice.

B - Les grès de la Formation des Roberts

Le diagramme de Doeglas est nettement moins étalé. Les courbes de fréquences cumulées ont une pente assez redressée. Comme dans le Permien, les courbes de fréquences simples sont généralement bi- ou plurimodales, plus rarement unimodales.

Hé variant de 0,30 à 0,75 avec une médiane de 0,52, QdPhi (0,42 à 0,85 - médiane 0,65), So (1,35 à 1,77 - médiane 1,58) et Sk (0,21 à 1,28 - médiane 0,91) caractérisent des sédiments homométriques, bien classés, mais encore relativement immatures, correspondant à des cours d'eau rapides, plus longs que précédemment, mais où les apports multiples sont encore mal homogénéisés.

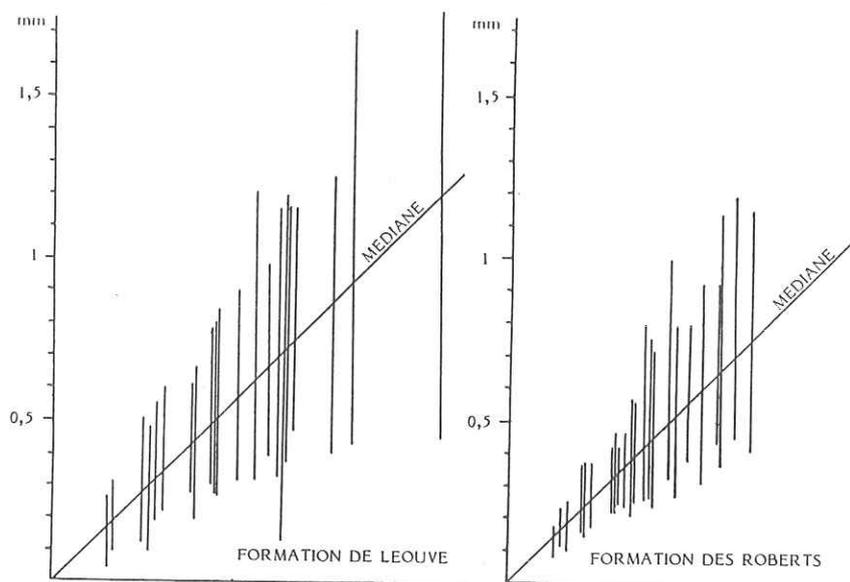


Fig. 2. - Diagrammes granulométriques Q_1 - Md - Q_3 de DOEGLAS.

IV - MORPHOMETRIE DES ELEMENTS ET DEFINITION DES AGENTS DE TRANSPORT ET D'USURE

A - Les fractions sableuses permienues et triasiques

L'usure des grains de quartz a été étudiée systématiquement dans les arkoses de la Formation de Léouvé et dans les grès de la Formation des Roberts à l'aide de l'indice d'émoussé (Ié) de A. CAILLEUX. Parallèlement les indices d'arrondi de W.C. KRUMBEIN, obtenus à l'aide de la charte *Sphericity/Roundness* de KRUMBEIN et SLOSS (1963), ont permis le calcul de l'indice d'usure (I_u = Nombre de grains d'indice supérieur à 0,5 / Nombre de grains d'indice inférieur à 0,5).

- Dans les arkoses permienues, les grains sont très peu usés : pour l'indice d'émoussé, les médianes varient de 121 à 137 et les modes de 100 à 150 ; l'indice d'usure varie de 0,124 à 0,160. Les grains moyennement usés sont peu abondants et il n'y a pas de grains très usés : l'agent de transport et d'usure était de type fluvial court. La proportion des grains d'usure moyenne, par rapport aux grains non usés, est plus forte au Nord qu'au Sud. On en déduit un sens des apports du Sud vers le Nord, à partir d'une zone nourricière, assez proche, située au Sud du Dôme de Barrot.

- Dans les grès triasiques, les grains sont, dans l'ensemble, nettement plus usés : les médianes de l'indice d'émoussé varient de 163 à 333 et les modes majeurs de 150 à 300 ; l'indice d'usure varie de 0,43 à 1,63. A la différence du cas précédent, aucune évolution régionale sensible n'apparaît ; en revanche tous les histogrammes montrent une distribution bi- ou trimodale. Ce mélange montre la diversité des apports fluviaux, en provenance d'une province distributive plus éloignée qu'au Permien.

B - Les galets du "conglomérat de base" triasique

- Les indices d'éroussé (Ié) et d'aplatissement (Ap) de A. CAILLEUX sont présentés de manière synthétique sur le diagramme conjugué Ap/Ié de J. TRICART (Fig. 3a). La plupart des points représentatifs sont assez bien groupés dans le domaine le plus caractéristique d'une usure fluviale. Ils montrent une nette tendance de corrélation négative entre éroussé et aplatissement, qui s'accorde bien avec ce diagnostic (TRICART et VONFELT, 1955).

Les médianes des indices d'éroussé indiquent un transport relativement long, mais aucune évolution régionale ne permet d'en déterminer le sens. Les faibles valeurs d'éroussé correspondent, non pas aux galets les moins usés, mais à des galets ayant acquis, secondairement, un façonnement éolien typique, avant leur dernier remaniement par l'eau.

La modalité, éminemment variable, des courbes de fréquences des indices d'aplatissement révèle la pluralité d'origine des matériaux, soulignée par la prédominance locale de formes particulières : plus bombées que la moyenne à l'extrémité nord-est du massif, anormalement plates aux mines du Cerisier, près de Léouvé.

- La localisation des indices de triage (P) de J.-Y. THEBAULT (1969) sur le diagramme des variations de P(L/l) en fonction de P(L/E) confirme que le dépôt des galets s'est effectué comme le transport, en milieu fluviale (Fig. 3b).

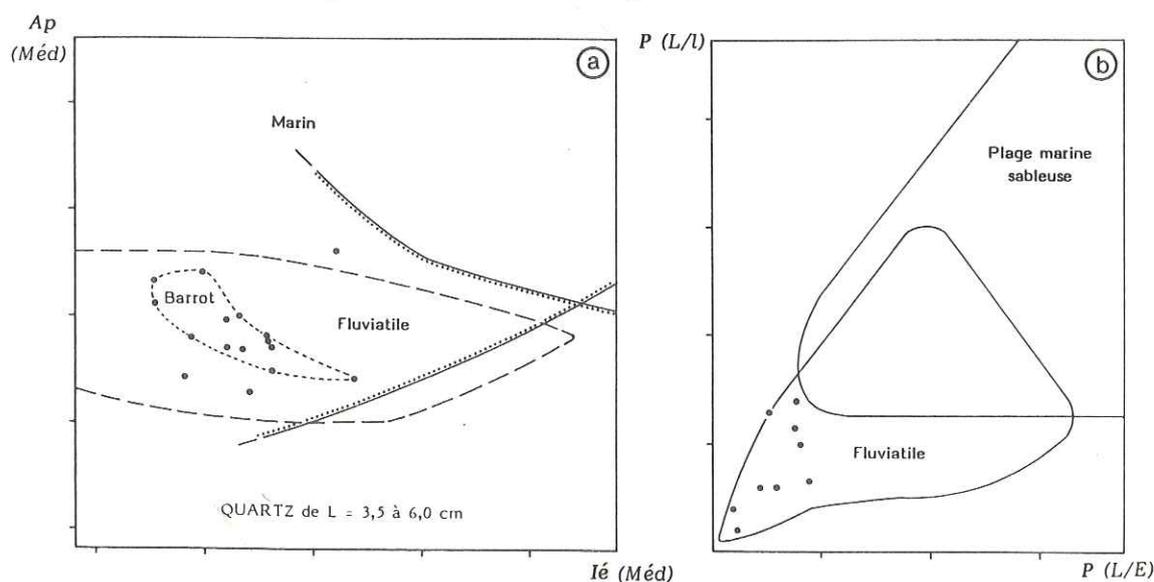


Fig. 3. - Interprétation de la morphologie des galets du "conglomérat de base" triasique :

- a - Détermination du milieu de façonnement par conjugaison des indices d'éroussé et d'aplatissement (G. AVRIL).
- b - Détermination du milieu de dépôt par conjugaison des indices de triages de Thébault (H. TRAORE).

V - RECHERCHE DE LA PROVINCE DISTRIBUTIVE

La localisation de la province distributive peut être retrouvée essentiellement par l'étude de l'orientation des paléocourants et sa nature reconstituée par l'étude pétrographique des apports détritiques.

A - Paléocourants et localisation de la zone nourricière

1) AU PERMIEN

Des chenaux d'axe Sud-Nord sont fréquents dans les conglomérats du Permien supérieur à faciès Léouvé. Rappelons également que l'analyse séquentielle et l'analyse morphométrique des sables ont dégagé un sens de transport des matériaux du SSW vers le NNE.

2) AU TRIAS (Fig. 4 : AVRIL et DURAND)

Les orientations de plus d'une centaine de cannelures d'érosion, réparties sur l'ensemble du massif, indiquent des écoulements de direction peu fluctuante (autour d'une moyenne N129°E) à la base de la Formation des Roberts. L'évolution régionale de la taille des plus gros galets du "conglomérat de base" s'accorde bien avec cette information. Elle permet en outre de préciser le sens des courants : du NW vers le SE, et de localiser une zone d'apports particulièrement grossiers en amont du Pont de Berthéou.

Près de 200 mesures de pendage réel sur feuillets de stratification oblique, traitées selon les méthodes exposées par M. DURAND (1978), confirment la permanence d'un système de paléocourants semblables lors de la mise en place des grès surincombants (Formations des Roberts et de Rimplas) ; la direction moyenne (N150°E) marque cependant une légère rotation par rapport à l'épisode précédent.

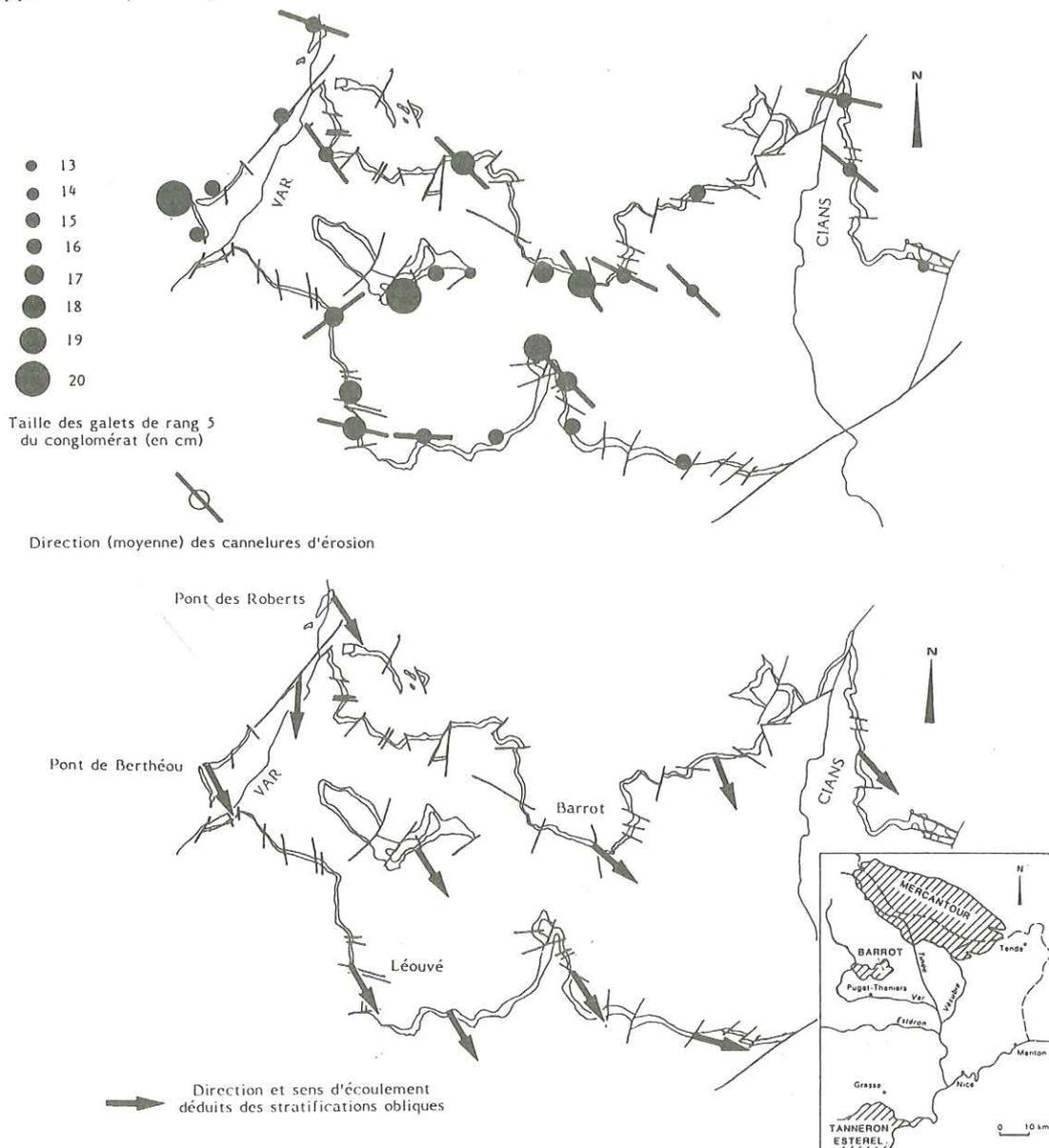


Fig. 4 - Indicateurs de paléocourants dans le Trias du Dôme de Barrot.

Dès la Formation de Rimplas, les figures de base de banc montrent une nette déviation vers l'Est par rapport aux structures de grande taille, et dans la Formation de Fromagine, les rides linguoïdes sont dirigées préférentiellement vers l'ENE. Il est peu probable que cette déflexion résulte d'une évolution de la morphologie du bassin ; elle pourrait être induite par les vents locaux dominants, qui seraient de secteur SSW d'après les rides d'oscillations associées (CLEMMENSEN, 1979).

En conclusion, il apparaît clairement qu'au Trias le domaine nourricier de la couverture détritique du Dôme de Barrot n'est plus le même qu'au Permien : il doit maintenant être recherché vers le Nord-Ouest.

B - Pétrographie et nature de la zone nourricière (PERRIAUX, TRAORE et USELLE)

1) AU PERMIEN

Dans les arkoses, les quartz (47 %) sont soit anguleux, ou engrenés, à extinction roulante (gneiss ou granite tectonisé, quartzites), soit automorphes à golfes de corrosion (roches volcanique). Les feldspaths potassiques (15 %) sont souvent altérés en illite et pigmentés d'oxydes de fer ; les plagioclases (21 %) sont surtout représentés par de l'andésine, souvent épigénisée en calcite ou dolomite. La biotite et la muscovite sont rares ; la séricite, abondante (15 %), constitue la majeure partie de la matrice, cimentée par des oxydes de fer et quelques traces de dolomite.

Les minéraux lourds montrent une usure faible, confirmant la proximité de la zone nourricière.

Le cortège zircon incolore de type migmatitique, tourmaline, apatite, anatase octaédrique et disthène, révèle une origine cristallophyllienne (gneiss). Le cortège zircon rose pâle de type rhyolitique, tourmaline, apatite, rutile et monazite, est issu des granites. Le cortège zircon incolore de type "diorite quartzique", tourmaline, hornblende verte, magnétite, monazite et apatite, provient de diorites quartziques. Le cortège de zircon de type rhyolitique, tourmaline, hématite, monazite, anatase en tablettes et octaèdres, caractérise les rhyolites. Le cortège zircon migmatitique et rhyolitique, tourmaline, monazite, magnétite, anatase en tablettes, tire son origine de roches volcaniques basiques.

Dans les conglomérats, les galets de rhyolite fournissent de précieuses indications, car on y retrouve les faciès décrits par M. BOUCARUT (1971) : pyromérides potassiques fluidales, rhyolites potassiques ignimbritiques et rhyolites potassiques bréchiques porphyriques (rhyolites fluidales).

En conclusion, le matériel détritique du Permien supérieur provient du démantèlement d'un massif cristallin (Tanneron ?) ayant subi des contraintes tectoniques, et affecté d'un volcanisme acide, analogue à celui connu dans l'Estérel.

2) AU TRIAS

Dans le "conglomérat de base", les galets, qui peuvent atteindre près de 30 cm de long, sont en très grande majorité des quartz filoniens. Les types accessoires les plus courants consistent en quartzites métamorphiques, pegmatites avec ou sans tourmaline, brèches magmatiques acides, tourmalinites et bois silicifiés, noirs, de type *Dadoxylon*.

Les grès gris, à texture jointive, ont un ciment peu abondant, argileux et légèrement dolomitique. Les quartz (60 %) sont engrenés, à extinction roulante. Les feldspaths potassiques (17 %) sont assez frais ; les plagioclases (7 %) sont damouritisés et altérés en carbonates. La muscovite est peu abondante (0,5 %), la biotite rare, et la séricite importante (11 %).

Les grès rouges ont une texture empâtée par une abondante matrice argileuse, carbonatée et riche en oxydes de fer. Les quartz (50 %) sont engrenés, à extinction roulante. Les orthoclases (11 %) sont fréquemment altérés et pigmentés d'oxydes de fer ; les plagioclases (10 %) sont damouritisés et altérés en calcite et dolomite. La muscovite est peu abondante (0,5 %), la biotite absente et la séricite très importante (25 %).

Les minéraux lourds présentent un émoussé supérieur à celui des minéraux permien ; ils ont donc subi un transport plus important. On y retrouve les cortèges caractéristiques des roches cristallophylliennes (gneiss) et des roches plutoniques (granites et diorites quartziques). Le cortège des roches volcaniques acides (rhyolites) fait totalement défaut et celui des roches basiques est très rare.

En conclusion, l'apport volcanique cesse avant le dépôt du Trias. La fraction arénitique provient ensuite de roches cristallines acides, lardées de filons de quartz et de pegmatites qui ont fourni des galets. Une partie des matériaux paraît cependant recyclée de dépôts sédimentaires préexistants.

VI - ESSAI DE RECONSTITUTION DES CLIMATS

Le problème se pose à deux niveaux : sur le massif nourricier et dans le bassin de sédimentation. L'altération de certains minéraux fragiles (micas, feldspaths), la nature des argiles et la couleur des sédiments sont autant de critères pour parvenir à cerner la question.

A - Les données minéralogiques

Les micas sont rares. Les muscovites sont assez fraîches. Les biotites ont été altérées après leur dépôt : dans les faciès rouges, les oxydes de fer d'exsudation ont envahi les clivages et forment une auréole autour des grains. Dans les grès gris, elles paraissent moins altérées, par suite du lessivage de ces oxydes, mais leurs teintes trahissent un degré d'oxydation élevé.

Les feldspaths sont abondants, en particulier dans les arkoses permienes, où ils sont déjà altérés. Dans les grès triasiques, l'altération est encore plus poussée, notamment dans les faciès rouges associés aux paléosols ; elle affecte plus particulièrement les plagioclases.

Dans les argiles, il est difficile de faire la part entre les minéraux hérités et les minéraux de transformation ou de néoformation. Néanmoins, la présence constante d'illite ouverte, accessoirement accompagnée de chlorite et d'interstratifiés C-V et I-C-M, suggère un climat légèrement hydrolysant. La présence occasionnelle de montmorillonite implique un certain confinement du bassin de sédimentation.

B - Les couleurs

1) La couleur rouge

Elle est liée à l'hématite présente, à l'état très finement divisé, dans le ciment des arkoses et des faciès silto-pélimitiques. Comme dans toutes les séries rouges, l'origine de ce pigment est toujours controversée ; des travaux sont en cours (G. NGUYEN VAN TRI).

En 1971, M. BOUCARUT démontrait que les séries volcaniques rouges de l'Estérel avaient acquis leur coloration par dévitrification des rhyolites potassiques, suivie par la libération du pigment hématitique rouge. Compte tenu de la zone nourricière mise en évidence précédemment, une partie de l'hématite colorant les sédiments permienes du Barrot pourrait donc être héritée.

En revanche dans le Trias, où se rencontrent pourtant des faciès très comparables à ceux de la Formation du Cians, cette origine est fort peu vraisemblable. L'état des biotites permet de supposer une rubéfaction sur place, liée à l'altération météorique précoce ou à la diagenèse.

Bien que dans la plupart des cas, la diagenèse entraîne une couleur uniforme, cette seconde hypothèse ne peut être écartée *a priori*. En effet la teinte gris clair de la plupart des grès triasiques les plus poreux semble bien résulter d'un lessivage tardif par des circulations épigénétiques : la teinte rouge préexistante est d'ailleurs souvent conservée au coeur des intercalations argileuses les plus épaisses, dont la teinte dominante est grise.

2) Les couleurs verte et violette

Divers niveaux des séries étudiées présentent de nombreuses variations, verticales et latérales, de couleur rouge, verte et violette ; celles-ci ne peuvent donc résulter d'une modification des apports.

Les teintes vertes sont liées à des phyllosilicates où le rapport Fe^{+++}/Fe^{++} est relativement élevé, et la teinte violette à l'hématite en grains relativement gros : quelques microns (DURAND, 1975). C'est pourquoi ces deux teintes ont généralement mieux résisté au lessivage. La genèse des silicates ferrifères et la recristallisation de l'hématite ne peuvent se concevoir sans une phase de mobilisation du fer, ce qui correspond à des conditions réductrices. Les deux teintes sont ainsi caractéristiques d'anciens sites topographiques mal drainés, où ont pu se développer des sols hydromorphes : pseudogleys à engorgement temporaire ou gleys à engorgement permanent, sans signification climatique précise.

C - Conclusions

Au Permien la province d'origine, dont l'altitude élevée compensait les effets de la basse latitude, était soumise à un climat peu hydrolysant, puisqu'elle fournissait des feldspaths en grande quantité, un peu de biotite et même quelques hornblendes.

Dans le milieu de sédimentation on devait avoir un climat hydrolysant ménagé du type tropical sec ou méditerranéen chaud avec une saison humide et une autre sèche : la saison humide provoquait la libération du fer par hydrolyse des ferro-magnésiens et la période sèche, dont témoignent de nombreuses fentes de dessiccation, fixait ce fer sous forme d'oxydes rouges. Dans ce bassin, alternativement inondé et asséché, des flaques permanentes développaient la couleur verte ou violette liée aux sols hydromorphes et à la matière organique. Un léger confinement général favorisait la formation et la conservation d'illite, de chlorite, de montmorillonite et de calcite.

Au début du Trias, le climat a dû être particulièrement aride pendant une certaine période, comme en témoignent les galets éolisés, remaniés à la base des premiers dépôts. Cet épisode, déjà mis en évidence en Provence (Poudingue de Port-Issol) correspondrait au "Buntsandstein moyen" du Sud-Est du Bassin germanique (COUREL *et al.*, 1984).

La sédimentation fluviale triasique marque un retour à des conditions climatiques semi-arides, voisines de celles du Permien. Les encroûtements carbonatés pédologiques de la Formation de Rimplas en constituent l'indice le plus sûr ; leur localisation verticale ne résulte que d'un concours favorable des conditions de stabilité tectonique, de chimisme des solutions et de dynamique sédimentaire, nécessaire à leur formation et leur fossilisation.

CONCLUSION GENERALE

Cette étude permet de reconstituer la paléogéographie et l'histoire sédimentaire du Dôme de Barrot à la fin du Permien et au début du Trias.

Nourri par un massif situé vers le Sud (Provence cristalline ou massif corso-sarde non encore disjoint), le Permien supérieur correspond à une sédimentation péritique tranquille en milieu continental oxydant, sous la faible tranche d'eau intermittente d'un bassin de type playa, alimenté par des chenaux fluviaux divagants, de faible énergie. Vers la fin du Permien cette sédimentation est troublée, surtout au Sud, par l'arrivée depuis l'Estérel, de cendres volcaniques, d'arkoses et de conglomérats riches en galets de rhyolites, qui se déposent dans un bassin un peu plus ouvert, mais toujours continental et subsident. Sur ce glacis, alternativement sec et humide, parce que soumis à un climat hydrolysant ménagé de type tropical sec, la couleur rouge se développe abondamment tandis que dans les "flaques" commencent à se former des sols hydromorphes verts ou violets.

Au Permien terminal, et plus probablement au début du Trias, s'élabore une surface d'érosion remarquablement aplanie. C'est probablement au cours de cette période qu'ont été façonnés, un peu plus à l'Ouest, les galets éolisés témoignant d'une phase d'aridité nettement plus marquée.

La reprise de la sédimentation détritique, liée à un retour à des conditions climatiques moins rigoureuses, est précédée de ravinements locaux. Les apports, plus matures qu'au Permien, viennent maintenant du Nord-Ouest, depuis un massif comportant des roches sédimentaires et plutoniques acides, mais dépourvu de roches volcaniques (Dorsale delphino-durancienne). Les écoulements fluviaux restent d'abord canalisés dans une paléovallée. Le régime hydrodynamique augmente ensuite brutalement. Il permet un épandage de gros galets par l'installation d'un réseau de chenaux en tresse, encombrés de barres d'abord longitudinales puis lingoïdes ou transversales, qui divagent sur l'ensemble de la plaine. Ensuite les chenaux ont tendance à se stabiliser, laissant entre eux des zones longtemps émergées, soumises à une pédogenèse de type semi-aride. Puis l'élévation du niveau de base se traduit par l'installation d'une nappe d'eau étendue, s'écoulant lentement, entre des îles temporaires, d'abord vers l'Est puis l'ENE.

L'arrivée de la mer évaporitique du Trias moyen, sur ce domaine, marque la fin de l'histoire continentale permo-triasique, par simple passage à une sédimentation chimique.

- ALLEN J.R.L. (1982). - Sedimentary structures : their character and physical basis. - *Developments in Sedimentology*, 30 - Elsevier, Amsterdam, 2 vol., 663 p.
- AVRIL G. (1985). - Etude sédimentologique du Buntsandstein du Dôme de Barrot dans la région de Guillaumes et de Daluis. - Rapport D.E.A. Univ. Nancy I, 69 p., 55 fig.
- AVRIL G. et DURAND M. (1986). - Confirmation de l'origine continentale du "Buntsandstein" du Dôme de Barrot (Alpes Maritimes). 11ème Réun. Ann. Sci. Terre, Clermond-Ferrand, p. 6.
- BORDET P. (1950). - Le dôme permien de Barrot (Alpes Maritimes) et son auréole de terrains secondaires. - *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 228, t. 48, pp. 51-89.
- BOUCARUT M. (1971). - Etude volcanologique et géologique de l'Estérel (Var, France). - Thèse Sci., Nice.
- BROMLEY R. et ASGAARD U. (1979). - Triassic freshwater ichnocoenoses from Carlsberg Fjord, East Greenland. - *Paleogeogr., Paleoclim., Paleoecol.*, Amsterdam, 28, pp. 39-80.
- CAILLEUX A. et TRICART J. (1963). - Initiation à l'étude des sables et des galets. - C.D.U., Paris, 3 vol., 765 p.
- CLEMMENSEN L.B. (1979). - Triassic lacustrine red-beds and palaeoclimate : The "Buntsandstein" of Helgoland and the Malmros Klint Member of East Greenland. - *Geol. Rundsch.*, B. 68, H. 2, pp. 748-774.
- COUREL L. (coord.) et al. (1974). - Trias in DEBRAND-PASSARD S. et al., Synthèse géologique du Sud-Est de la France. - *Mém. B.R.G.M.*, n° 125, pp. 61-118.
- DOEGLAS D.J. (1968). - Grain-size indices, classification and environment. - *Sedimentology*, Amsterdam, vol. 10, 2, pp. 83-100.
- DURAND M. (1975). - Nature des colorations violettes et vertes de certains grès triasiques. - *C.R. Acad. Sci.*, Paris, (D), 280, pp. 2737-2740.
- DURAND M. (1978). - Paléocourants et reconstitution paléogéographique. L'exemple du Buntsandstein des Vosges méridionales. - *Sci. Terre*, Nancy, 22, 4, pp. 301-390.
- FAURE-MURET A. (1955). - Etudes géologiques sur le massif de l'Argentera-Mercantour et ses enveloppes sédimentaires. *Mém. Serv. Carte géol. Fr.*, 336 p.
- JAMES O. (1976). - Etude géologique des bordures du massif de l'Argentera et du Dôme de Barrot (Alpes Maritimes). Rapports socle-couverture et relations entre les minéralisations et la structure. - Thèse 3ème Cycle, Nice.
- KRUMBEIN W.C. et SLOSS L.L. (1963). - Stratigraphy and sedimentation. - Freeman, San Francisco, 2ème éd., 660 p.
- RICHARDS M.T. (1981). - Transgressive and progradational shoreline sequences developed on a high relief unconformity. The Lower Trias, Western Alps. - 2nd I.A.S. Eur. Meet., Bologne, Abstr., pp. 164-167.
- THEBAULT J.-Y. (1969). - Contribution à l'étude des formes des galets. - *Bull. B.R.G.M.*, Orléans, (2), IV, 2, pp. 1-104.
- TRAORE H. (1976). - Etude sédimentologie et géochimique du Dôme de Barrot (Alpes Maritimes, France). - Thèse 3ème Cycle, Grenoble, 148 p., 50 fig.
- TRICART J. et VONFELT J. (1955). - La signification paléogéographique des conglomérats oligocènes de la bordure vosgienne. - *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, Strasbourg, 8, 1, pp. 105-118.
- VERNET J. (1958). - Sur la tectonique du socle permo-werfénien du Dôme de Barrot. - *Trav. Lab. géol. Fac. Sci. Grenoble*, t. 34, pp. 219-290.
- VERNET J. (1963). - Remarques sur le Permien du Massif de l'Argentera et du Dôme de Barrot. - *Trav. Lab. géol. Fac. Sci. Grenoble*, t. 39, pp. 199-212.
- VINCHON Ch. (1984). - Sédimentogenèse et métallogenèse du Permien du Dôme de Barrot (Alpes Maritimes, France). Comparaison avec les ensembles permien voisins. - *Doc. B.R.G.M.*, n° 70, 444 p.