



HAL
open science

La sédimentation détritique au tertiaire dans le Bas-Dauphiné et les régions limitrophes

Gabrielle Latreille

► **To cite this version:**

Gabrielle Latreille. La sédimentation détritique au tertiaire dans le Bas-Dauphiné et les régions limitrophes. Stratigraphie. Université Claude Bernard - Lyon I, 1969. Français. NNT: . tel-00814770

HAL Id: tel-00814770

<https://theses.hal.science/tel-00814770v1>

Submitted on 17 Apr 2013

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.

numéro d'ordre 567

THESE

présentée

A LA FACULTE DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITE DE LYON

pour obtenir

LE GRADE DE DOCTEUR ES SCIENCES NATURELLES

par

Gabrielle LATREILLE

Maître-Assistant à la Faculté des Sciences de Lyon

LA SEDIMENTATION DETRITIQUE AU TERTIAIRE
DANS LE BAS-DAUPHINE ET LES REGIONS LIMITOPHES

Soutenu le 27 Juin 1969

devant la commission d'examen :

MM. J. FLANDRIN Président

L. DAVID

G. DEMARCQ Examineurs

Melle S. DUPLAIX

numéro d'ordre 567

THESE

présentée

A LA FACULTE DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITE DE LYON

pour obtenir

LE GRADE DE DOCTEUR ES SCIENCES NATURELLES

par

Gabrielle LATREILLE
Maître-Assistant à la Faculté des Sciences de Lyon

LA SEDIMENTATION DETRITIQUE AU TERTIAIRE
DANS LE BAS-DAUPHINE ET LES REGIONS LIMITOPHES

Soutenu le 27 Juin 1969

devant la commission d'examen :

MM. J. FLANDRIN	Président
L. DAVID	
G. DEMARCQ	Examineurs
Melle S. DUPLAIX	

Doyens Honoraires

MM. MOUSSA, GAUTHIER Henri, BRACONNIER

Professeurs Honoraires

MM. de LARAMBERGUE, SOLLAUD, MOUSSA, JAFFARD, EYRAUD Henri, DEJARDIN, VIRET, AUMERAS.

Doyen

M. J. BOLDIN

Assesseur

M. M. DUFAY

Professeurs

MM.	Minéralogie
M. PRETTE	Chimie industrielle
C. COURTY	Chimie-Physique
R. KUHNER	Botanique
G. MALECOT	Mécanique rationnelle et appliquée
R. PARIS	Chimie minérale
J. JANIN	Physique générale
R. FLANDRIN	Géologie appliquée
R. BERNARD	Physique industrielle
V. NISON	Zoologie expérimentale
H. GAUTHIER	Géologie
J. WAUTIER	Zoologie
J. CHOPIN	Chimie biologique
J. BRACONNIER	Calcul différentiel et intégral
J. CUEILLERON	Chimie
C. EYRAUD	Chimie appliquée
A. SARAZIN	Physique nucléaire
J. BOLDIN	Microbiologie et Mycologie
G. PERES	Physiologie
G. MESHARD	Electronique
R. GRANDMONTAGNE	Physique
A. BOUTILLIER	Minéralogie
J. LAFOUCRIERE	Physique nucléaire théorique
J. DREUX	Chimie organique
S. TEICHNER	Chimie industrielle
M. PAVARS de CECCATTY	Zoologie.
MM. J.C. MERLIN	Chimie analytique
M. DUFAY	Physique de l'Atmosphère
G. PHILBERT	Physique
R. COHEN-ADAD	Chimie
L. DAVID	Géologie
J. CHANEL	Psychophysiologie
G. MAURY	Méthodes Mathématiques de la
	Physique

J. DEPRAZ	Physique nucléaire
J. GAUTHIER	Chimie
F. GAUME	Physique
R. UZAN	Physique
J.M. LEGAY	Biologie animale
A. LAFORGUE	Physique
J. GERMAIN	Chimie
M. CHENEVOY	Pétrographie
J. BIGAY	Astronomie
Mme M. ERICSON	Physique
MM. G. DESCOTES	Chimie organique
M. LAMBERT	Physique nucléaire
P. ELOUARD	Géologie

Professeurs sans chaire

MM. R. FERON	Mathématiques
R. GINET	Zoologie
G. ASCH	Physique
P. MICHEL	Minéralogie
Mle M. MAITROT	Physique
MM. P. GEVIN	Géologie
D. PONASSE	Mathématiques
J. d'INCAN	Physique C.S.U.
P. LEFEBVRE	Mathématiques
R. PERNET	Mathématiques
R. CHERY	Physique
R. BERGEON	Physique C.S.U.
Mle D. GAUTHERON	Chimie biologique
MM. A. ERBEIA	Physique
Y. LEMOIGNE	Botanique
L. MARTEL	Mécanique
G. MICHEL	Biochimie
P. PICARD	Mathématiques
P. LEBRETON	Biologie végétale
J. TOUSSET	Chimie
E. COMBET	Mathématiques
J. DAVID	Biologie animale (Entomologie)

Maîtres de Conférences

MM. G. DEMARCQ	Géologie
R. SCHMITT	Physique
A. LAURENT	Chimie organique
A. ROT	Mathématiques
P. BETHOUX	Mathématiques
M. GUSAKOW	Physique
Mle G. THOMAS	Chimie minérale
MM. H. BUCHWALTER	Mathématiques C.S.U.
J. BOUZON	Mathématiques C.S.U.
J. COSNIER	Psychophysiologie
Mle D. LAMOURE	Biologie végétale
MM. M. PORTHAULT	Chimie C.S.U.
G. VALLET	Chimie macromoléculaire
Y. HAUGAZEAU	Mathématiques
R. ENAY	Géologie
P. BERTHET	Biologie végétale
J. BRUN	Biologie animale
J. DELMAU	Physique
E. EL BAZ	Physique-Electricité
R. FONTANGES	Physiologie

J. HUET	Chimie
P. REMOND	Mathématiques C.S.U.
P. JANIN	Mathématiques
C. ROHLA	Physique
C. DUPUY	Physique
M. CHASTRETTE	Chimie
J. PARIS	Chimie
J. DAILLIE	Biologie animale
J.P. LARIENT	Biologie végétale
Mle M.J. WORBE	Physiologie
MM. A. HOLLEY	Psychophysiologie
J.P. BURCQ	Physique
A. ROUX	Biologie animale
J. GORE	Chimie organique
P. DAZORD	Mathématiques
Mme P. TERRA	Biologie végétale
M. M. HACQUE	Mathématiques
Mme H. SIRUGUE	Physique
MM. G. BESSIS	Physique
J.N. MASSOT	Physique C.S.U.
A. BOUVIER	Physique
H. NEYRAND	Mathématiques
G. FONTAINE	Physique
E. PATTEE	Biologie animale
A. TRANQUARD	Chimie
A. SALMONA	Physique
Mle A. GOUNOT	Biologie végétale
R. OUZILOU	Mathématiques C.S.U.

Maître de Conférences adjoint

M. F. PIERRON	Chimie
M. J. BURNET	
M. A. ROUX	

Conseiller administratif

Secrétaire principal honoraire

Personnels exerçant leurs fonctions

à L' I. N. S. A. de L Y O N

Directeur : M. le Recteur P. LOUIS (par intérim)

Professeurs

MM. R. GELIN	Chimie organique
R. ARNAL	Electronique
M. PEYRON	Chimie-Physique
L. EYRAUD	Electricité-Electrotechnique
P. LAVIOLETTE	Biologie animale
H. PACHECO	Chimie biologique
E. PERNOUX	Optique
M. ROLIN	Thermodynamique chimique
M. GODÉT	Mécanique

Professeurs sans chaire

MM. R. GOUTTE	Electricité-Electrotechnique
J. BOUSQUET	Chimie minérale
C. GUILLAUD	Electricité-Electrotechnique
J. LAFON	Mathématiques (Mécanique)

Maîtres de Conférences

MM. M. CHEVRETON	Chimie (Mécanique)
B. CLAUDEL	Cinétique chimique
L. CRONENBERGER	Chimie biologique
C. DUC-MAUGE	Chimie Ière année
P. GOBIN	Métallurgie
J. GOLE	Chimie macromoléculaire
C. GUITTARD	Optique
J. JOUBERT	Mécanique
M. LALANNE	Mathématiques
B. LESPINASSE	Génie chimique
G. MONNIER	Chimie des Métaux
J.L. PETIT	Electrotechnique
MM. P. PINARD	Physique de la matière
M. RICHARD	Electricité - Electrotechnique
R. RIVIERE	Cristallographie
J. ROBIN	Chimie minérale industrielle
F. SALLES	Mécanique
L. SICARD	Mécanique
F. STOEBER	Microbiologie
Y. MARTINEZ	Electronique

Personnels exerçant leurs fonctions aux

I.U.T. de LYON et de SAINT-ETIENNE

I.U.T. - LYON - Directeur : M. L. FEUVRAIS

Professeur

M. L. FEUVRAIS

Physique

Maîtres de Conférences

MM. B. POUYET

Photochimie

A. VILLE

Biologie appliquée

M. GAILLARD

Électronique

A. BOUCHE

Informatique

P. TEULADE

Biologie appliquée

I.U.T. - SAINT-ETIENNE - Directeur : M. J-C MERLIN

Maîtres de Conférences

MM. A-L. COTTON

Génie électrique

M. DAILLER

Physique

Personnels exerçant leurs fonctions

à l'Ecole Centrale Lyonnaise

Professeur sans chaire

M. J. MATHIEU

Mécanique des Fluides

Professeur Associé

M. P. SZULKIN

Electronique

Maîtres de Conférences

Mle G. COMTE-BELLOT

Mécanique des Fluides

M. P. GUIRALDENQ

Métallurgie - Physique

Maîtres de Conférences associés

M. A. MOIROUX

Mécanique appliquée

M. H. HORGEN

Mécanique

Gabrielle LATREILLE

LA SEDIMENTATION DETRITIQUE AU TERTIAIRE

DANS LE BAS-DAUPHINE ET LES REGIONS LIMITOPHES

RESUME

Les dépôts détritiques tertiaires du Bas-Dauphiné, du Vercors et du S de la Chartreuse font l'objet d'une étude sédimentologique. La répartition granulométrique des sables, la nature et la répartition des principaux minéraux lourds soulignent le rôle primordial joué par les apports alpins dans le remplissage du bassin sédimentaire.

La comparaison entre ces dépôts et ceux du bassin molassique suisse permet de mettre en évidence l'apparition progressive dans le temps et du Nord vers le Sud des principaux éléments détritiques alpins dans la partie septentrionale du bassin rhodanien.

ABSTRACT

Bas-Dauphiné, Vercors and Southern Chartreuse the detritical tertiary deposits are the subject of a sedimentologic research. The granulometric distribution of the sands, the nature and the distribution of the principal heavy minerals underline the primordial role played by the alpin contributions to filling up the sedimentary basin.

The comparison between these deposits and those from the molass Swiss basin allows to show clearly the progressive appearance in time and from the north Southwards of the main detritical alpin elements in the northern part of the rhodanin basin.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Ablagerungen von tertiären Gesteintrümmern im niederen Dauphiné, Vercors als auch der südlichen Chartreuse sind Gegenstand einer Studie der Bodenschicht. Die Verteilung des körnigen Sandes, die Natur und die Verteilung der hauptsächlichsten Schwermineralien unterstreichen die Hauptrolle, welche die alpinen Zubringungen in der Auffüllung des Bodenschichtbeckens spielte.

Der Vergleich zwischen diesen Ablagerungen und denen des mollassischen schweizerischen Beckens erlaubt, die zeitlich zunehmende und von Norden nach Süden auftretende Erscheinung der hauptsächlichsten alpinen Ablagerungen im nördlichen Teil des rodanischen Beckens anschaulich zu machen.

AVANT – PROPOS

Récemment le lauréat du prix Louis Barrabé, J. Perriaux, en remerciant la Société géologique de France, disait : "lorsqu'un géologue veut savoir comment est née une chaîne de montagnes, analyser ses pulsations et ses soubresauts, s'il n'a pu (et c'est le cas général) assister à ces événements, il a encore la possibilité d'utiliser ces poubelles géologiques que sont les bassins détritiques, véritables miroirs des vicissitudes d'une chaîne" (1968).

C'est l'analyse d'une petite parcelle de l'immense "poubelle" occidentale des Alpes, le Bas-Dauphiné, que M. le Recteur H. GAUTHIER, directeur du Laboratoire de Géologie de Lyon, a bien voulu me confier. Depuis mes années de troisième cycle jusqu'à son départ du laboratoire, il n'a cessé de me faire bénéficier de sa connaissance des régions lyonnaise et bas-dauphinoise. Qu'il trouve ici l'expression de ma sincère reconnaissance.

A M. le Professeur L. DAVID, nouveau directeur du laboratoire, qui accepta, malgré des préoccupations éloignées de la sédimentologie, de continuer à me guider, j'adresse mes plus vifs remerciements.

A M. le Professeur J. FLANDRIN va toute ma profonde gratitude. J'ai trouvé auprès de lui l'appui et les conseils d'un sédimentologiste. Il a suivi de près la rédaction de ce manuscrit et a bien voulu présider la soutenance de cette thèse.

Tous mes remerciements vont aussi à M. G. DEMARCQ, si souvent cité au cours de ce travail. Il a toujours suivi mes recherches avec beaucoup d'intérêt. Sa connaissance du Miocène de la vallée du Rhône et nos fréquentes sorties sur le terrain ont grandement facilité ma tâche.

Je veux aussi chaleureusement remercier Mademoiselle S. DUPLAIX qui durant plusieurs mois m'a initié à la reconnaissance délicate des minéraux lourds. Elle a, à de nombreuses reprises, accepté de sanctionner certaines déterminations difficiles.

J'ai bien sûr souvent demandé l'aide des micropaléontologistes. G. CARBONNEL pour les ostracodes et R. ANGLADA pour les foraminifères se sont toujours penchés patiemment sur des espèces pourtant peu significatives. Je les en remercie cordialement.

J'ai toujours retiré beaucoup des nombreuses discussions avec R. BALLELIO, N. MONGEREAU, Mme H. MEON-VILAIN et Mme J. BOCQUET. L'échange d'idées et aussi d'échantillons a amorcé un travail d'équipe qui, je l'espère, continuera fructueusement.

Je remercie enfin tous mes collègues et l'ensemble du personnel du Département des Sciences de la Terre de Lyon. Leur aide était indispensable pour venir à bout de ce travail.

SOMMAIRE

- INTRODUCTION
- I — CADRE PALEOGEOGRAPHIQUE ET MINERALOGIQUE
- II — PALEOGENE
- III — MIOCENE INFERIEUR
- IV — MIOCENE SUPERIEUR
 - Partie I — Helvétien marneux
 - Partie II — Vindobonien
 - A — — Bas-Dauphiné
 - Bas-Dauphiné méridional
 - Bas-Dauphiné septentrional
 - B — — Bordures du Bas-Dauphiné
- V — PLIOCENE
- VI — CONCLUSIONS

Les différentes subdivisions stratigraphiques du Miocène sont employées ici conformément aux données des derniers colloques sur le Néogène.

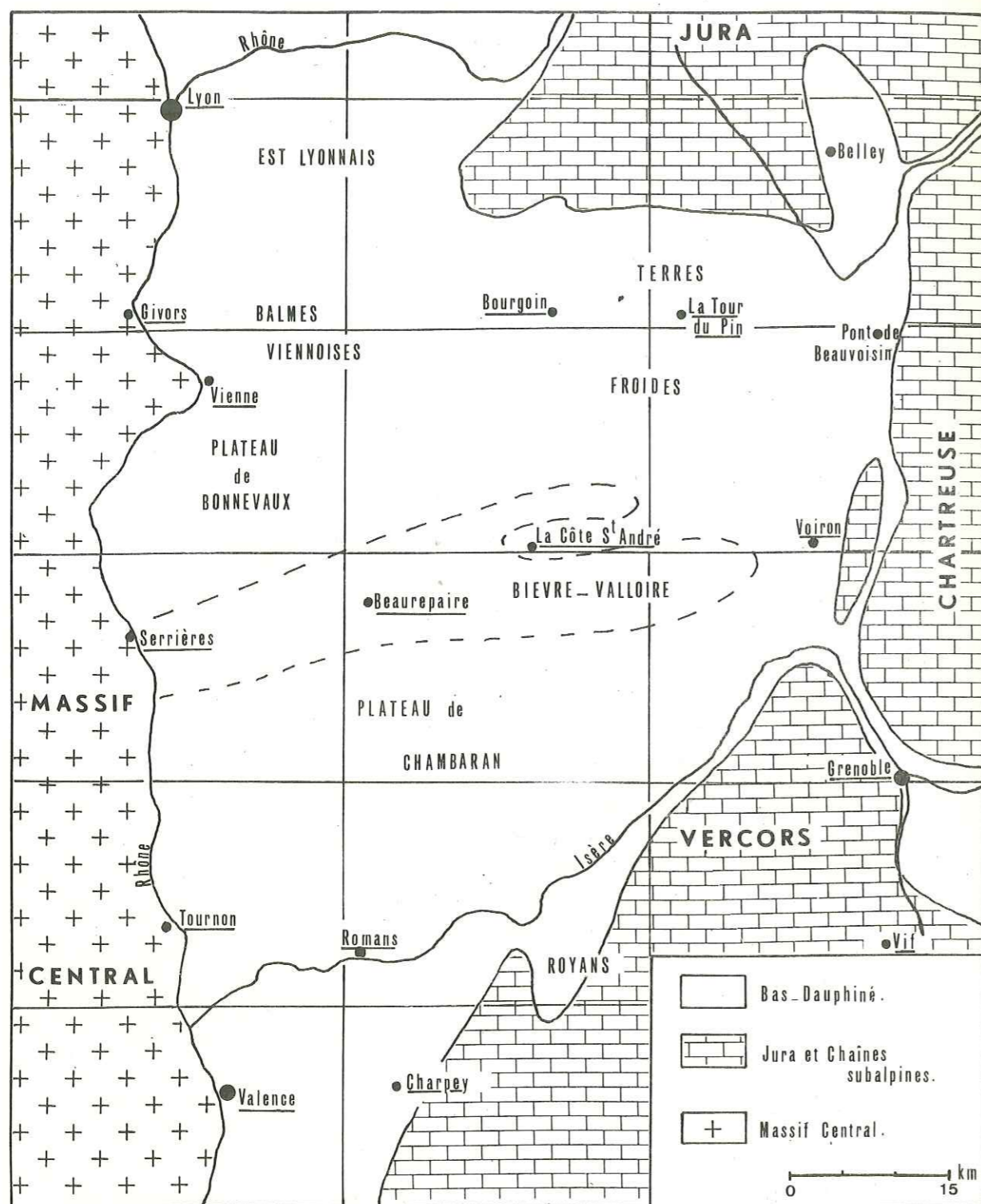


Fig. 1 - Bas-Dauphiné et régions limitrophes.

La trace des cartes au 50 000ème de l'I.G.N. est matérialisée par un rectangle ; le nom de la carte est souligné.

INTRODUCTION

I - PRESENTATION DE LA REGION ETUDIEE.

L'ancienne province du Dauphiné est constituée de deux parties bien distinctes :

- la partie orientale, montagneuse, est alpine ; c'est le Haut-Dauphiné.
- la partie occidentale, ou Bas-Dauphiné, région de plateaux et de collines, constitue une partie de la dépression rhodanienne séparant le Massif Central des Alpes.

Géographiquement, le Bas-Dauphiné est nettement délimité (fig. 1) :

- au Nord, par la moyenne vallée du Rhône.
- à l'Ouest, par le cristallin du Massif Central.
- au Sud, par la basse vallée de l'Isère.
- à l'Est, par les chaînes du Jura méridional, de la Chartreuse et du Vercors.

Au coeur de cette région, s'ouvrent les dépressions de la Bièvre et de la Valloire, subdivisant ainsi naturellement le Bas-Dauphiné en deux parties :

- au Sud, le plateau de Chambaran.
- au Nord, la région lyonnaise s.l., morcelée en plusieurs unités : l'Est lyonnais, le Viennois et le plateau de Bonnevaux le long du Massif Central ; les "Terres Froides" à l'Est.

Seuls affleurent dans le Bas-Dauphiné des terrains tertiaires et quaternaires. Collines et plateaux sont constitués de Miocène détritique et couronnés par des conglomérats pliocènes. Ils sont séparés les uns des autres par d'anciennes vallées d'origine glaciaire ou par des vallées fluviales.

Les chaînes subalpines, Vercors et Chartreuse, limitant à l'Est et au Nord-Est le Bas-Dauphiné, conservent des terrains tertiaires dans leurs synclinaux. Ce Tertiaire, quoique séparé

actuellement de celui de la plaine dauphinoise, forme avec lui une même unité, tant au point de vue stratigraphique que paléogéographique. Il sera donc inclus dans cette étude.

Le Bas-Dauphiné est le siège, durant l'ère Tertiaire, d'une sédimentation détritique alimentée par les reliefs qui l'encadrent. Tandis que les reliefs cristallins du Massif Central forment, à l'Ouest, une zone bordière relativement stable, les reliefs de l'Est de la région sont en perpétuel changement.

Ce travail se propose :

— de déterminer le rôle respectif de ces deux principales zones "nourricières", Massif Central et Alpes, dans la sédimentation tertiaire du Bas-Dauphiné et des chaînes subalpines qui le bordent.

— de comparer les résultats obtenus aux résultats minéralogiques déjà connus dans les régions s'étendant au N du bassin bas-dauphinois : Bresse, Jura et Suisse.

— de dégager quelques conclusions paléogéographiques.

Après l'exposé des méthodes d'étude et la mise en place du cadre paléogéographique et minéralogique au cours du Tertiaire, les résultats obtenus sont analysés par grandes unités géologiques à partir de l'Eocène. L'essentiel du mémoire se rapporte au Miocène qui constitue la majeure partie des dépôts envisagés.

Chaque échantillon étudié porte le nom de la commune sur le territoire de laquelle il a été prélevé. Il porte ensuite un numéro d'ordre. Dans le texte, il n'est que rarement fait mention de chaque échantillon en particulier. Ceux-ci sont regroupés en une annexe de pagination indépendante de celle du reste du volume (A1 à A81). Cette annexe donne les coordonnées et les caractéristiques granulométriques et minéralogiques de chaque échantillon.

II — METHODES D'ETUDE

Les résultats exposés au cours de ce travail ont été obtenus à l'aide des méthodes suivantes :

- A — Analyse granulométrique.
- B — Analyse minéralogique.
- C — Analyse morphométrique des galets.

L'étude morphoscopique des sables n'est qu'accessoirement utilisée, la majorité des éléments détritiques étant peu façonnée.

Enfin, la microfaune a été recherchée systématiquement dans chacun des échantillons étudiés.

L'étude des minéraux argileux n'a pas été effectuée. Ce vaste domaine vient d'être abordé par d'autres chercheurs lyonnais (S. Arslan, 1968) et les résultats obtenus seront résumés.

De même, je n'ai pas abordé l'étude des figures sédimentaires. En effet, le Tertiaire du Bas-Dauphiné étant presque uniquement sableux, les figures sédimentaires ne sont pas ou sont mal conservées. Seule, l'étude de la direction de la pente des stratifications entrecroisées ou obliques aurait pu donner le sens des courants producteurs de ces stratifications. Mais dégager un plan de stratification net pour en mesurer sa direction, paraît vraiment aléatoire dans un tel milieu sableux.

A — ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Elle donne la répartition des grains d'un sable en fonction de leur taille.

Les sédiments étudiés étant presque tous naturellement meubles, les opérations avant tamisage sont très réduites :

- pesée d'un prélèvement homogène (entre 150 et 200 gr environ).
- attaque à l'acide chlorhydrique étendu, à froid puis à chaud.
- tamisage de 20 minutes, sur tamis A.F.NOR., série de raison $\sqrt[10]{10} : 1,259$

Courbes cumulatives

Les résultats de cette analyse granulométrique sont représentés graphiquement au moyen de courbes cumulatives à coordonnées rectangulaires (fig. 2). Le diamètre des grains, en mm, est porté en abscisse selon une échelle logarithmique : par convention, les diamètres vont en décrois-

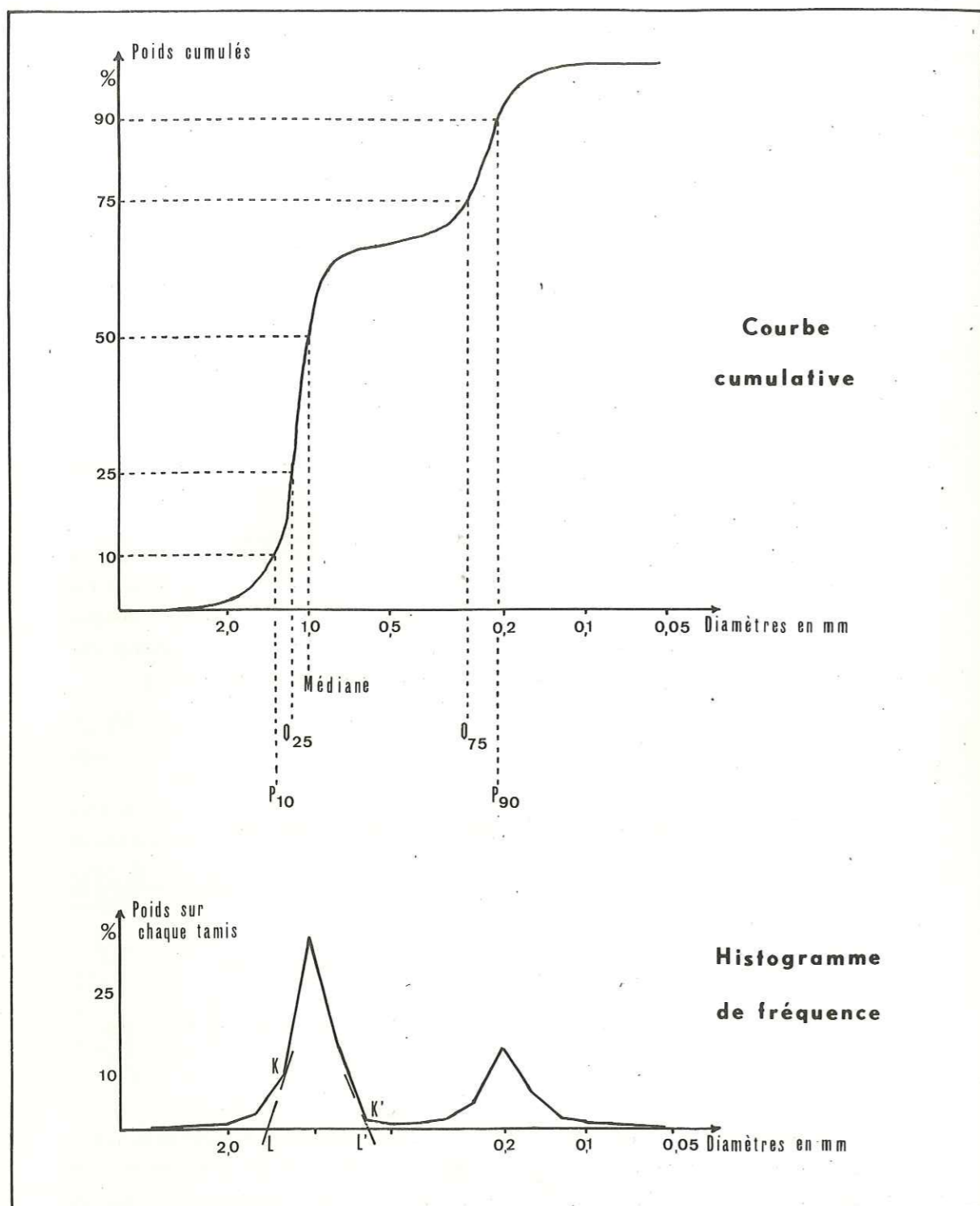


Fig. 2 – Exemple de courbe cumulative bimodale et histogramme de fréquence correspondant : paramètres granulométriques et correction de P. Macar.

sant de la gauche vers la droite.

L'échelle des ordonnées est une échelle arithmétique sur laquelle sont portés les pourcentages en poids des tamisats cumulés.

La courbe cumulative caractérise complètement l'échantillon étudié. Mais pour pouvoir comparer facilement les différentes courbes entre elles, j'ai défini, à partir de cette courbe, les paramètres caractéristiques suivants :

- la médiane, Md, ou diamètre du grain, en mm, correspondant à l'ordonnée 50 %.
- les quartiles, Q₃ et Q₁, ou diamètres des grains, en mm, correspondant aux ordonnées 25 et 75 %.
- les déciles, P₁₀ et P₉₀, ou diamètres des grains, en mm, correspondant aux ordonnées 10 et 90 %.

Ces paramètres permettent de définir :

a – le coefficient de classement : $\sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}$ ou coefficient de triage de Trask.

Ce coefficient est d'autant plus grand que le sédiment est moins bien classé :

- coefficient inférieur à 2,5 : le sédiment est bien classé.
- coefficient supérieur à 4 : le sédiment est mal classé.

Ce coefficient n'est pas arithmétique : "Un sédiment dont le coefficient de classement est égal à 2, n'est pas deux fois mieux trié qu'un sédiment au coefficient égal à 4" (G. Billy, 1954, p.109).

b – le coefficient d'asymétrie : $\frac{Q_1 \times Q_3}{Md^2}$ ou pente de Trask

Ce coefficient exprime la symétrie de la courbe par rapport à la médiane :

- coefficient supérieur à 1 : les gros grains sont moins bien triés que les fins.
- coefficient inférieur à 1 : les gros sont mieux triés que les fins.

c – le coefficient d'acuité : $\frac{Q_3 - Q_1}{2(P_{10} - P_{90})}$

Ce coefficient mesure l'aplatissement ou l'angulosité de la courbe : plus il est faible, plus la courbe de fréquence est éloignée de l'axe des abscisses, c'est-à-dire plus les grains sont groupés autour de la valeur centrale de la courbe⁽¹⁾.

(1) – Ce coefficient d'acuité est peu utilisé. Aussi les résultats obtenus sont difficiles à interpréter. Je l'ai malgré tout cité pour permettre d'éventuelles comparaisons avec d'autres études.

Les valeurs de la médiane et des trois coefficients — de classement, d'asymétrie et d'acuité — de chacun des échantillons étudiés sont données dans l'annexe (ann. p. A1 à A19).

Dans le texte, des tableaux résumant les caractéristiques générales de chaque formation : un coefficient est alors défini par ses valeurs extrêmes et par sa valeur médiane qui expriment l'étalement et la caractéristique centrale du coefficient considéré.

Courbes de fréquence — Correction de P. Macar.

Les résultats obtenus par tamisage peuvent aussi permettre la construction d'histogrammes de fréquence : courbes donnant pour chaque diamètre de grain porté en abscisses, le poids de sédiment correspondant en ordonnées.

Ce type de diagramme permet de déduire le mode ou dimension des grains les plus abondants. Mais, il permet surtout, dans le cas de distribution bi- ou même trimodale, l'étude de chacune des parties de la courbe, grâce à la correction de P. Macar (1934). Celle-ci consiste à remplacer les parties extrêmes de chaque histogramme par les tangentes LK et L'K' aux points d'inflexion K et K' (fig. 2).

“Dans un histogramme pratique, il est aisé de déterminer les points d'inflexion K et K' de chaque histogramme et les points d'intersection des droites KL et K'L' avec les différentes divisions : l'ordonnée de chaque point s'obtient de proche en proche par une troisième proportionnelle aux ordonnées des deux divisions voisines situées du côté du maximum” (P. Macar, 1934, p. 28).

Les nouvelles ordonnées sont telles que l'on ait :

$$x_3 < \frac{x_2^2}{x_1} ; x_1, x_2, \text{ et } x_3 \text{ étant trois nombres consécutifs des résultats du ta-}$$

tamisage ; x_1 est le plus rapproché du maximum.

Si cette inégalité n'est pas vérifiée, x_3 est remplacé par la valeur $\frac{x_2^2}{x_1}$.

Un certain nombre d'échantillons étudiés correspondent à des mélanges de sédiments. Chaque fois que les maximums des courbes de fréquence sont séparés par une zone de très faible fréquence de grains, j'ai utilisé la correction de Macar et étudié séparément chaque portion de courbe. Dans de tels cas, le calcul de l'indice d'asymétrie se fait sur chacune des parties de la courbe. En effet, cet indice calculé pour la courbe globale perd toute signification “puisqu'il s'agit en fait de la juxtaposition de plusieurs fractions ayant leur propre symétrie” (C. Pomérol, 1965, p. 19).

B — ANALYSE MINÉRALOGIQUE

Elle définit la nature des minéraux composant l'échantillon.

Les deux catégories minéralogiques, minéraux légers et minéraux lourds, sont séparées d'après la densité du bromoforme ($d : 2,9$), prise universellement comme référence.

Les méthodes de séparation et de comptage employées sont celles de S. Duplaix (1958) :

a — Séparation :

Le sable décalcifié est séparé en trois fractions :

— 0,50 — 0,315 mm

— 0,315 — 0,16 mm

— 0,16 — 0,05 mm

Chacune est passée au bromoforme.

Les minéraux légers surnageant sur le bromoforme, sont étudiés rapidement à la loupe ou au microscope.

Les minéraux lourds sont pesés. Toujours peu nombreux, leur teneur varie d'une catégorie de sable à l'autre. Aussi je donnerai pour chaque sable, la “teneur pondérale” : teneur en minéraux lourds, transparents, opaques et altérés, exprimée en poids et rapportée à 100 gr de sable décalcifié de la fraction 0,50 — 0,05 mm (fraction où sont cantonnés les minéraux lourds).

b — Comptage :

Le comptage des espèces lourdes a porté, pour chaque échantillon, sur 250 à 500 grains transparents (en trois lots). Les résultats sont ensuite rapportés à 100 grains transparents. La fraction grossière (0,50 — 0,31 mm) ne possède jamais qu'une très faible quantité de minéraux. Mais ceux-ci, bien que ne changeant pratiquement pas les résultats finaux calculables sur les deux autres fractions, ne peuvent être négligés ici, en particulier dans l'étude du Miocène. En effet, restent souvent cantonnés dans cette fraction l'andalousite, la staurotide et le disthène, de même que la tourmaline. Ces minéraux, en particulier les trois premiers, sont beaucoup plus rares ou manquent dans les fractions plus fines.

Tous les résultats minéralogiques obtenus sont donnés sous forme de tableaux réunis dans l'annexe (ann. p. A20 à A54).

Dans le texte, des tableaux minéralogiques résumés donnent, pour les minéraux les plus importants, les teneurs extrêmes et la teneur médiane calculées sur l'ensemble des échantillons.

a — Les minéraux légers

Quoique très abondants, ils sont peu variés. A côté du quartz prédominant, il existe des feldspaths et des micas, de la calcite, très rarement de la glauconie. A ces minéraux, viennent s'ajouter des fragments de roches variées.

b — Les minéraux lourds

Quantitativement beaucoup plus rares que les minéraux légers, ils sont beaucoup plus variés en espèces.

Un sédiment est, en général, caractérisé non par une seule espèce minéralogique lourde mais par une association de minéraux. Au sein même d'une association, les ensembles minéralogiques groupent des minéraux toujours présents simultanément. Ainsi, dans les associations des dépôts détritiques de la région étudiée, il est possible de relever trois ensembles minéralogiques principaux :

a — Ensemble 1

Il réunit des minéraux très résistants à l'érosion tant chimique que physique :

— La tourmaline est de forme et de couleur variées. Les prismes peuvent atteindre une grande taille. Les grains très émoussés ont un faible diamètre. Il existe aussi des éclats et des fragments anguleux. La couleur la plus courante est le brun, puis le vert ; le bleu et l'incolore sont plus rares.

— Le zircon, toujours de petite taille, est rose ou incolore et présente de multiples formes (L. Berthois, 1935).

— La monazite est en grains jaunes. Elle est très rare.

— Les oxydes de titane : c'est l'anatase le plus fréquent ; il se présente en tablettes rectangulaires ou carrées, de teinte jaune ou brune, quelquefois bleue. Puis vient le rutile, rarement mâclé, en grains brun rouge. Enfin, la brookite, jaune est en prismes courts.

b — Ensemble 2

Ici sont groupés quelques silicates de métamorphisme habituellement présents ensemble dans les sédiments détritiques du Bas-Dauphiné.

— La staurotide est en grains sans forme, de taille variée et de couleur brun jaune. Le faciès corrodé de la staurotide vermiculée décrit par A. Vatan (1948), montrant des canaux al-

longés suivant l'axe "c" du cristal, peut être présent.

— Le disthène, incolore ou bleuté, montre de grandes tablettes allongées et aplaties. Il n'est jamais émoussé.

— L'andalousite est en gros grains anguleux, avec fréquentes inclusions carbonneuses.

c — Ensemble 3

Il comprend des minéraux essentiels : épidotes, grenats et amphiboles calciques, et des minéraux beaucoup plus rares, mais très caractéristiques : glaucophane et chloritoïde.

— Les épidotes se rencontrent sous trois formes principales : zoisite, clinozoisite et pistachite. C'est cette dernière (ou épidote s.s.) qui est de beaucoup la plus fréquente. Elle est jaune ou jaune verdâtre, sans forme cristalline définie.

— Les grenats sont incolores ou roses et fréquemment bien cristallisés. Ils contiennent souvent de nombreuses inclusions vivement colorées en lumière polarisée.

— Les amphiboles : l'actinote et la hornblende verte sont communes, la hornblende brune plus rare. Ce sont toujours de longs prismes terminés ou non en dents de scie.

— Le glaucophane et la crossite, amphiboles sodiques, sont en prismes allongés de nuance bleue claire, à pléochroïsme marqué.

— Le chloritoïde se présente en plaquettes à fort relief.

Dans les tableaux exprimant les résultats minéralogiques, toutes les épidotes ont été groupées, de même que les grenats. Par contre, les amphiboles sodiques groupées sous le nom de glaucophane, sont séparées du reste des amphiboles. En effet, ce minéral, nous le verrons plus loin, joue un rôle très particulier au sein de l'ensemble 3.

Quelques minéraux, rencontrés sporadiquement ou accessoirement dans les sables étudiés, sont encore à signaler :

— Le sphène peut être rangé dans l'ensemble 3 car il manque rarement dans les sables comportant uniquement ces minéraux.

— La sillimanite, l'augite, la cassinérite, le xénotime et le corindon se rencontrent en individus isolés dans quelques uns des échantillons étudiés.

Enfin, il faut signaler que l'attaque préalable de l'échantillon par l'acide chlorhydrique supprime l'apatite.

C – ANALYSE MORPHOMETRIQUE DES GALETS

Dans quelques cas, l'étude individuelle des galets s'est révélée intéressante pour connaître l'agent de transport du matériel.

Les méthodes morphométriques utilisées, exposées par A. Cailleux et J. Tricart (1959), donnent :

- l'indice d'aplatissement, $\frac{L + 1}{2e}$ indiquant la forme des galets,
- l'indice d'émoussé, $\frac{2r + 1}{L}$ indiquant leur degré d'usure.

Ces indices sont calculés pour des galets de même nature. Ils sont ensuite comparés, pour chaque taille, aux indices donnés par A. Cailleux et J. Tricart (1959).

La situation géographique des communes citées dans le texte et les coordonnées de tous les échantillons étudiés sont données dans l'annexe (ann. p. A55 à A81).

III – NOMENCLATURE GRANULOMETRIQUE ET PETROGRAPHIQUE

Pour définir les diverses catégories de détritique, j'ai adopté en premier lieu une définition granulométrique, puis une définition pétrographique.

a – Définition granulométrique

Elle est résumée dans le tableau 1. A chaque classe dimensionnelle correspondent des roches meubles et des roches consolidées par un ciment de nature quelconque.

Diamètre des éléments les plus nombreux (en mm)	Roches meubles	Roches consolidées
supérieur à 20,0	Formations à galets	Conglomérats
de 20,0 à 2,0	Formations à galets	Conglomérats
de 2,0 à 0,05	Sables	Grès
inférieur à 0,05	Lutites	ou Pélites

Tabl. 1 – Classification granulométrique des roches détritiques

b – Définition pétrographique

Elle traduit la nature des principaux minéraux contenus dans la roche.

Le terme argile est réservé à un sédiment composé essentiellement de minéraux argileux.

Le terme marne à une "roche argilo-calcaire, contenant de 35 à 65 % d'argile ou de calcaire" (I.F.P., 1961, p. 34).

Le terme calcaire sableux correspond à un "calcaire contenant une proportion appréciable de minéraux détritiques terrigènes du diamètre des sables" (I.F.P., 1961, p. 30).

Le terme molasse est très couramment utilisé pour désigner l'ensemble des dépôts détritiques du Miocène de la vallée du Rhône, donc pour désigner des sédiments très divers allant des grès à des marnes et à des calcaires.

Il serait bon, soit de supprimer ce terme de la nomenclature pétrographique, soit plutôt de revenir, comme l'ont préconisé de nombreux auteurs, à son sens granulométrique et pétrographique.

L'introduction du terme "molasse" (de mola = meule) ou "mollasse" (roche meuble) dans la littérature scientifique est due à A. Brongniart (1827). Il désigne sous ce terme, une variété de macigno (grès argilo-calcaire) de "texture grenue, lâche, sableuse, mêlée d'un peu d'argile, toujours de mica ; presque friable". (p. 128).

Pendant près d'un siècle, la molasse reste pétrographiquement un macigno friable, mais tend de plus en plus à désigner l'ensemble des formations détritiques provenant de la décomposition du massif alpin.

En 1929, A. Cayeux, après une étude précise de nombreux échantillons, donne la définition d'une molasse typique (p. 166) :

"grès grossier (...) ; roche généralement très feldspathique, plus ou moins mica-cée, chloriteuse, (...) renfermant ou non des débris de roches cristallophylliennes, fréquents ou rares. Gangue calcaire, ne faisant à l'argile qu'une place très négligeable et seulement notable dans une proportion très limitée d'échantillons".

En 1938, A. Bersier regrette que le terme molasse "désigne non seulement les grès feldspathiques à ciment calcaire, répondant en propre à cette définition, mais aussi l'ensemble des sédiments tertiaires du bassin périalpin, allant des grès de toutes sortes aux marnes, des marnes aux argiles et de celles-ci aux calcaires avec une foule de variétés intermédiaires" (1938 c, p. 31).

Il donne une description complète de la molasse grise aquitannienne de Lausanne. Cette description est reprise par A. Carozzi (1953) et A. Lombard (1956) pour définir une molasse.

Lors du Cinquième Congrès International de Sédimentologie, A. Bersier regrette, (1958 b p. 856) une fois encore, que le grès dit molasse ait donné son nom à l'ensemble de la formation Molasse, créant ainsi de regrettables confusions. Il donne de nouveau, la définition de A. Cayeux : "grès feldspathique à ciment calcaire", ajoutant qu'il contient "une foule de débris de roches cristallines ou carbonatées, des micas, des chlorites, des minéraux lourds variés" ; et il ajoute un peu plus loin : "c'est une arénite immature déposée en vrac".

C'est encore à cette définition que s'arrêtent J. Jung dans son précis de Pétrographie (1958), les sédimentologues de l'Institut Français des Pétroles dans leur "Essai de Nomenclature des Roches Sédimentaires" (1961), G. Demarcq dans sa thèse (1962), F. Catzigras pour le Miocène du SE de la France (1965).

Tous les auteurs s'accordent donc pour désigner une molasse comme une roche détritique consolidée : un grès, dont le ciment, toujours tendre, est calcaire ou plus rarement calcaréopélitique.

Dans tout le Bas-Dauphiné, le Miocène est détritique et meuble. Seules quelques lentilles

ou quelques passées sont consolidées en grès à ciment calcaire. C'est à ces consolidations qu'il faut réserver le terme de molasse, le détritique meuble étant un sable et non un grès. Ainsi H. Gauthier et ses collaborateurs définissent le lithofaciès prédominant du Vindobonien du Bas-Dauphiné comme "un sable calcaire et micacé, à grain fin, capricieusement consolidé en molasse" (1959, p. 2888).

Malgré tout, les sables miocènes sont formés d'un matériel toujours quartzo-feldspathique et souvent micacé. Ils sont pétrographiquement voisins, si l'on excepte le ciment, d'une molasse. Ils peuvent donc être qualifiés de sables molassiques.

C'est sous ce terme que je désignerai le matériel miocène du Bas-Dauphiné.

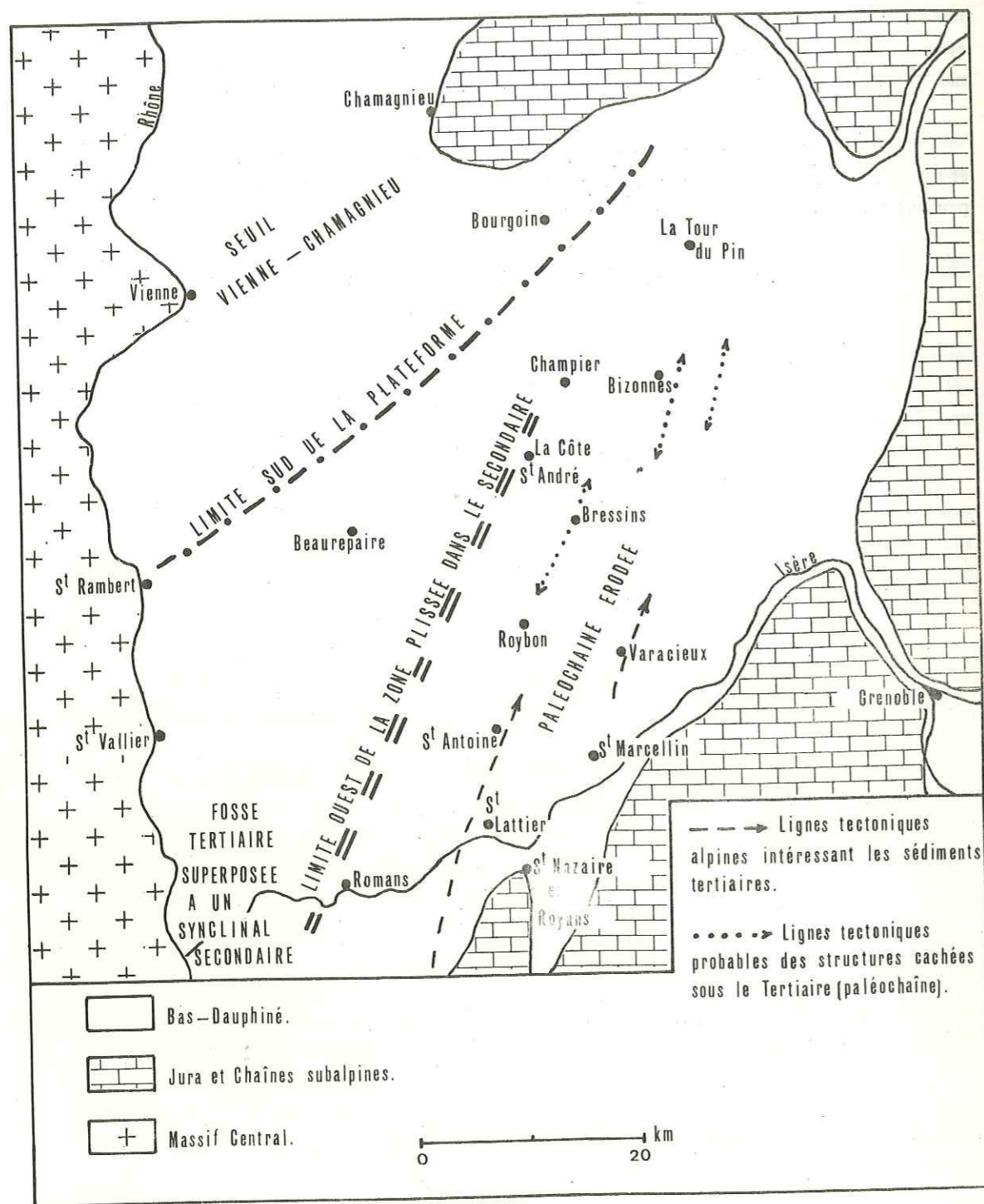


Fig. 3 - Carte structurale du bassin de Valence (d'après C. Germain et G. Demaison, 1958).

CHAPITRE I

CADRE PALEOGEOGRAPHIQUE ET MINERALOGIQUE

L'interprétation des données minéralogiques n'est possible que par la connaissance, d'une part des grands traits structuraux des surfaces continentales alimentant le bassin tertiaire et, d'autre part, de la nature des roches constituant ces surfaces.

1 - PALEOGEOGRAPHIE

A la fin du Secondaire, notre région est bordée, à l'Ouest, par les terrains cristallins du Massif Central, relativement stables, et, à l'Est, par les Alpes où vont se succéder trois phases de contraction du socle suivies de "mouvements de réajustements variés qui peuvent s'étendre sur de longues périodes" (J. Debelmas, 1963, p. 160).

L'ensemble du Bas-Dauphiné est émergé. Les traits structuraux majeurs de sa surface (fig. 3) ont été mis en évidence grâce aux prospections géophysiques (J. Goguel, 1948) et pétrolières (C. Germain et G. Demaison, 1958).

Cette surface se subdivise en deux parties :

- la partie ouest, non plissée, est "constituée par de nombreux panneaux plus ou moins inclinés et faillés".

- la partie est forme une chaîne plissée dénommée "chaîne dauphinoise" par Y. Bravard (1963). Elle s'étend de Saint-Lattier, sur les bords de l'Isère, jusqu'au S de La-Tour-du-Pin, et est compartimentée par de nombreuses failles.

Les principaux anticlinaux de cette chaîne, de direction SSW-NNE, sont : Saint-Lattier, Saint-Antoine, Varacieux, Bressins et Bizonnes, ainsi que celui de Saint-Nazaire-en-

Royans déjà connu depuis P. Giot (1943). La limite structurale vraie entre ces deux zones se situe le long d'une ligne passant par Romans au Sud et La-Côte-Saint-André, au N de la Bièvre-Valloire.

Cette chaîne dauphinoise s'est formée lors de la première phase du plissement alpin : "phase éocène inférieur, s.l." (J. Debelmas, 1963). L'érosion qui l'a découpée puis arasée est éocène et sans doute pour partie oligocène.

Dès l'Oligocène, l'W de notre région s'affaisse et il y a une importante accumulation de sédiments, en particulier dans le Valentinois. A la phase de contraction sannoisienne, sensible dans les Alpes internes, succèdent des mouvements verticaux qui vont se prolonger jusque dans l'Helvétien (J. Debelmas, 1963). Ils provoquent en particulier l'affaissement de tout le Bas-Dauphiné et les transgressions successives du Miocène.

Ce n'est que lors de la phase mio-pliocène que s'individualisent Vercors et Chartreuse, interrompant ainsi l'unité qui existait jusque là entre le Miocène du Bas-Dauphiné et celui de sa bordure orientale.

Au N du Bas-Dauphiné, sur l'emplacement actuel du Jura et de la Bresse, s'étendait, à la fin du Secondaire, une zone basse, faisant partie du même ensemble périalpin que le Bas-Dauphiné. Au cours du Tertiaire, ces deux régions évoluent ensemble, le Jura en chaîne plissée et la Bresse en fossé d'effondrement au pied de cette jeune chaîne. Les premiers mouvements, surtout tangentiels, ont lieu au cours de l'Oligocène et le paroxysme orogénique à la fin du Miocène.

Trois surfaces continentales ont pu, par conséquent, fournir du matériel détritique au bassin dauphinois : le Massif Central, les Alpes et aussi, au cours du Paléogène, la chaîne dauphinoise.

La composition minéralogique des roches soumises à l'érosion et en particulier la nature de leurs minéraux lourds vont permettre de déterminer de façon concrète la participation de chaque massif à l'élaboration du Tertiaire du Bas-Dauphiné.

2 - MINÉRAUX LOURDS CARACTÉRISANT LES APPORTS CENTRALIENS

La nature minéralogique des apports centraliens contribuant à l'alimentation détritique tertiaire du Bas-Dauphiné ne sera exactement connue que par l'étude du Tertiaire lui-même. Mais la bordure orientale du Massif Central n'a pas subi de changements structuraux très importants depuis le Crétacé. Il doit donc exister une évolution assez continue des groupements minéralogiques du Crétacé à l'époque actuelle dans laquelle s'inséreront les groupements tertiaires.

Le Massif Central était, au Crétacé, la principale source du matériel détritique du Bas-Dauphiné et de toutes les régions limitrophes. L'étude des minéraux lourds des terrains crétacés af-

fleurant actuellement au NE et à l'E du Bas-Dauphiné donne donc une image des apports centraliens à cette époque. L'étude de la composition des alluvions actuelles des rivières drainant ce massif vers le Rhône donne l'image récente.

a - Le Crétacé.

Les nombreux travaux réalisés, tant en Chartreuse que dans le Jura (A. Vatan, 1949, 1957 ; S. Duplaix et alii, 1962 a et b ; G. Latreille in R. Busnardo et alii, 1966) et quelques études personnelles faites en Royans et dans le Vercors (ann. p. A21), montrent, pour l'ensemble du Crétacé, une seule et même association minéralogique lourde où deux groupes minéralogiques sont présents. Le plus important est formé par les minéraux résistants avec prépondérance de la tourmaline (10 à 70 %) et du zircon (1 à 70 %). Les oxydes de titane, en particulier l'anatase, complètent cet ensemble.

Le deuxième groupe est formé par les silicates de métamorphisme. La staurotide (2 à 55 %) domine largement sur le disthène et l'andalousite.

D'après A. Vatan (1956, p. 143) "l'association disthène-staurotide caractérise l'aire de répartition des produits de démolition des micaschistes du Plateau Central, en particulier le Crétacé sableux sur tout le pourtour du Massif". Au sein de ce binôme, la staurotide présente souvent un faciès vermiculé "absolument spécifique de la province Massif Central" (A. Vatan, 1948).

b - Les alluvions actuelles.

Les rivières qui, venant du Massif Central, se jettent dans le Rhône, le long du Bas-Dauphiné, de Lyon à Tournon, sont peu nombreuses et de peu d'importance (fig. 4).

Immédiatement au S de Lyon, le Rhône reçoit l'Yzeron et le Garon, qui drainent une partie des eaux des Monts du Lyonnais, et le Gier qui vient du Mont Pilat.

Plus au Sud, la Cance, l'Ay et le Doux, qui rejoignent respectivement le Rhône au S d'Andance et à Tournon, drainent la partie est des Monts du Vivarais.

L'Yzeron et le Garon prennent leur source non loin l'un de l'autre, près des villages d'Yzeron et de Saint-Martin-en-Haut. Avec leurs affluents, ils drainent essentiellement les gneiss de l'anticlinal des Monts du Lyonnais. Leurs alluvions, assez grossières et mal triées, comportent, outre de nombreux fragments de gneiss, une fraction sableuse essentiellement quartzo-feldspathique et aussi à biotite.

Dans la fraction lourde (ann. p. A22), trois minéraux sont abondants : le zircon souvent accompagné de la monazite, le grenat et les hornblendes vertes et plus rarement brunes.

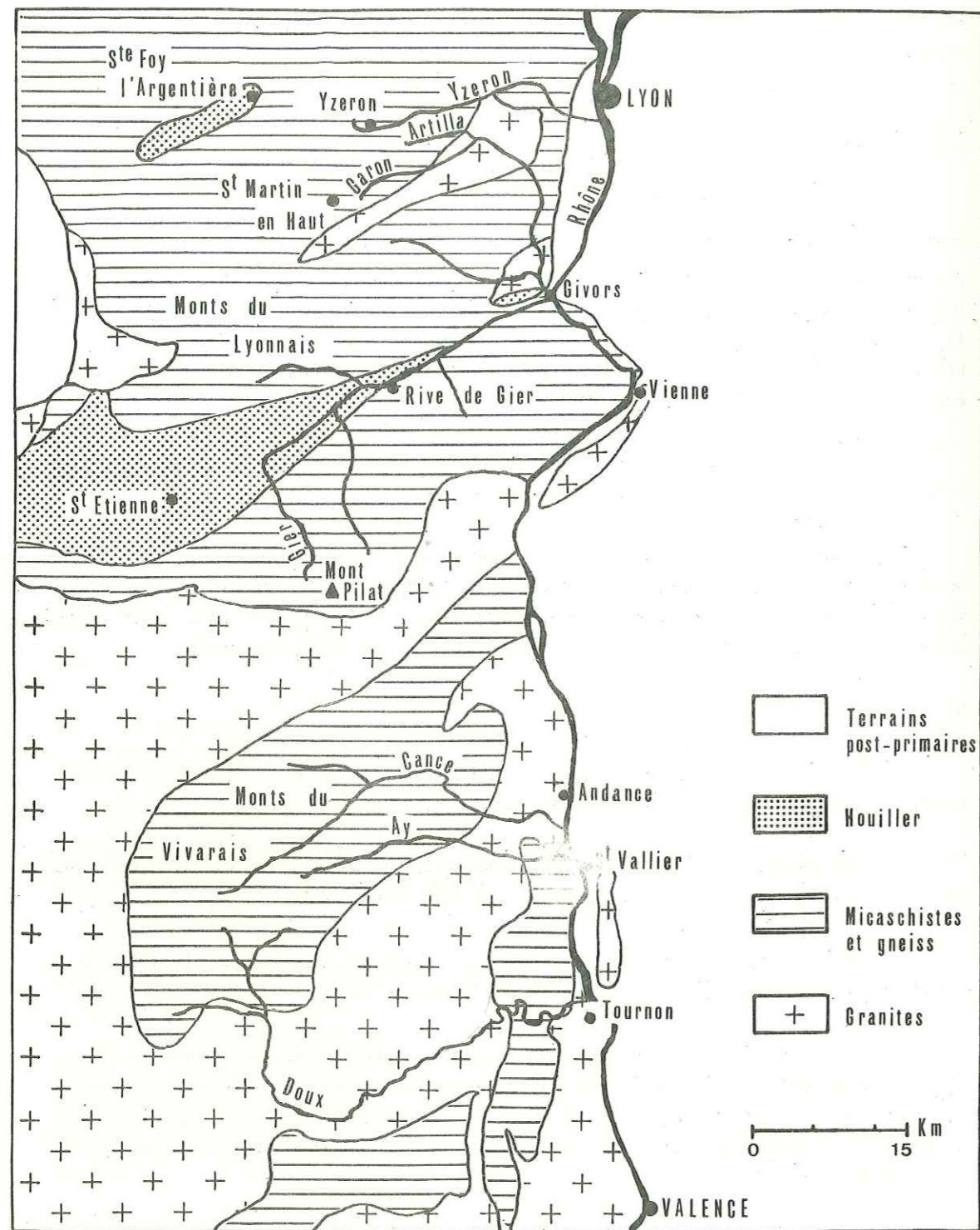


Fig. 4 - L'W du Bas-Dauphiné et les rivières centraliennes actuelles affluents du Rhône, entre Lyon et Valence.

Les variations quantitatives sont importantes d'une rivière à l'autre : l'Yzeron est très riche en zircon et monazite (67 %), grenat et amphiboles ont des teneurs voisines (15 et 14 %). L'Artilla, affluent du Garon, comporte autant de grenat que de zircon (48 %) et très peu d'amphiboles. Par contre, dans les alluvions du Garon, les amphiboles prédominent (36 %) sur le grenat (30 %) et le zircon (27 %). A côté de ces trois minéraux, il existe, mais toujours en quantité faible, la staurotite, la tourmaline, l'anatase et le sphène.

Le Gier prend sa source au pied du Mont Pilat. Il traverse les micaschistes et les gneiss du Pilat et draine ensuite le synclinal houiller de Saint-Etienne. Il se jette dans le Rhône à Givors, non loin de l'embouchure du Garon. Si le grenat (ann. p. A22) reste un constituant important des alluvions du Gier (20 à 40 %), par contre le zircon et les amphiboles sont rares. C'est la staurotite qui domine largement (55 %).

Au Sud du Bas-Dauphiné, les affluents centraliens du Rhône : Cance, Ay et Doux traversent eux aussi des terrains métamorphiques et granitiques. Leurs alluvions ont une composition minéralogique lourde (ann. p. A22) très voisine de celle de l'Yzeron et du Garon. Zircon, grenat et hornblende verte et brune sont les trois minéraux essentiels.

Les variations quantitatives sont importantes d'une rivière à l'autre ; les amphiboles dominent dans les alluvions de la Cance, celles de l'Ay sont très riches en zircon (50 % du total lourd), tandis que les trois minéraux ont des teneurs voisines dans celles du Doux.

Les apports centraliens crétacés et les alluvions actuelles diffèrent par la présence, dans ces dernières, des amphiboles et par l'abondance des grenats. Ces minéraux étaient-ils présents dans les alluvions tertiaires ? Ce point très important sera élucidé par l'étude du Tertiaire lui-même.

3 - MINÉRAUX LOURDS CARACTÉRISANT LES APPORTS DE LA CHAÎNE DAUPHINOISE

Il s'agit, nous l'avons vu, d'une paléochaine plissée au début du Tertiaire.

Les restes de la plus grande partie de cette chaîne sont maintenant enfouis sous le Miocène sableux. Le seul témoin qui affleure est l'anticlinal de Saint-Nazaire-en-Royans incorporé au Vercors actuel.

L'érosion a profondément raboté cette chaîne au cours du Paléogène. A Saint-Lattier, l'Eocène repose directement sur l'Urgonien qui n'a plus que onze mètres de puissance et qui présente "toutes les apparences d'une vieille surface d'érosion karstique" (C. Germain et G. Demaison, 1958, p. 56). A Faramans, l'Oligocène repose en discordance sur le Jurassique supérieur.

Le matériel détritique fourni par cette chaîne est donc tributaire du Crétacé qui pro-

vient lui-même directement du Massif Central. Il est donc constitué de minéraux résistants et de silicates de métamorphisme.

4 – MINÉRAUX LOURDS CARACTÉRISANT LES APPORTS ALPINS.

Il est évidemment très difficile de savoir quelles ont été les roches alimentant les torrents descendants des Alpes durant le Tertiaire autrement que par l'étude du matériel périalpin. C'est le but même de ce travail.

Pour l'instant, disons simplement que les sédimentologues français suivent tous A. Vatan (1949) et appellent "association alpine" le groupement lourd : épidote – grenat – amphiboles.

Les géologues Suisses font, eux aussi, de ce groupement un ensemble alpin.

Parmi les amphiboles "alpines", c'est l'actinote la plus fréquente, puis la hornblende verte. Le glaucophane, peu abondant, joue, au sein de cette association, un rôle marquant très important. Son origine ne peut être recherchée ailleurs que dans les glaucophanites et les schistes à glaucophane des Alpes.

Les trois ensembles minéralogiques précédemment définis forment des associations qui doivent se retrouver dans les sédiments tertiaires dauphinois. L'une est centralienne, à minéraux résistants et à silicates de métamorphisme. Il faut peut-être y ajouter aussi grenat et hornblendes. L'autre est alpine, à épidote, grenat et amphiboles.

Malheureusement ces deux associations ne sont pas tranchées l'une par rapport à l'autre. De plus, aucun critère (forme, inclusions, usure, etc...) ne permet de différencier deux types de grenats et deux types de hornblendes. Il faudra donc, pour doser les apports centraliens et les apports alpins, faire souvent appel à d'autres méthodes d'étude, en particulier à la granulométrie et à l'étude des minéraux légers.

CHAPITRE II

LE PALEOGENE

PARTIE 1

L'EOCENE

Au début du Tertiaire, le régime est continental dans le Bas-Dauphiné et les régions limitrophes.

Au Sud, dans le Bas-Dauphiné, la surface topographique est très accidentée. Elle est soumise à une intense érosion, tant physique que chimique.

Les produits détritiques s'accumulent en bassins isolés les uns des autres :

- au Sud-Ouest, le long de la bordure du Massif Central, dans les bassins de Douévas et de Larnage.
- au Sud-Est, dans le synclinal du Royans et sur sa bordure occidentale.
- à l'Est, en Savoie, en poches dans les calcaires crétacés (Les Echelles, Saint-Jean-de-Couz) et dans le synclinal des Déserts (Bauges).

Tous ces sédiments continentaux sont classiquement rapportés à l'Eocène inférieur, depuis la découverte en 1898, aux Echelles (Savoie) d'un maxillaire de *Lophiodon larteti* Filhol (V. Paquier, 1898 ; W. Kilian, 1898).

En fait, il paraît abusif de faire des corrélations entre les dépôts continentaux de tous ces bassins sans document paléontologique précis. Certains appartiendraient déjà au Crétacé (G. Demarcq et alii, 1968).

Au Nord, entre Bourgogne et Alpes, s'étend une zone basse. Le Jura est encore à l'épo-

que "un continent sans relief" (A. Lefavrais-Raymond, 1962) sur lequel sont disséminés de petits lacs.

La Bresse commence à s'enfoncer et les dépôts éocènes, lacustres, sont souvent épais. Ils ne sont connus que par sondages (Vincelles et Ratte).

A - BAS-DAUPHINE

Les dépôts continentaux bas-dauphinois rapportés à l'Eocène ont été souvent décrits par les anciens auteurs : S. Gras, 1835 ; C. Lory, 1860 ; F. Fontannes, 1882 ; C. Deperet, 1894 etc...

Ils affleurent dans le Bas-Dauphiné méridional, le long des massifs granitiques qui, entre Saint-Vallier et Tain-l'Hermitage (Drôme), forment la rive gauche du Rhône.

Ils s'intercalent, en une bande de 500 m de large environ, entre le socle cristallin et les sables miocènes (fig. 5).

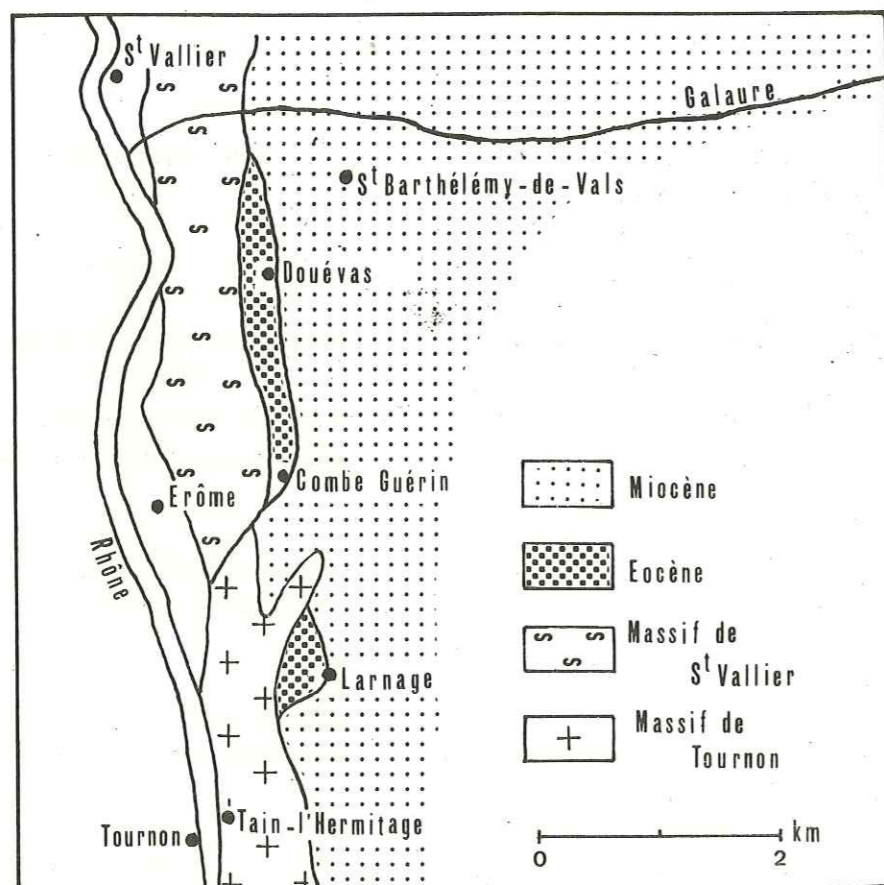


Fig. 5 - Eocène de Douévas et de Larnage (Drôme).

Les sables dits de Douévas (commune de Saint-Barthélémy-de-Vals) reposent sur le massif granito-gneissique de Saint-Vallier, ceux de Larnage, qui leur font suite au Sud, sur le massif de granite porphyroïde de Tournon.

Ces "sables", très souvent blancs, sont des formations meubles hétérogènes, provenant de la décomposition presque sur place des deux massifs cristallins (G. Latreille, 1962).

Tous les échantillons étudiés proviennent de carrières anciennement ou actuellement en exploitation pour le kaolin.

1 - - Granulométrie (fig. 6 et ann. p. A2)

Le sable kaolinique emboîte des fragments cristallins de toutes dimensions. La série dimensionnelle de la formation est ainsi très étalée des éléments très grossiers aux particules argileuses (tabl. 2).

Diamètre des grains (en mm)	Sables de Douévas	Sables de Larnage
supérieur à 2,0	20 à 30	30 à 50
de 2,0 à 0,05	55 à 75	25 à 60
inférieur à 0,05	10 à 20	15 à 30

Tabl. 2 - Caractéristiques granulométriques de l'Eocène du Bas-Dauphiné (en pourcentages).

L'ensemble galets-sables, plus grossier à Larnage qu'à Douévas, n'est guère trié et il n'est pas possible de mettre en évidence un maximum granulométrique. Ceci se traduit par un indice de classement toujours supérieur à 2 et une asymétrie nette. Toujours inférieure à l'unité, cette asymétrie démontre que les éléments de diamètre inférieur au diamètre du grain médian, sont moins bien distribués que les gros éléments.

Localement, la formation est entrecoupée de lentilles plus fines, légèrement mieux triées (Saint-Barthélémy D. 5).

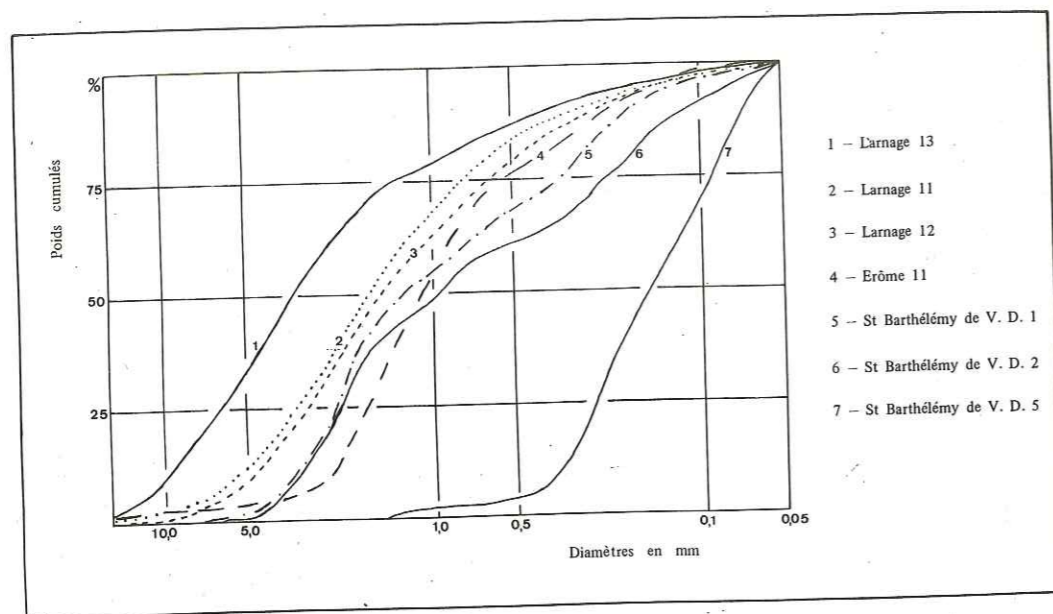


Fig. 6 - Granulométrie de l'Eocène du Bas-Dauphiné.

2 - - Pétrographie

Les plus gros éléments de la formation sont des blocs de roches cristallines. En fait, ces blocs s'effritent assez facilement sous les doigts, car tous les feldspaths sont profondément kaolinisés. Seuls restent intacts les quartz et quelques paillettes de muscovite. Ces quartz sont gros et très anguleux à Larnage. A Douévas, ils sont plus petits et légèrement roulés.

Il n'existe aucune trace de calcaire et il n'y a pas non plus trace de ciment, sauf à Douévas où, au sommet de l'ensemble, des imprégnations siliceuses donnent des blocs de formes variées (C. Lory, 1860).

Minéraux lourds (tabl. 3 et ann. p. A23)

La composition minéralogique lourde souligne l'indépendance de ces deux petits bassins éocènes et leur liaison avec les massifs anciens correspondants.

Les sédiments de Larnage possèdent uniquement des minéraux résistants : zircon et monazite forment 80 à 90 % du total ; tourmaline et oxydes de titane terminent le stock.

Ceux de Douévas associent en proportions voisines, des minéraux résistants de même type qu'à Larnage et des minéraux de métamorphisme : staurotide, andalousite, disthène et grenat.

L'Eocène, dans le reste du Bas-Dauphiné, n'est connu que dans quelques sondages : Saint-Bonnet et Saint-Laurent-de-Mure (Isère) au Nord, Saint-Lattier (Drôme) au Sud.

Les dépôts, sableux ou argileux, toujours fortement ferrugineux, rappellent beaucoup les faciès "sidérolitiques" inclus dans les calcaires de Lissieu (Lutétien) pour les deux premiers sondages et les faciès du Royans pour ceux de Saint-Lattier.

B - ROYANS

Le Royans représente la partie ouest du Vercors. C'est un synclinal tertiaire de forme triangulaire, très resserré au Sud et largement ouvert vers le Nord sur la vallée de l'Isère. Il est séparé de la plaine de Valence par la chaîne crétacée des Monts du Matin (Montagnes de Musan et de Rochechinard) et dominé à l'Est par les falaises crétacées du Vercors.

Le Royans est le seul synclinal subalpin où le Tertiaire soit presque complet, avec en particulier un Paléogène très développé (fig. 7). La stratigraphie de ce Tertiaire est bien établie depuis les travaux de P. Giot (1944).

L'Eocène du Royans est connu depuis E. de Beaumont (1830) et C. Lory (1857). Il fait actuellement l'objet d'un diplôme de Sédimentologie à l'Université de Grenoble (J. le Clech). Aussi, après quelques caractéristiques générales, j'aborderai surtout ici le problème des minéraux lourds.

Les sables éocènes affleurent sur la bordure occidentale des Monts du Matin, d'Hostun à Beauregard-Baret, et de part et d'autre du synclinal du Royans. A l'Est, au niveau de Pont-en-Royans, ils forment une très mince bande Nord-Sud. Au contraire, ils sont bien développés à l'W du synclinal (fig. 7). Ils reposent sur divers termes du Crétacé et peuvent atteindre localement 100 m d'épaisseur.

Ce sont des sables blancs ou rouges, essentiellement quartzeux, sans aucune trace de carbonates. Ils sont toujours beaucoup plus fins que les dépôts correspondants de Douévas et de Larnage. Les niveaux sableux sont souvent entrecoupés ou remplacés par des argiles sableuses. La médiane granulométrique des sables est élevée (0,50 mm environ), le classement déjà beaucoup plus net que dans le Bas-Dauphiné. Là encore, l'asymétrie indique un meilleur tri des éléments de diamètre supérieur à la médiane par rapport à ceux de diamètre inférieur (fig. 8 et ann. p. A2).

Minéraux lourds (tabl. 3 et 5, ann. p. A23)

Tous les sables éocènes ont une teneur en minéraux lourds extrêmement faible. Elle dépasse rarement 0,10 % de la fraction détritique 0,50 - 0,05 mm. Une seule exception : à Oriol E.21, où cette teneur atteint 0,37 % de la fraction considérée. Cet échantillon est en effet, très riche en mi-

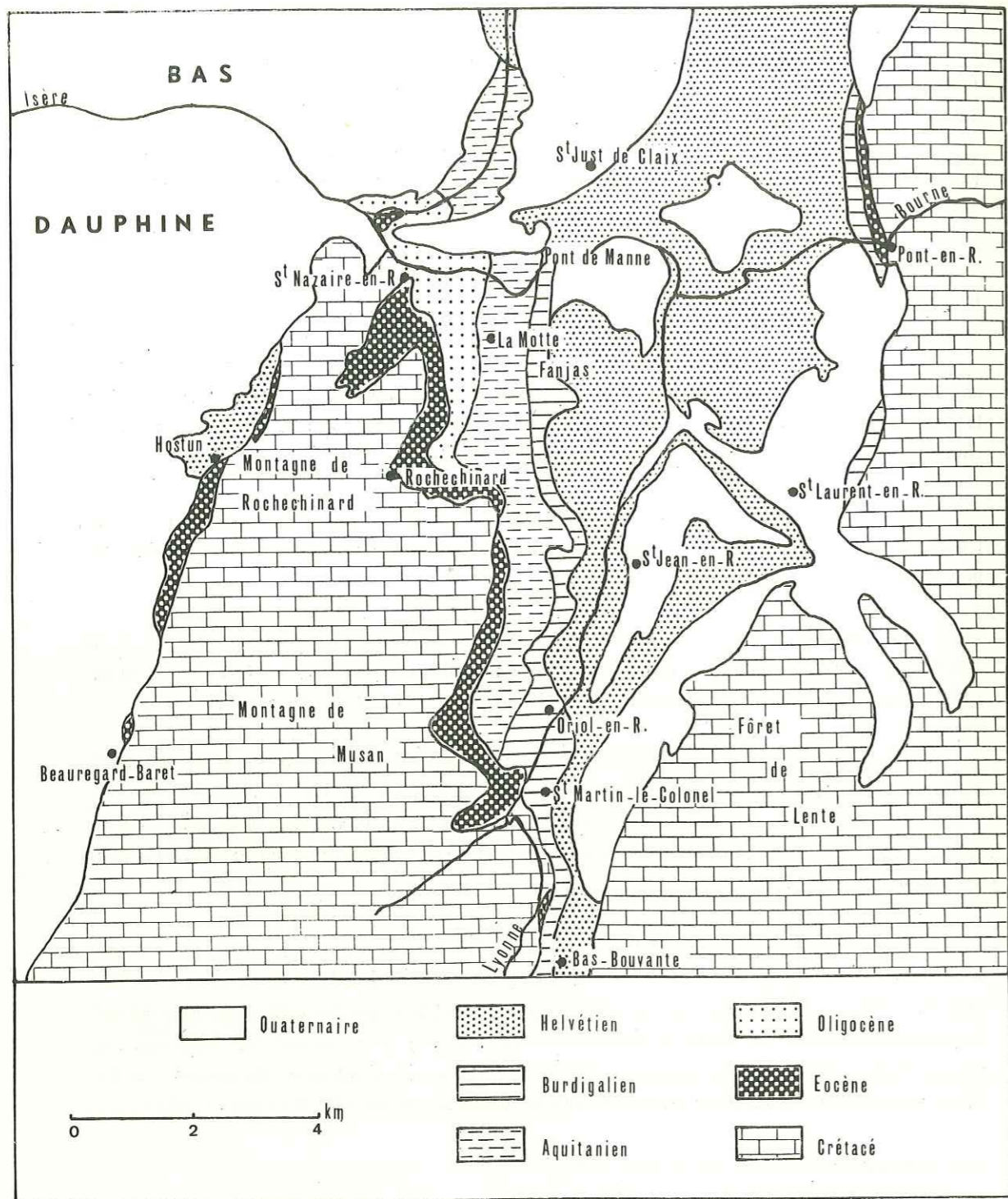


Fig. 7 - Carte géologique schématique du Royans (d'après P. Giot, 1944).

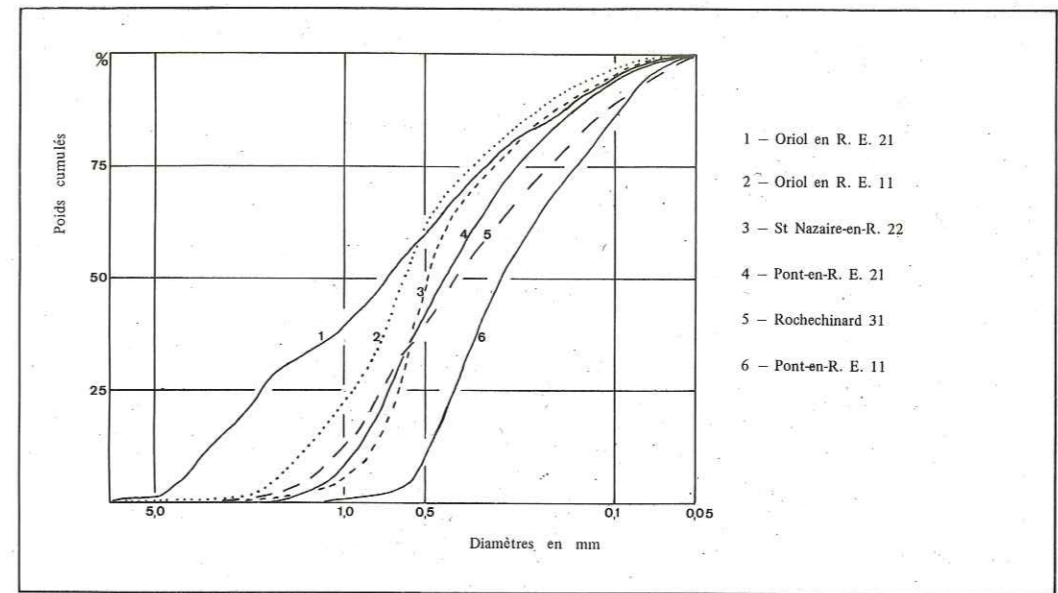


Fig. 8 - Granulométrie de l'Eocène du Royans.

néraux opaques de type ilménite.

Les minéraux résistants dominent très largement dans l'association, puisqu'ils forment 70 à 97 % du total lourd.

Zircon et monazite viennent d'abord, puis les tourmalines de toutes nuances, la brune étant cependant la plus fréquente. Les oxydes de titane sont tous représentés : le rutile et la brookite faiblement, l'anatase beaucoup plus fréquemment (jusqu'à 20 % du total lourd).

Les silicates de métamorphisme forment la deuxième partie du stock lourd. Par ordre de fréquence, on note : la staurotide (de 2 à 16 %), le disthène (jusqu'à 11 %), l'andalousite (3 %) et enfin le grenat (2 % au maximum).

Quantitativement, tous les échantillons étudiés sont très voisins les uns des autres, sauf à Pont-en-Royans E.11 où tourmaline, staurotide et disthène augmentent aux dépens du zircon.

Les grains sont dans l'ensemble peu émoussés, sauf les plus gros grains de tourmaline.

L'Eocène du Royans provient, d'après P. Giot (1944), de l'érosion des calcaires gréseux

et des grès crétacés de la chaîne dauphinoise. Les eaux entraînaient les résidus solides et les accumulaient dans les dépressions.

Sur la bordure ouest, entre Hostun et Beauregard-Baret, viennent s'ajouter à ces résidus solides locaux, des éléments très fins, en particulier du kaolin, provenant directement de la kaolinisation des feldspaths du cristallin du Massif Central.

		Tourmaline	Zircon - Monazite	Oxydes de titane	Staurotide	Disthène	Andalousite	Grenat	Divers	Nombre d'échantillons
BAS-DAUPHINE	Douévas	17	19	12	26	5	10	7	4	5
	Larnage	8	84	7					1	3
ROYANS		30	46,5	13	4,5	3	1	1	1	10
SAVOIE	Synclinal des Déserts (Bauges)		82	11		4		1,5	1,5	2
	N. Savoie (A. Vatan et alii, 1957)		77	5,5		17,5				18
BRESSE	Ratte (sondage)	33	17	16,5	26,5	3,5		1	2,5	4
	Vincelles (sondage) (S. Duplaix et alii, 1965)	33	14	24	17	9		3		1

Tabl. 3 - Composition minéralogique de l'Eocène du Bas-Dauphiné, du Royans, de la Savoie et de la Bresse.

Les minéraux lourds confirment cette dépendance de l'Eocène vis-à-vis du Crétacé. Eocène du Royans et Crétacé de l'ensemble du Vercors (ann. p. A21 et A23) comportent les mêmes espèces minéralogiques. Quantitativement, on note une diminution de la teneur en staurotide et une augmentation de celle du zircon. Par contre, la teneur en tourmaline reste presque inchangée. Or la staurotide est, parmi toutes les espèces lourdes éocènes, le minéral le moins résistant à l'altération chimique : Pour F.J. Pettijohn (1941), la succession des divers minéraux par ordre de fragilité croissante est : anatase, rutile, zircon, tourmaline, monazite, grenat, staurotide, disthène,

etc... L.B. Roukhine (1955) classe la staurotide parmi les minéraux stables devant l'altération chimique, alors que tourmaline, rutile, brookite, zircon sont considérés comme très stables.

Il y a donc, en Royans, du Crétacé à l'Eocène, augmentation des minéraux très résistants à l'altération chimique.

C - SAVOIE, JURA ET BRESSE

Dès 1949, A. Vatan donnait un aperçu de la composition minéralogique des sables éocènes du Jura méridional. Depuis, plusieurs auteurs, dont A. Vatan lui-même, ont étudié de façon détaillée les formations éocènes des chaînes bordant le N et le NE du Bas-Dauphiné (A. Vatan et alii, 1957 ; A. Lefavrais-Raymond, 1962 ; S. Duplaix et alii, 1962 et 1965).

Qu'il s'agisse des dépôts continentaux de Savoie ou des dépôts lacustres du Jura et de la Bresse, partout (tabl. 3), l'association minéralogique lourde de l'Eocène est à base de minéraux résistants : tourmaline, zircon et titanates (rutile et anatase). A côté, il existe toujours des minéraux de métamorphisme, plus nombreux dans le N de la Savoie et en Bresse que dans le synclinal des Déserts.

De plus, tous les auteurs de ces études soulignent l'analogie de composition entre le détritique éocène et les dépôts qu'il remanie directement.

Nous retrouvons donc ici les mêmes caractéristiques que dans le Royans : même minéralogie et mêmes remaniements du Crétacé.

D - CONCLUSION

Si l'on excepte les dépôts lacustres bressans, l'Eocène bas-dauphinois, savoyard et jurassien, est constitué de sables réfractaires, blancs ou rouges, non fossilifères, granulométriquement peu triés et à éléments peu roulés. Ces sables sont associés à des argiles : argiles de décalcification ou kaolin pour le S de la région.

La décalcification complète des sables, la kaolinisation des feldspaths, soulignent l'importance de l'altération chimique au cours de cette période. Elles évoquent un climat chaud avec des pluies saisonnières (Y. Bravard, 1963) permettant l'évacuation des résidus solides.

Dans le Bas-Dauphiné, la sédimentation s'effectue à partir des reliefs cristallins du Massif Central.

Dans les massifs limitrophes, le matériel détritique est, en grande partie, emprunté aux

reliefs crétacés émergés, eux-mêmes initialement tributaires du Plateau Central.

Donc, le matériel éocène de la région provient – directement ou par relais – du Massif Central.

PARTIE 2

L'OLIGOCENE



Au cours de l'Oligocène, il y a successivement surrection des zones internes des Alpes, puis surrection de l'axe des massifs cristallins externes et de la zone de l'Embrunais-Ubaye (J. Debelmas, 1963).

La mer qui occupait jusque là la partie interne de la chaîne, est rejetée vers l'Ouest. Elle atteint le NE de notre région : synclinal des Déserts (Bauges), bordure occidentale des Bornes et Suisse.

Vers l'Ouest, les influences marines se suivent jusqu'en divers points de la Bresse et du Bas-Dauphiné. Là, le régime est lagunaire.

Enfin, sur l'emplacement de la chaîne dauphinoise, l'Oligocène est fluvio-lacustre.

D'autre part, avec l'Oligocène commence la subsidence du Bas-Dauphiné (fosse de Valence) et celle de la Bresse. L'Oligocène atteint ainsi une grande épaisseur. Si celle-ci est mal connue dans la fosse de Valence, par contre en Bresse on sait qu'elle atteint mille mètres aux environs de Bourg (A. Lefavrais-Raymond, 1962). En bordure de ces fosses, existent des conglomérats dont les éléments sont constitués "au S du Bas-Dauphiné par du Houiller et du Cristallin, au N par du Jurassique moyen et en Bresse par du Jurassique supérieur et du Crétacé" (A. Lefavrais-Raymond, 1961, p. 85).

A – BAS-DAUPHINE ET ROYANS

En Royans, l'Oligocène affleure largement. Par contre, dans le Bas-Dauphiné actuel, le Miocène est partout transgressif et l'Oligocène n'est connu que par sondages.

A l'époque, cet ensemble régional comprenait deux parties :

– à l'Ouest, une fosse subsidente, où se dépose un Oligocène très épais et en partie lagunaire.

– à l'Est, les restes de la chaîne dauphinoise non encore complètement érodée.

Sur les crêtes et les flancs de cette paléochaine, l'Oligocène ne s'est sans doute jamais

déposé. Ainsi, il est absent à Montmiral 1, Brézins, Bizannes et Champier, points jalonnant la limite ouest de la zone plissée (fig. 10). Dans les synclinaux, Royans compris, l'Oligocène est fluvio-lacustre.

Les analyses que j'ai pu réaliser portent uniquement sur le domaine oriental : Royans et S du Bas-Dauphiné.

1 -- ROYANS

L'Oligocène affleure sur la bordure ouest du synclinal depuis les bords de l'Isère jusqu'au S de Rochechinard (fig. 7). Il est absent du côté rhodanien de l'anticlinal de Saint-Nazaire où les marnes aquitaniennes reposent directement sur l'Eocène (C. Germain et G. Demaison, 1958).

Depuis les études de P. Giot (1943-1944), la succession des niveaux stratigraphiques à rapporter à l'Oligocène est bien connue. Elle débute par une puissante série sableuse remaniant les sables blancs et rouges de l'Eocène. Ces sables contiennent souvent des "galets mous" d'Eocène rouge (La Motte-Fanjas 44) qui ressortent sur la masse rosâtre de l'ensemble.

Par places, quelques intercalations de calcaire lacustre renferment une faunule d'eau douce. La partie supérieure se charge de calcaire. C'est un grès grisâtre à ciment calcaire se débitant en plaquettes et contenant quelques petits *Helix cf. ramondi* Brongn. (La Motte-Fanjas 22).

a -- Granulométrie (fig. 9, tabl. 4 et ann. p. A2)

Les indices granulométriques de l'Oligocène sont voisins de ceux de l'Eocène, avec un tri encore peu net et une asymétrie inférieure à l'unité.

Toutefois les grès calcaires du sommet de la série (La Motte-Fanjas 21,22,42) sont un peu plus fins que les sables éocènes.

		Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité
EOCENE	Valeurs extrêmes	0,25 - 0,68	1,44 - 2,74	0,77 - 1,27	0,25 - 0,30
	Valeur médiane	0,45	1,67	0,82	0,27
OLIGOCENE	Valeurs extrêmes	0,20 - 0,51	1,62 - 1,97	0,57 - 1,72	0,26 - 0,34
	Valeur médiane	0,34	1,86	0,87	0,30

Tabl. 4 -- Indices granulométriques: de l'Eocène et de l'Oligocène du Royans.

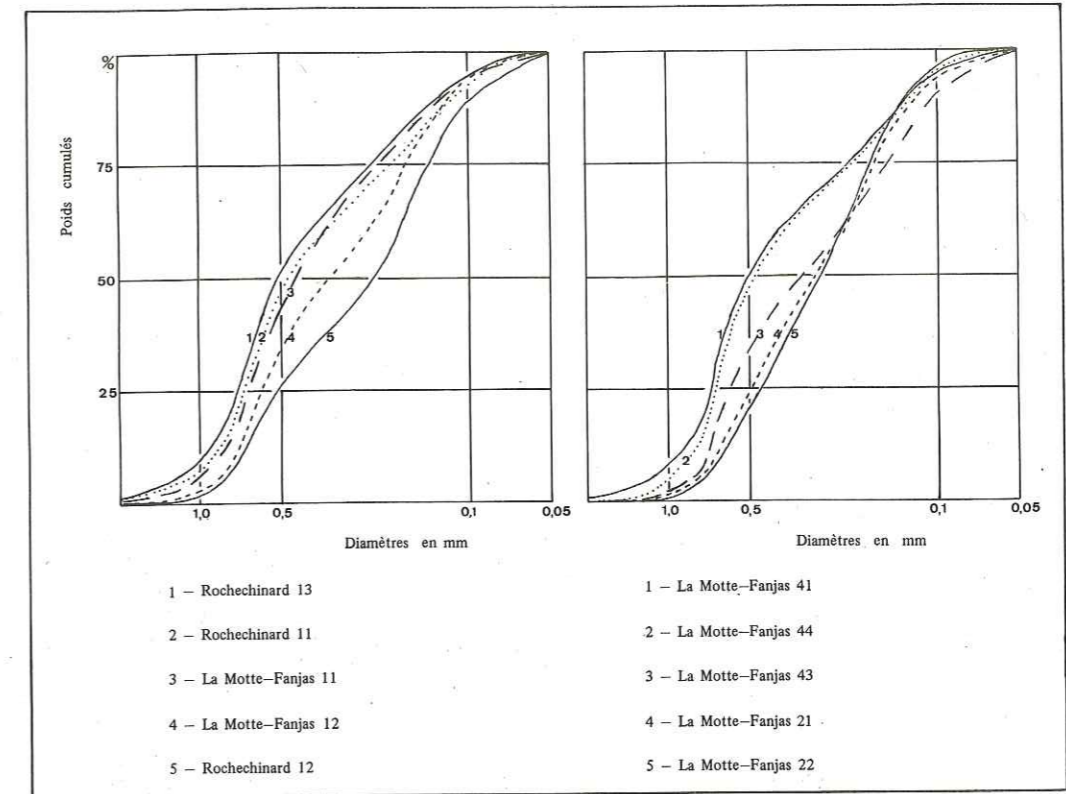


Fig. 9 -- Granulométrie de l'Oligocène du Royans.

b -- Pétrographie

— Les sables de base sont essentiellement quartzeux. Quelques uns des plus gros grains de quartz sont émoussés-luisants. D'autres sont légèrement picotés, indiquant sans doute un faible transport éolien. Enfin, la plupart sont non usés.

Une des caractéristiques qui différencie aisément sables éocènes et sables oligocènes, est la présence de calcaire dans ces derniers. Ceci avait déjà été noté par P. Giot (1944, p. 56) "comme un procédé de diagnostic simple, valable sur le terrain". En fait, l'effervescence à l'acide est toujours très brève, car la teneur en calcaire est toujours inférieure à 5 %.

— Les grès du sommet de la série contiennent des quartz plus franchement émoussés-luisants que les sables de base. Il existe aussi des grains picotés, des quartz bipyramidés et de nombreux grains non-usés.

Ces grès contiennent 15 à 25 % de calcaire, sous forme de ciment. Ils peuvent aussi ren-

fermer de petits galets calcaires ou plus rarement quartzeux.

Minéraux lourds (tabl. 5 et ann. p. A24)

Les caractéristiques de l'association minéralogique lourde des sables et grès de l'Oligocène du Royans sont très voisines de celles des sables de l'Eocène.

Ici encore, les minéraux résistants sont nombreux, les silicates de métamorphisme beaucoup plus rares. Il y a une légère diminution des gros éléments, en particulier de la tourmaline, au profit des minéraux de diamètre plus petit : zircon et monazite.

		Tourmaline	Zircon Monazite	Oxydes de titane	Staurotide Andalousite Disthène	Grenat
EOCENE	Teneurs extrêmes	21 - 43	25 - 55	2 - 21	3 - 27,5	0 - 2
	Teneur médiane	29	46	14	8	1
OLIGOCENE	Teneurs extrêmes	9 - 32	41 - 74	7 - 22	6,5 - 14,5	0 - 1,5
	Teneur médiane	21,5	56,5	11	11	+

Tabl. 5 - Composition minéralogique globale de l'Eocène et de l'Oligocène du Royans.

Donc, à l'Oligocène, sur les reliefs bordant la dépression du Royans, l'érosion chimique, dominante à l'Eocène, se poursuit. Sur leurs flancs, les sables réfractaires éocènes peuvent être remaniés soit par le vent, soit par les rivières qui les étalent sans les trier mais en abandonnant les éléments les plus gros. C'est ce régime fluvial qui prédomine. Il peut devenir localement et temporairement lacustre.

Le climat oligocène est donc, dit Y. Bravard (1963, p. 50) chaud car la dissolution des calcaires est importante et relativement humide car les lacs ont besoin d'une "alimentation continue en eau".

2 - - BAS - DAUPHINE

Les sondages effectués par la Société des Pétroles de Valence et traversant l'Oligocène de l'E du Bas-Dauphiné, ont été interprétés par C. Germain et G. Demaison (1958). Ils notent (p. 71) que "la répartition des faciès oligocènes a dû être commandée par l'existence des paléo-

structures", et conclut "qu'il n'est pas étonnant, par conséquent, que les corrélations entre les différents termes de l'Oligocène traversés par les sondages et l'Oligocène exposé à l'affleurement soient difficiles".

Pour eux, seul l'Oligocène du sondage de Saint-Lattier "se parallélise bien dans les grandes lignes avec l'Oligocène du Royans" (p. 55).

J'ai pu étudier les minéraux lourds de quelques carottes de sondages de Beaurepaire, Faramans, La-Tour-du-Pin et Varacieux, ainsi que l'ensemble des "cuttings" du sondage de Saint-Lattier. Quoique fragmentaire, cette étude apporte quelques données sur la sédimentation oligocène du Bas-Dauphiné.

L'Oligocène du sondage de Saint-Lattier.

La plus grande partie de l'Oligocène est constituée par des sables si voisins de ceux du Royans que C. Germain et G. Demaison (1958) les appellent "Grès du Royans". Ils renferment quelques passées de calcaires gréseux gris et sont surmontés par un calcaire beige (fig. 11).

Les minéraux lourds de ces sables (fig. 11 et ann. p. A25) sont qualitativement et quantitativement semblables à ceux du Royans : le zircon et la monazite prédominent largement (51 %) sur la tourmaline (24 %) et les oxydes de titane (8 %) ; les silicates de métamorphisme sont peu nombreux (12 %).

A Saint-Lattier, la sédimentation paraît donc du même type que dans le synclinal du Royans, sédimentation fluvio-lacustre locale remaniant les dépôts détritiques éocènes.

L'Oligocène des sondages de Beaurepaire, Faramans, La-Tour-du-Pin et Varacieux.

Dans toutes les interprétations des données de ces sondages (C. Germain et G. Demaison, 1958 ; G. Demarcq, 1962 ; Y. Bravard, 1963), l'Aquitainien est groupé avec l'Oligocène. Aussi est-il difficile de savoir quelle épaisseur atteint l'Oligocène s.s. Les quelques carottes étudiées (ann. p. A24) sont des calcaires argileux ou des marnes toujours pauvres en éléments détritiques de diamètre supérieur à 0,05 mm. Elles sont toutes situées à la base de cet Oligocène et peuvent donc sans aucun doute être rattachées à ce dernier.

L'association minéralogique lourde possède les mêmes caractéristiques qu'à Saint-Lattier et en Royans. Mais les différences quantitatives sont importantes. Si la tourmaline (29 %), le zircon (17 %) et les oxydes de titane (15 %) sont encore les minéraux essentiels, à côté la staurotide est fréquente (23 %). Enfin le grenat qui, jusque là, était un constituant très accessoire, prend de l'importance (16 %).

Ces quelques résultats permettent de penser que le détritique du NE du Bas-Dauphiné provenait, au moins en partie, directement du Massif Central.

Ceci est confirmé par des sondages faits plus récemment au SE de Lyon, à Saint-Bonnet et Saint-Laurent-de-Mure. L'Oligocène est d'abord formé de conglomérats à galets calcaires, puis de marnes sableuses avec "galets cristallins très altérés fréquents, passant même à de véritables conglomérats, qui témoignent de la proximité de roches cristallines soumises à l'érosion" (A. Lefavrais-Raymond, 1961, p. 85).

B – REGIONS EXTRA-DAUPHINOISES

Deux domaines très distincts sont à envisager :

- le domaine bressan et jurassien.
- le domaine savoyard et suisse.

1 – – DOMAINE BRESSAN ET JURASSIEN

En Bresse, l'Oligocène comprend deux faciès principaux (A. Lefavrais-Raymond, 1962) :

– un faciès lagunaire épais, avec marnes bariolées à gypse, anhydrite et quelquefois sel (Bourg-en-Bresse). Il caractérise le centre de la cuvette et n'est connu que par sondages (Ratte, Bourg BR1).

– un faciès conglomératique avec une alternance conglomérats-marnes bariolées. C'est un faciès de piedmont connu en affleurements et par sondages (Courlans) sur la bordure jurassienne de la cuvette.

Dans le Jura, l'Oligocène n'existe que sous forme de rares témoins représentés le plus souvent par des conglomérats avec intercalations d'argiles bariolées. Ces sédiments conglomératiques se "sont vraisemblablement déposés dans des bassins localisés, le substratum régional étant la source du matériel sableux" (S. Duplaix et alii, 1963, p. 51).

Les études minéralogiques réalisées dans ces deux régions par G. Tchimichkian et alii (1958), S. Duplaix et alii (1963-1965) indiquent une association assez homogène aux caractéristiques voisines de celles du Bas-Dauphiné et du Royans (tabl. 6).

Ici encore, les minéraux résistants forment l'essentiel du stock lourd. Les silicates de métamorphisme sont plus rares (25 % au plus). Parmi ces derniers, le grenat n'est que sporadique, sauf au S de Bourg (sondage BR1 – G. Tchimichkian et alii, 1958). En ce dernier point, le grenat devient très abondant (44 %), ce qui permet de rapprocher l'Oligocène du S de la Bresse de celui du NE du Bas-Dauphiné.

		Tourmaline	Zircon-Monazite	Oxydes de titane	Staurroïde	Disthène	Andalousite	Grenat	Divers	Nombre d'échantillons
BAS – DAUPHINE	St Lattier (sondage)	24	51,5	8	11,5	0,5	0,5	3	1	3
	Autres sondages	27	19	17	20,5	+	+	14,5	2	5
ROYANS		21	56	12	8	2,5	0,5		+	9
BRESSE	S de Bourg (sondage BR1) (G. Tchimichkian et alii, 1958)	19	6	13	18			44		10
	Ratte (sondage)	38	17	14	20	3,5	0,5	3	4	2
	Courlans (sondage)	29	29	18,5	20	2,5	+	0,5	0,5	6
	Bordure est (S. Duplaix et alii, 1965)	33,5	25,5	10,5	21	3	3	2	1,5	8
JURA	S de Pontarlier (S. Duplaix et alii, 1963)	31	32	16	18	2	+		1	7

Tabl. 6 – Composition minéralogique de l'Oligocène du Bas-Dauphiné, du Royans, de la Bresse et du Jura.

Tous les auteurs cités concluent que l'alimentation détritique est locale et a lieu surtout à partir du matériel crétacé, exception faite du sondage BR1, où l'alimentation serait plus directement tributaire du Massif Central.

2 – – DOMAINE SAVOYARD ET SUISSE

Ce domaine est limité à l'Est par les Préalpes, les Bornes et les Bauges, à l'Ouest par le Jura. Ce dernier, s'infléchissant vers le Sud-Est, vient fermer le bassin au voisinage de Chambéry (fig. 10). Au S de la région ainsi délimitée, s'étend le bassin molassique de Savoie et, au Nord, le bassin molassique suisse.

En Savoie, l'Oligocène de l'E du bassin forme un "sillon périalpin de molasse marine inférieure" (L. Collet, 1955). Il débute par des marnes bleues, se poursuit par des grès micacés (grès

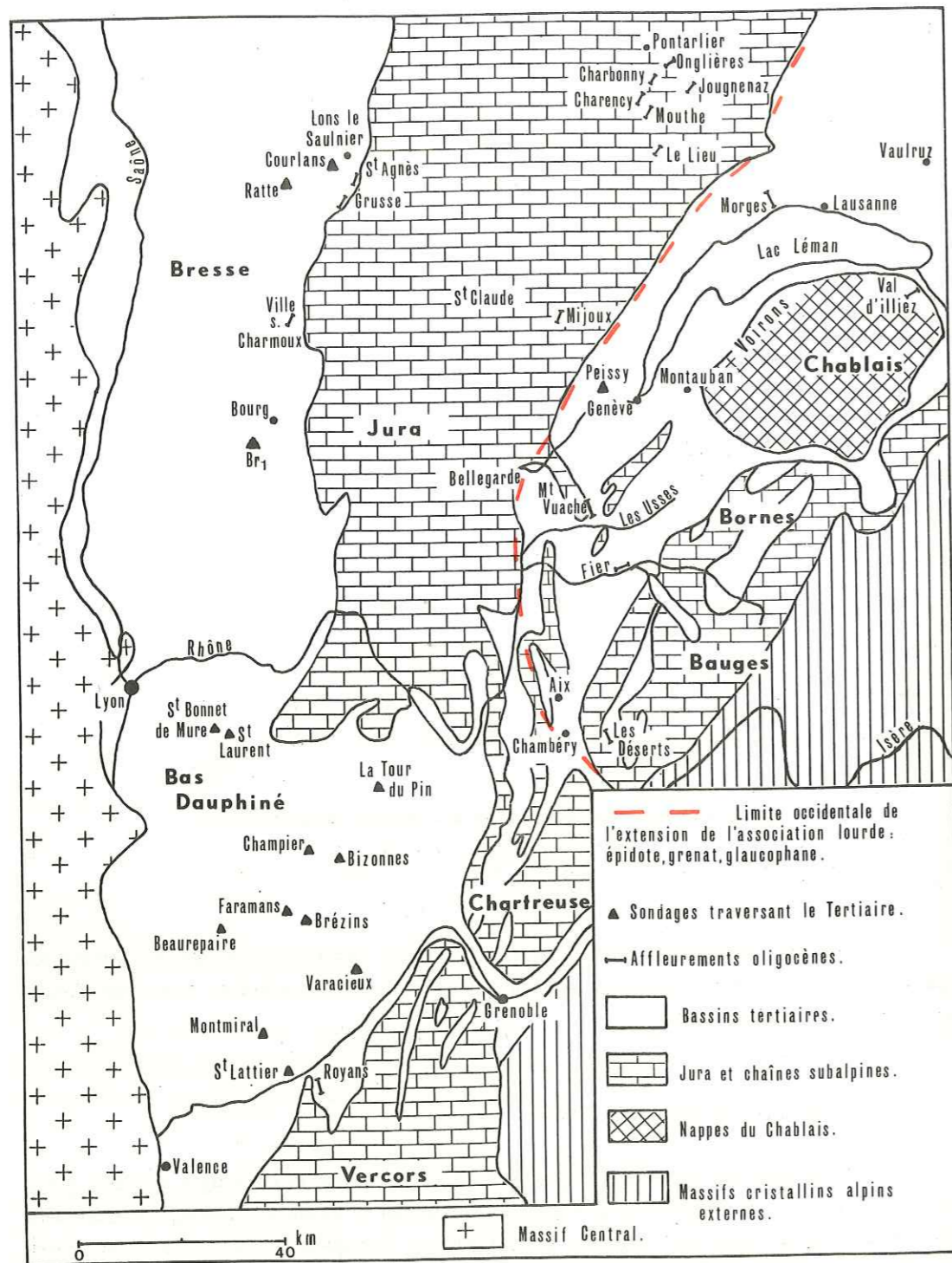


Fig. 10 – L'Oligocène du Bas-Dauphiné et des régions limitrophes : sondages et affleurements ; extension de l'association lourde : épidote, grenat, glaucophane.

de Bonneville) surmontés de calcaires et marnes à *Helix ramondi* (L. Moret, 1923).

A l'Ouest, autour de Bellegarde, l'Oligocène est marneux, avec intercalations de calcaires lacustres, de gypse et de sables bitumineux.

En Suisse, les marnes et grès de Vaulruz, rupéliens (: stampiens) affleurent peu. La plus grande partie de la molasse subalpine est chattienne (le Chattien représente, pour les géologues suisses, le Chattien et l'Aquitaniens inférieurs des géologues français). C'est la molasse dite "d'eau douce" inférieure, qui présente souvent un caractère saumâtre.

Les poudingues du Mont Pélerin, au N de Vevey, sont chattiens.

		Epidote	Grenat	Glaucophane	Tourmaline-Zircon	Oxydes de titane	Staurotide-Disthène	Divers	Nombre d'échantillons
SAVOIE	Synclinal des Déserts (Bauges)	3,5	22		34,5	18	22		2
	N Savoie (A. Vatan et alii, 1957)	14,5	45,5	2	27	3,5	7,5		15
ET	Mt Vuache { Fornant	32	42	10	10		6		25
	{ Jamaloup	40	40	8	6		6		44
	Montauban (S de St Cergues) (S. Duplaix et alii, 1963)		90		8	2	+		3
HAUTE - SAVOIE	Voirons { Conglomerats de Bellevue	11	49,5	+	12,5	7,5	3,5	16	4
	{ Molasse		62		28	7,5	2,5		5
SUISSE	Peissy (W. Genève), (sondage) (J.P. Vernet, 1964)	16	55	4,5	10,5	5	4,5	4,5	36
	Val d'Iliez (Valais) (J.P. Vernet, 1964)	20,5	29	0,5	39,5	8,5	1	1	9
	Morges (W Lausanne) (J.P. Vernet, 1958)	28	50	2	13		4	3	20

Tabl. 7 – Composition minéralogique de l'Oligocène de Savoie et de Suisse.

Les travaux minéralogiques effectués dans ce secteur sont nombreux (A. Vatan et alii, 1957 ; J.P. Vernet, 1958, 1964 ; A. Wagner et alii, 1966 ; etc...).

Tous font apparaître une nouvelle association minéralogique lourde (tabl. 7) caractérisée par le grenat accompagné de l'épidote et du glaucophane. Ils représentent 50 à 90 % du stock, sauf au Sud, dans le synclinal des Déserts, où ils n'atteignent que 25 %. Dans la plupart des cas, c'est le grenat qui domine largement sur l'épidote. Le glaucophane est beaucoup plus rare puisqu'il ne dépasse pas, en moyenne, 10 %. Son rôle est cependant extrêmement important, car, dans la partie occidentale du bassin suisse, il paraît bien "caractériser la base de la molasse jusqu'au Chattien moyen et manque par la suite" (J.P. Vernet, 1964 a, p. 96).

Le reste de l'association est formé d'une part de minéraux résistants et d'autre part de silicates de métamorphisme en particulier la staurotide.

Nous voyons donc apparaître, dans ce domaine Savoie-Suisse, en même temps que les faciès molassiques, des minéraux lourds où dominent le grenat et l'épidote. J.P. Vernet écrit (1958, p. 100) : "La sédimentation molassique est synorogénique et la province distributive des matériaux de cette formation est la chaîne alpine". C'était déjà l'opinion de A. Von Moss en 1935.

Ceci est aussi confirmé par la présence du glaucophane qui, nous l'avons vu, n'est connu, dans cette partie orientale de la France, que dans les Alpes.

C - CONCLUSION

A l'Oligocène, l'ensemble du couloir Saône-Rhône, des chaînes subalpines et du Jura se subdivise en deux parties :

- Au Nord-Est, le domaine molassique alimenté par les torrents descendant directement des Alpes.

- A l'Ouest et au Sud, une région où l'alimentation est locale et provient soit du Crétacé (conglomérats jurassiens du S de Pontarlier et conglomérats de la bordure orientale de la Bresse), soit de l'Eocène sableux (sables et grès du Royans).

A celle-ci peut s'ajouter parfois des apports venant directement du Massif Central (S de la Bresse et NE du Bas-Dauphiné).

La limite entre ces deux zones (fig. 10) jalonne la bordure orientale du Jura actuel. Au S de Chambéry, elle passe entre la Chartreuse et les Bauges, le synclinal des Déserts représentant le point le plus méridional de l'Oligocène marin.

CHAPITRE III

LE MIOCENE INFERIEUR

PARTIE 1

L'AQUITANIEN

A l'Aquitanién, la paléogéographie de la région étudiée ne subit guère de changements par rapport à celle de l'Oligocène. S'il n'existe pas de faciès franchement marins, les faciès saumâtres sont très répandus, même en des secteurs au régime jusque là fluviolacustre : Royans et SE du Bas-Dauphiné.

Le comblement de la Bresse et sans doute celui de la fosse de Valence se termine. En Savoie et en Suisse, la sédimentation "molassique" continue.

A - BAS-DAUPHINE ET ROYANS

Comme à l'Oligocène, l'Aquitanién n'affleure que dans le Royans. Dans le Bas-Dauphiné, il n'est connu que par sondages. Les couches qui lui sont attribuables sont difficiles à séparer de celles de l'Oligocène surtout lorsque la microfaune manque, car "sitôt qu'il n'est pas marin, l'Aquitanién ressemble à l'Oligocène sous-jacent" (G. Demarcq, 1962, p. 392).

1 - - ROYANS

L'Aquitanién est essentiellement représenté sur le bord occidental du synclinal, de l'Isère au Nord jusqu'aux environs d'Oriol-en-Royans, au Sud. Il repose, au Nord, sur l'Oligocène et à partir de Rochechinard, directement sur l'Eocène (fig. 7).

Une bande d'affleurements "mince, mais continue", existe aussi sur la bordure ouest de l'anticlinal (C. Germain et G. Demaison, 1958).

L'étage débute par quelques mètres de calcaire argileux à faune saumâtre, et se poursuit par 50 à 100 m de marnes bleuâtres comprenant des intercalations de calcaire à faune saumâtre. Donc, à l'Aquitaniens, "tout le Royans fut envahi par une vaste lagune" (P. Giot, 1944).

P. Giot (1944) attribue encore à l'Aquitaniens une vingtaine de mètres de sables jaunes, à stratification entrecroisée, visibles dans la vallée de la Bourne (Saint-Just-de-Claix, A.12). Ces sables doivent être placés, comme l'avait fait tout d'abord E. Mermier (1897), dans le Burdigalien. En effet, les lentilles marneuses incluses dans ces sables, renferment une microfaune de foraminifères à affinités burdigaliennes (Saint-Just-de-Claix, A.11).

Les marnes aquitaniennes forment l'essentiel de la dépression existant entre le Crétacé et les "hauteurs médianes" helvétiques du Royans (P. Giot, 1944). Elles sont surtout visibles dans les champs, mais les bonnes coupes sont rares.

A La Motte-Fanjas, sur le C.D. 587, un bon affleurement (La Motte-Fanjas 3) montre les marnes aquitaniennes gris-bleuâtres, plastiques, légèrement sableuses et très micacées. Elles sont entrecoupées de petits lits de grès à ciment calcaire, de 5 à 10 cm d'épaisseur.

L'ensemble marnes-grès, complètement azoïque, est très différent des sables oligocènes sous-jacents. D'une part, granulométriquement : le grès (La Motte-Fanjas 32 ; ann. p. A3) est fin (médiane : 0,11 mm) et bien classé. D'autre part, minéralogiquement : parmi les minéraux légers, il y a toujours à côté du quartz, des feldspaths, des micas (muscovite et chlorite surtout, plus rarement biotite) et de rares petits grains de glauconie. Pour les minéraux lourds, l'association change aussi très nettement (ann. p. A26). Les minéraux caractérisant le Paléogène (tourmaline, zircon et oxydes de titane ainsi que staurotite et disthène) ne représentent plus que 30 % du total lourd. Il apparaît, à côté de ces éléments, une très forte proportion de grenat (50 %), un peu d'épidote (14 %) et aussi du glaucophane (1 %). Nous voyons donc, pour la première fois en Royans, apparaître l'association minéralogique dite "alpine", avec ses deux minéraux essentiels grenat et épidote, et son marqueur le glaucophane.

Au Paléogène, le Royans formait une petite dépression synclinale resserrée entre deux zones anticlinales crétacées. Les apports détritiques, purement locaux, provenaient du remaniement des formations précédentes.

A l'Aquitaniens, la lagune est alimentée par des venues beaucoup plus lointaines et très fines, les rivières ayant abandonné le matériel grossier en amont. Ces rivières devaient provenir du Nord-Est, l'Aquitaniens étant inconnu dans le Vercors.

Il est difficile, dans les sondages réalisés par la Société des Pétroles de Valence de reconnaître exactement les couches attribuables à l'Aquitaniens. Cependant C. Germain et G. Demaison (1958) indiquent la présence d'un Oligocène s.l. saumâtre, dans les forages de Saint-Lattier, de Faramans et de Beurepaire. Plus au Nord (Champier, Bizannes, Saint-Bonnet-de-Mure), l'Aquitaniens manque.

Les dépôts saumâtres, étudiés par ces auteurs dans le sondage de Saint-Lattier, sont constitués de près de 300 m de marnes grises surmontées d'argiles versicolores. Ils contiennent quelques ostracodes d'âge aquitaniens. Seule la base de la série, soit les 170 m de marnes grises, se parallélise bien avec l'Aquitaniens du Royans.

Pétrographie de l'Aquitaniens du sondage de Saint-Lattier.

Au-dessus des grès "du Royans", les marnes et argiles versicolores possèdent une fraction sableuse à quartz dominant, feldspaths et micas. Il existe aussi, dans les marnes, un peu de glauconie, en petits grains mamelonnés très frais.

L'association lourde est la même qu'en Royans : le grenat est le minéral essentiel (30 à 47 %). Il est accompagné par l'épidote (8 à 28 %) et le glaucophane. A eux trois, ces minéraux forment près de 60 % du total lourd. Les autres espèces sont toujours des minéraux résistants et des silicates de métamorphisme (fig. 11 et ann. p. A25).

De bas en haut de la série, il est possible de noter l'augmentation du pourcentage en minéraux alpins (de 40 à 74%) et la diminution simultanée des minéraux typiques du Paléogène (de 58 à 22 %). Donc, là encore, les dépôts de Saint-Lattier sont très voisins de ceux du Royans. Une seule lagune devait s'étendre sur cette région, comme en témoigne la mince bande de marnes sur la bordure ouest de l'anticlinal de Saint-Nazaire. Elle devait atteindre, vers le Nord, au moins Beurepaire et Faramans (marnes saumâtres).

L'apparition des minéraux alpins dans cette lagune est donc un bon critère de reconnaissance de l'Aquitaniens, lorsque la faune manque.

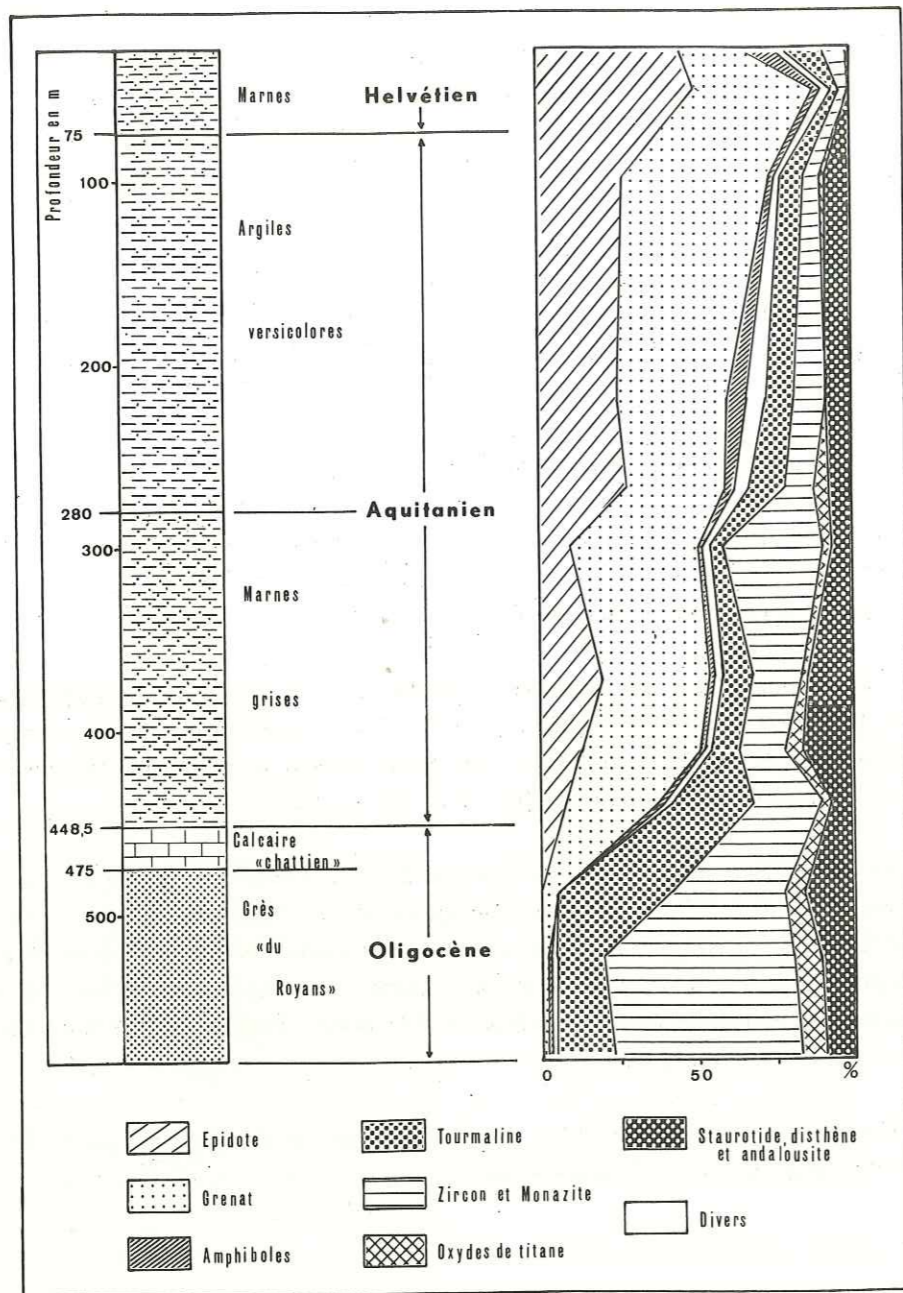


Fig. 11 – Minéraux lourds du sondage de Saint-Lattier SL₁ (Drôme).

		Epidote	Grenat	Glaucophane	Tourmaline-Zircon	Oxydes de titane	Staurotide-Disthène	Divers	Nombre d'échantillons
BAS- DAUPHINE	St Lattier (sondage)	19	36,5	0,5	26	2	11	5	7
ROYANS		14	52	1	14	2	15	2	3
BRESSE	S de Bourg (sondage BR) (G. Tchimichklian et alii, 1958)	44	24	2	11,5	6	6	6,5	3
	Ratte (sondage) (S. Duplaix et alii, 1965)	69	11		7	5	6	2	1
JURA	N de Belley (Thoy)	9	47		27	14	3		1
	N de St Claude (Les Rousses) (S. Duplaix et alii, 1965)	76	12		6	1	3,5	1,5	2
HAUTE- SAVOIE	Bassin de Rumilly- Aix-les-Bains (A. Vatan et alii, 1957)	20	49	6,5	14,5	5,5	2,5	2	1
	Mt Vuache-Fornant (A. Wagner, 1962)	30 à 47	17 à 30						
SUISSE	Plaine méridionale (A. Vatan et alii, 1957)	68	17		7			8	6
	Morges (W de Lausanne) (J.P. Vernet, 1958)	63	22	+	10	2	3		5
	Chandlar (Lausanne) (A. Bersier et J.P. Vernet, 1964)	70	16,5		9,5	1,5	0,5	2	15

Tabl. 8 – Composition minéralogique de l'Aquitanién.

B — REGIONS EXTRA-DAUPHINOISES

Les deux domaines distingués lors de l'étude de l'Oligocène, ne sont plus aussi différenciés.

De même que Bas-Dauphiné et Royans, Bresse et Jura voient apparaître les minéraux alpins. En Savoie et en Suisse, cette même association alpine continue.

1 — — BRESSE ET JURA

Un grand lac s'étendait sur toute la Bresse et même sur une partie du Jura actuel. Des venues saumâtres ont dû se produire à divers niveaux "occasionnant dans le lac des modifications ou des destructions de faune" (A. Lefavrais-Raymond, 1962, p. 114).

Les dépôts sont surtout des calcaires lacustres connus en sondages dans le centre de la cuvette et à l'affleurement sur la bordure jurassienne.

En Bresse, les résultats minéralogiques concernant cet Aquitanien, sont peu nombreux (sondage BR1, au S de Bourg et sondage de Ratte). Dans les deux cas (tabl. 8) épidote, grenat et glaucophane comptent pour 70 à 80 % et l'épidote domine toujours sur le grenat.

Dans le Jura, on connaît peu de formations aquitaniennes. S. Duplaix (in S. Duplaix et alii, 1965) étudie la minéralogie de deux lambeaux rapportés à cet étage : l'un près de Belley (Thoy) et l'autre, au N de Saint-Claude (Les Rousses), (tabl. 8). Aux Rousses, il y a, près de 90 % de minéraux alpins, avec 70 % d'épidote. A Thoy, le grenat (47 %) domine sur l'épidote (9 %). Les minéraux résistants sont très fréquents (40 %).

Ici encore, il y a donc une nouvelle source de matériel détritique provenant sans nul doute de l'Est. Par places, une alimentation plus locale peut s'y ajouter (Thoy) ou subsister presque seule (Grusse).

2 — — SAVOIE ET SUISSE

Dans ce domaine la sédimentation gréseuse de type molassique continue.

Au Sud, en Savoie, dans le bassin de Rumilly—Aix-les-Bains, l'Aquitaniien débute par la molasse grise et se termine par des marnes rouges.

Plus au Nord, dans les Bornes, l'Aquitaniien n'est pas représenté (D. Rigassi, 1957). Dans

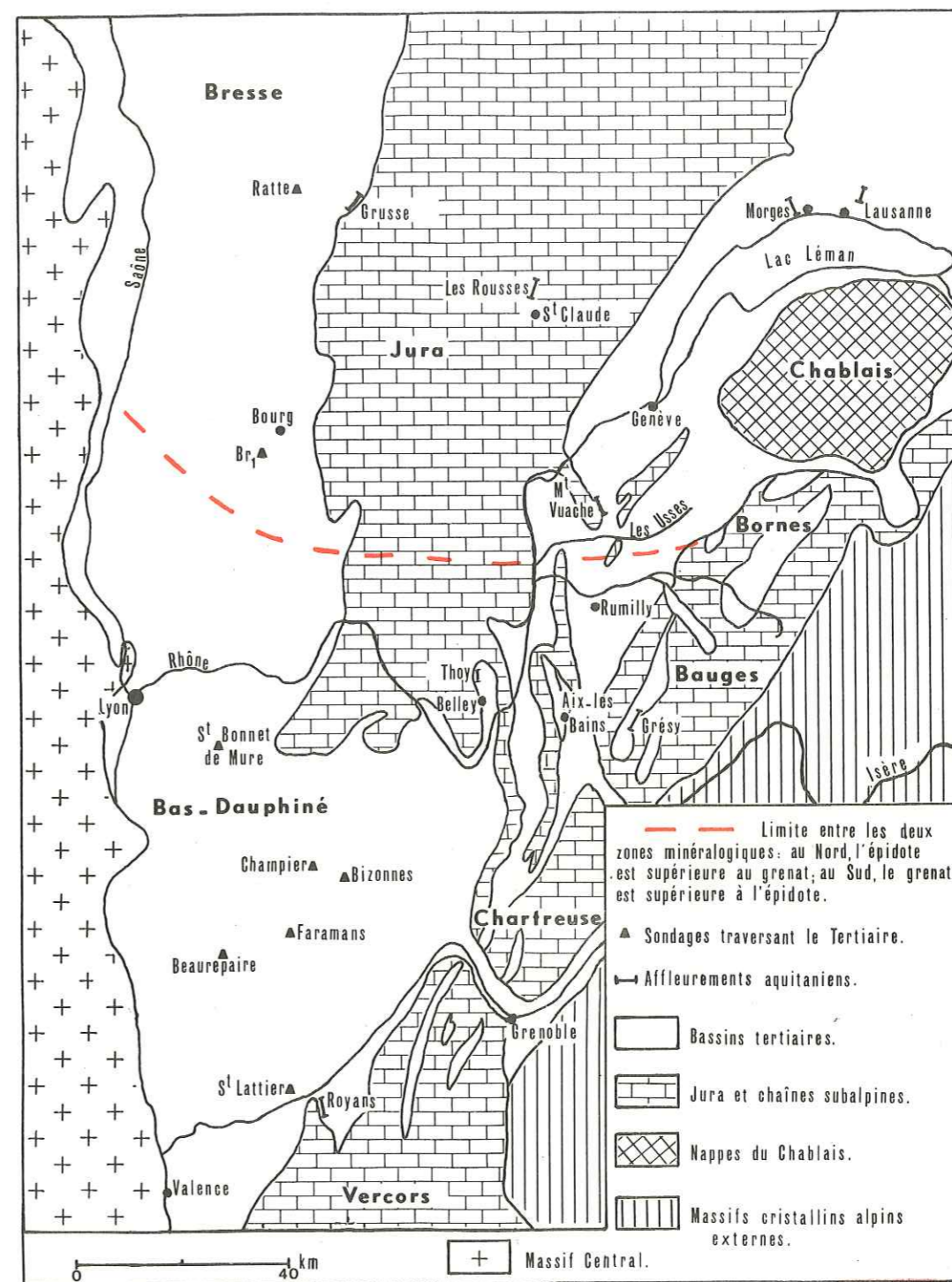


Fig. 12 — L'Aquitaniien du Bas-Dauphiné et des régions limitrophes : sondages et affleurements ; extension des deux zones minéralogiques.

le bassin de Genève, il est très rare, sauf entre Salève et Vuache.

Enfin, en Suisse, au N du Lac Léman, l'Aquitaniens est représenté par la molasse grise de Lausanne.

Partout, les minéraux lourds, autres que les minéraux alpins, sont peu représentés (tabl. 8). Parmi ces derniers, l'épidote et le grenat sont seuls, le glaucophane presque absent.

Au Sud, dans le bassin d'Aix-les-Bains, le grenat (49 %) domine sur l'épidote (20 %). Partout ailleurs, l'épidote prédomine largement (67 %) sur le grenat (18 %).

Exceptant la région d'Aix-les-Bains, il y a, de l'Oligocène à l'Aquitaniens, un très net enrichissement en épidote. Pour la Suisse, J.P. Vernet écrit : "ce qui caractérise en règle générale l'Aquitaniens, c'est avant tout l'importance quantitative de l'épidote et la pauvreté du reste du cortège minéralogique" (in A. Bersier et J.P. Vernet, 1964, p. 10).

C — CONCLUSION

L'Aquitaniens marque l'homogénéisation de l'association minéralogique dans l'ensemble régional étudié. Les apports alpins cantonnés, pendant l'Oligocène, au domaine savoyard et suisse, s'étalent largement jusqu'à la Bresse et au Bas-Dauphiné. Ils sont relativement grossiers (molasses) dans ce premier domaine et très fins (marnes) sur les bordures et dans le Sud.

Une zone nord, s'étendant sur la Suisse, la partie septentrionale de la Savoie, le Jura et la Bresse, est caractérisée par la dominance de l'épidote sur le grenat. La zone sud, est, au contraire, beaucoup plus riche en grenat qu'en épidote (fig. 12).

A l'Aquitaniens, la Bresse est alimentée à partir de l'Est, par dessus le Jura actuel, par les mêmes sources que la molasse grise de Lausanne et celle du Vuache. Au Sud, les sédiments détritiques du Bas-Dauphiné et du Royans ont même source que les molasses du bassin de Rumilly-Aix-les-Bains.

PARTIE 2

LE BURDIGALIEN

Au Burdigalien, de nouveaux changements vont apparaître dans la paléogéographie.

Nous avons vu, au cours de l'Oligocène, qu'à la phase de contraction sannoisienne succédait la surrection des zones internes puis des zones externes des Alpes. Viennent ensuite, pendant la plus grande partie du Miocène, des mouvements verticaux très simples (J. Debelmas, 1963).

Ces mouvements vont provoquer un affaissement qui commence au Burdigalien dans la partie orientale (Chaînes subalpines actuelles) ; il gagnera ensuite vers l'Ouest au cours du Miocène, tandis que l'Est aura tendance à se relever.

A la faveur de cet affaissement, la mer pénètre à nouveau dans notre région en venant du Sud. Elle s'étend, en un long chenal, sur l'emplacement des chaînes subalpines actuelles (fig. 13). Ce chenal est bordé, à l'Est, par la chaîne alpine, et à l'Ouest, par les calcaires urgoniens de l'anticlinal de Saint-Nazaire-en-Royans (P. Giot, 1944) et ceux de la ride Saint-Quentin-Saint-Julien-de-Ratz, qui les relayent vers le Nord (G. Demarcq, 1962). La mer s'étale aussi sur le Jura oriental, mais vers l'Est, n'atteint pas les Bauges ni les Bornes. Elle passe ensuite en Suisse.

Dans les zones émergées qui bordent ce chenal, les dépôts à rapporter au Burdigalien sont rares.

Je n'étudierai ici que le Burdigalien marin, tout d'abord dans le Royans où il est transgressif sur le Tertiaire ancien, puis dans le Vercors où il constitue les premiers dépôts tertiaires et enfin en Chartreuse. Je comparerai ensuite mes résultats à ceux obtenus par différents auteurs en Haute-Savoie, en Suisse et dans le Jura.

A — ROYANS

Le Burdigalien affleure de part et d'autre du synclinal tertiaire, mais il est beaucoup plus développé et plus varié à l'Ouest qu'à l'Est (fig. 7).

1 — FACIES

La succession des divers faciès est bien connue depuis les travaux récents de P. Giot (1944), G. Demarcq (1962) et N. Dasarathi (1966).

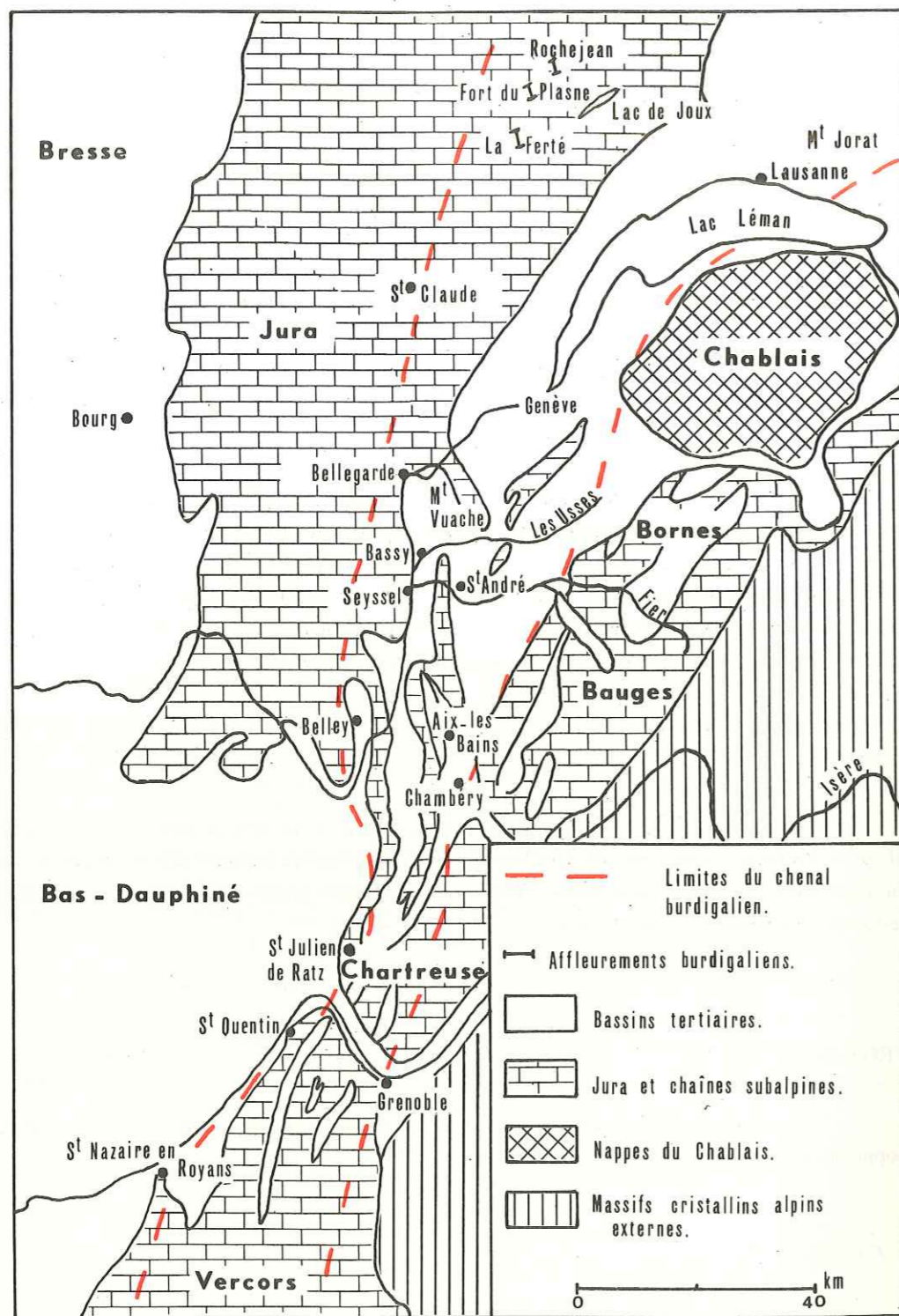


Fig. 13 - Extension de la mer burdigalienne.

a - A l'E du synclinal, près de Pont-en-Royans, le Burdigalien s'intercale, en une mince bande longitudinale, entre l'Helvétien et les sables blancs éocènes. Au Sud, près de Saint-Laurent-en-Royans, il repose directement sur le Crétacé.

Toujours peu épais (10 à 15 m), il montre, à la base, des grès friables, blanchâtres, quartzueux, légèrement glauconieux et à ciment calcaire (Pont-en-Royans 52). Ce grès est assez grossier (médiane : 0,60 mm), normalement classé et avec un tri plus sélectif des gros éléments (fig. 15). Il est surmonté par des marnes gris-bleu, finement quartzueuses et micacées, se débitant en petites plaquettes (Pont-en-Royans B.11).

Viennent ensuite, les marnes jaunes de l'Helvétien (fig. 22).

b - A l'W du synclinal, le Burdigalien affleure de façon continue depuis le Pont-de-Manne (commune de Saint-Just-de-Claix) au Nord, jusqu'à Bouvante au Sud. Du Nord au Sud, il repose sur des terrains de plus en plus anciens : Aquitaniens, Oligocène, Eocène et enfin Crétacé (fig. 7).

Il débute par quelques mètres de marnes grises, plastiques, pauvres en éléments détritiques sableux. Ces éléments sont surtout du quartz, des feldspaths et des micas, et aussi de la glauconie.

Au dessus des marnes, les faciès sont très variés du Nord au Sud (fig. 14) :

1 - Au Pont-de-Manne, affleurent, au dessus des marnes grises (Pont-de-Manne A.11), quelques mètres de sable jaune, très ferrugineux, à stratification entrecroisée, avec des consolidations gréseuses, des passées et des galets marneux (Pont-de-Manne A.12). Ce sont des sables assez fins (médiane : 0,19 mm) bien classés (fig. 15 et ann. p. A3).

A côté du quartz et des feldspaths, la glauconie n'est pas rare. Elle est en grains vert sombre, souvent assez volumineux. C'est l'ensemble marnes-sables qui était rapporté par P. Giot (1944) à l'Aquitaniens. La présence de foraminifères dans les marnes de la base (A.11) permet, malgré quelques doutes, de placer l'ensemble dans le Burdigalien. On peut citer : *Bolivina dilatata* Reuss, *Amphimorphina hauciana* Neug., *Stilostomella verneuilli* (d'Orb.), *Cibicides boucanus* (d'Orb.), *Globigerina* sp., *Globorotaloïdes* cf. *suteri* (Bolli) et fragment de *Globocassidulina oblonga* Reuss.

Au dessus des sables, commence la coupe classique figurée par G. Demarcq (1962). Il s'agit d'un ensemble marneux comprenant le sommet du Burdigalien et une grande partie de l'Helvétien.

Les marnes burdigaliennes (Pont-de-Manne 11 et 12, fig. 16), très riches en calcaire et très finement sableuses (quartz, muscovite, glauconie), sont caractérisées par l'abondance de *Turritella turris* Bast. (P. Giot, 1944). Elles contiennent aussi quelques moules de lamellibranches, des

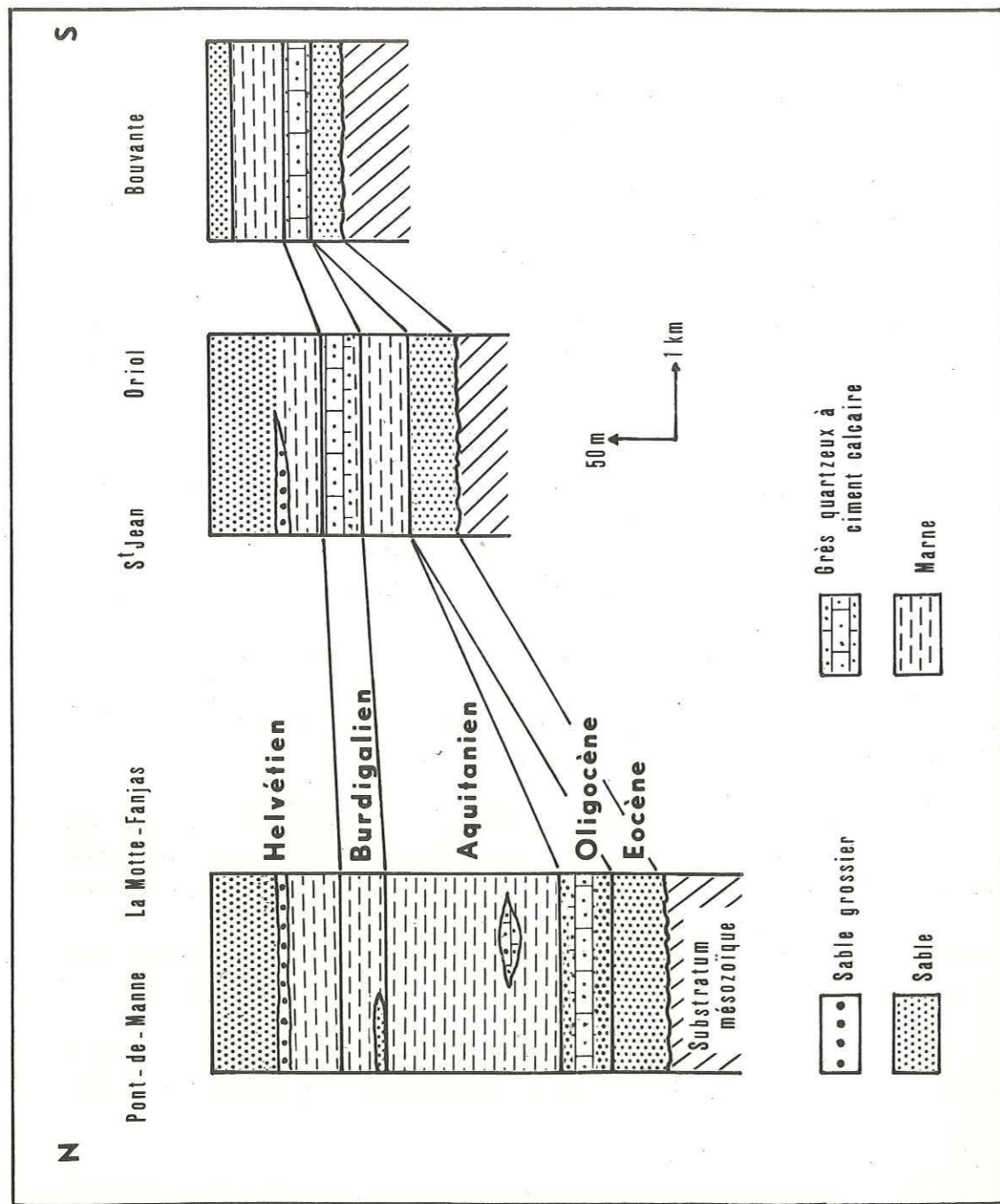


Fig. 14 - Répartition des faciès du Tertiaire dans l'W du Royans (d'après N. Dasarathi, 1966 ; légèrement modifié).

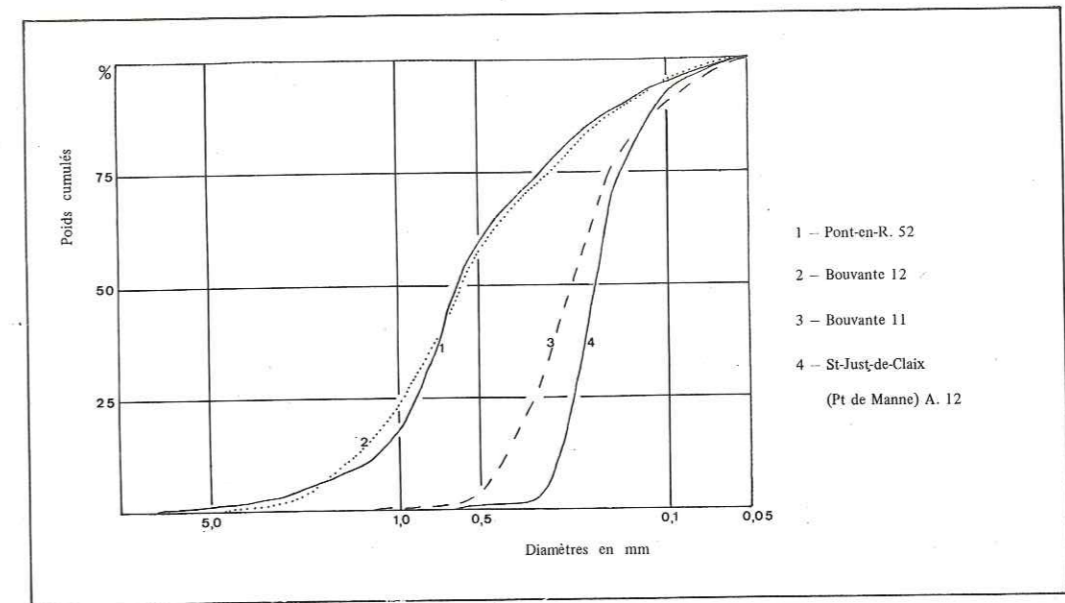


Fig. 15 - Granulométrie du Burdigalien du Royans.

foraminifères (moules internes de Rotaliids) et des ostracodes relativement abondants (1).

2 - A La Motte-Fanjas, au S de Pont-de-Manne, le Burdigalien est entièrement marneux (La Motte-Fanjas 11 et 12). Ce sont des marnes compactes, grises, quartzueuses et mica-cées (muscovite, chlorite), moins riches en calcaire qu'au Pont-de-Manne. Elles contiennent aussi de la glauconie. Elles sont très fréquemment fossilifères, avec en particulier de très nombreux moules de lamellibranches. L'étude de cette macrofaune tend à donner à l'ensemble un âge helvétien inférieur (S. Fournon, 1967). Les foraminifères sont, comme au Pont-de-Manne, à l'état de moules internes : *Ammonia* et *Elphidium*.

3 - A Oriol-en-Royans, le Burdigalien comprend tout d'abord des marnes grises analogues à celles de La Motte-Fanjas (Oriol 21,22,41 et 42) avec de nombreux moules de lamellibranches, *Turritella turris* Bast. et des fragments d'huîtres. La microfaune est assez réduite, mais comporte malgré tout quelques ostracodes et quelques foraminifères : moules internes d'*Ammonia* et d'*Elphidium* (Oriol 41 et 42), *Cibicides pseudoungerianus* Cush., *Anomalina* sp., *Stilostomella* sp. (Oriol 21 et 22). Ces rares foraminifères paraissent plus helvétiques que burdigaliens.

(1) Les ostracodes du Royans seront étudiés par G. Carbonnel, (1969, Docum. Lab. Géol. Lyon, n° 32, sous presse).

Il faut noter aussi la présence de quelques coccolithes (Oriol 21).

Au dessus (Oriol 11 et 12), le Burdigalien se poursuit par un calcaire très dur, finement détritique, avec locale abondance de glauconie en gros grains (Oriol 12). Il renferme des fragments d'huitres et aussi *Chlamys praescabriuscula* Font., *Pecten subbenedictus* Font., etc... (G. Demarcq, 1962).

4 - A Bouvante, le Burdigalien est entièrement calcaire. Mais il s'agit d'un calcaire très détritique souvent avec graviers de quartz teintés de vert par un léger enduit glauconieux. La glauconie est assez abondante. Les fragments coquilliers, nombreux, sont très brisés. Les bryozoaires sont fréquents. Le résidu insoluble (à l'acide chlorhydrique) est d'autant mieux classé et mieux trié qu'il est plus fin (fig. 15 et ann. p. A3).

Le Burdigalien du Royans est donc très varié d'un point à un autre et présente des faciès plus calcaires et plus grossiers au Sud qu'au Nord.

2 - - MINÉRAUX LOURDS

Comme à l'Aquitainien, l'association comporte trois groupes minéralogiques (fig. 16 et ann. p. A26). Le plus important est représenté par l'épidote, le grenat et les amphiboles (de 50 à 90 % du total). Le groupe des minéraux résistants peut atteindre 30 % et celui des silicates de métamorphisme 20 % seulement.

Parmi les minéraux alpins, la prépondérance revient soit à l'épidote, soit au grenat. Les variations quantitatives de ces deux minéraux sont rapides et soulignent les variations dans la sédimentation. Le glaucophane, rarement absent, peut être même abondamment représenté (jusqu'à 12 %).

Enfin, il faut souligner l'association très particulière caractérisant le sable jaune existant à la base du Burdigalien de Pont-de-Manne (Saint-Just-de-Claix A.12). Il renferme une très grande quantité d'amphibole verte et brune : 63 %. Je n'ai retrouvé nulle part cette prédominance et un seul échantillon ne permet guère d'expliquer cette anomalie.

Dans son ensemble, le Burdigalien du Royans, toujours peu épais, montre des faciès plus variés au Sud qu'au Nord. Il est riche en carbonates et en éléments détritiques, toujours glauconieux. Le détritique est grossier vers l'Est (Pont-en-Royans) et vers le Sud (Bouvante), plus fin vers le Nord-Ouest (Pont-de-Manne).

Cette dernière partie formait dans le golfe du Royans une zone de calme à l'abri des courants marins.

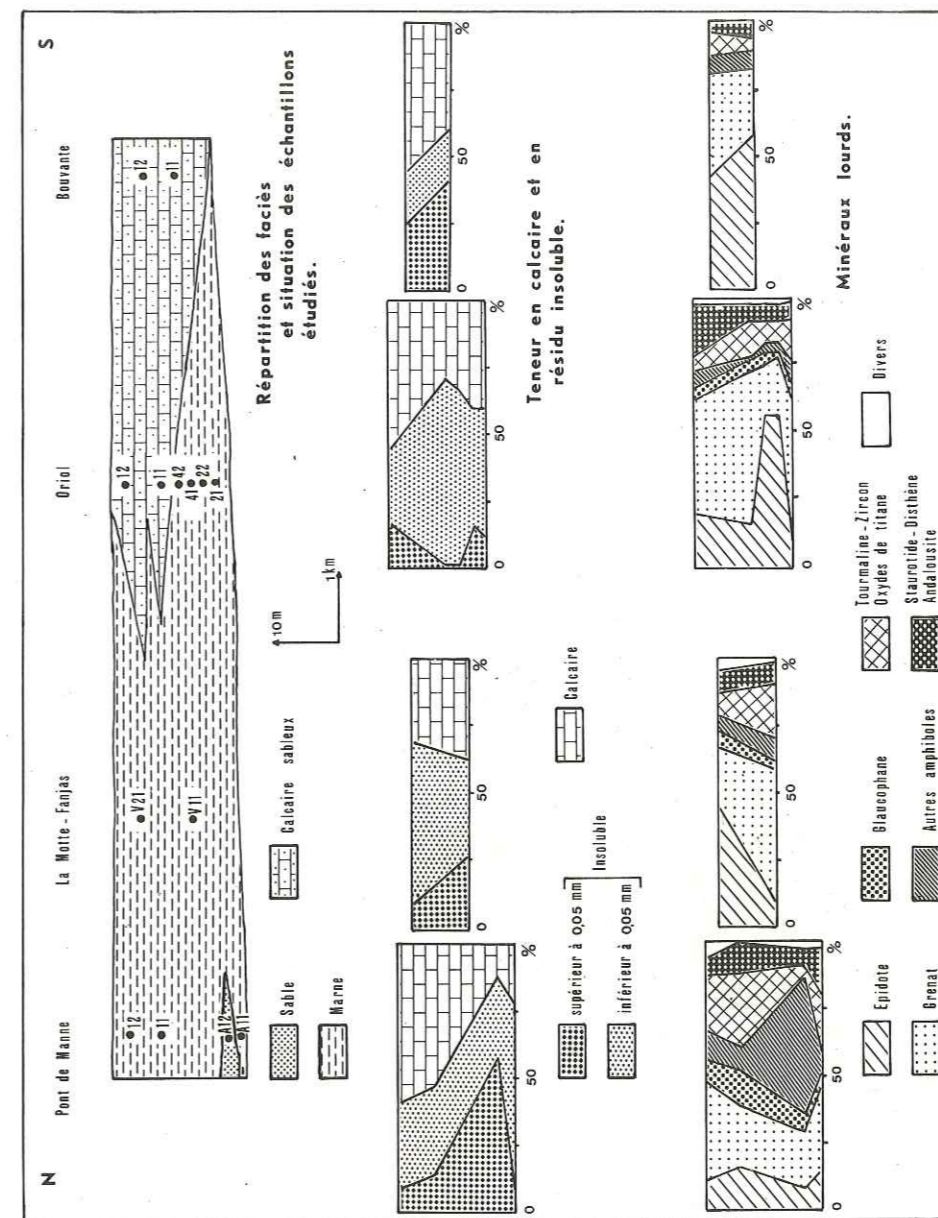


Fig. 16 - Burdigalien de l'W du Royans : répartition des faciès ; teneur en calcaire ; minéraux lourds.

B - VERCORS

La partie nord du Vercors, entre le Royans et le sillon subalpin, comporte, outre le synclinal du Royans trois grands synclinaux étroits où sont conservés les dépôts tertiaires burdigaliens et helvétiques.

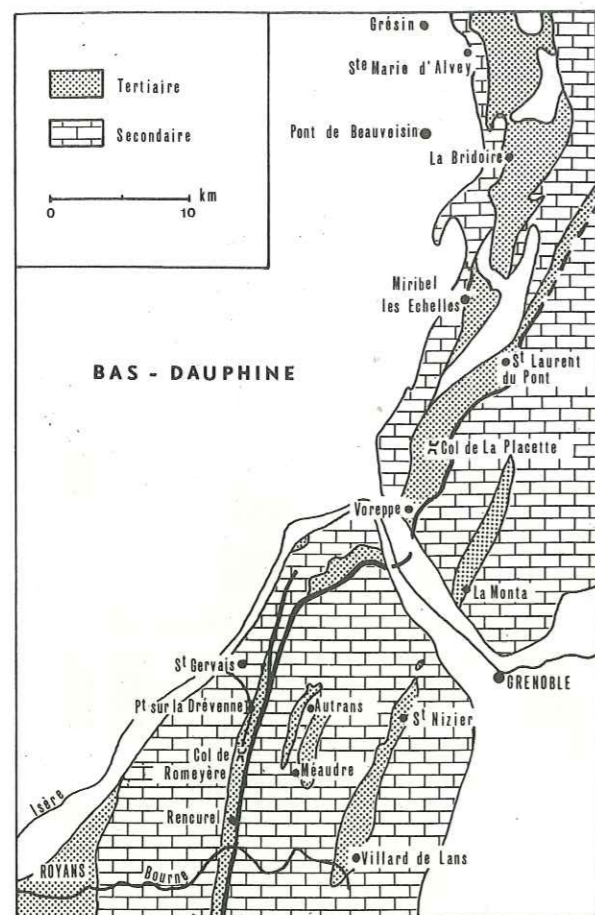


Fig. 17 - Les synclinaux tertiaires du Vercors et de la Chartreuse.

D'Ouest en Est, on distingue (fig. 17) :

- le synclinal du Vercors ou des Ecouges, très allongé depuis le Col du Rousset au Sud, jusqu'à l'extrémité nord du Vercors.
- le synclinal de Méaudre-Autrans, au N des gorges de la Bourne.
- le synclinal de Lans, du S de Villard-de-Lans à Sassenage.

Le Burdigalien n'est bien caractérisé que dans le synclinal du Vercors. Dans celui de Méaudre, il est toujours plus ou moins caché par les alluvions (G. Demarcq, 1962). Enfin, dans celui de Lans, il est peu développé, ou peut-être déjà en partie conglomératique (conglomérats de Voreppe).

1 - Synclinal du Vercors

Le Burdigalien n'existe que sur le flanc ouest. Il repose directement sur le Turonien calcaire. Il est toujours peu épais, 10 à 30 m au maximum, et sous forme de grès calcaire glauconieux, très détritique au Sud, plus calcaire au Nord (G. Demarcq, 1962).

Les deux coupes étudiées, sont situées au N des gorges de la Bourne, dans le Burdigalien calcaire. Elles sont toutes deux décrites par G. Demarcq (1962).

a - A La Balme de Rencurel, au N immédiat de la Bourne, la succession est la suivante, de bas en haut (fig. 19) :

- Turonien calcaire (discordance angulaire de 25°).
- Grès calcaire avec quelques galets à patine verte (Rencurel 11 et 12) 10 m
- Dalle calcaire fossilifère, avec essentiellement *Chlamys aff. praescabriuscula* Font. (Rencurel 13). 3 m
- Grès grossier à ciment calcaire (Rencurel 14) 10 m
- Marnes helvétiques.

b - Au N du Col de Romeyère, près du pont sur la Drévenne, on a (fig. 19) :

- Turonien : calcaire à silex bruns (discordance angulaire de 15°).
- Conglomérat à galets à patine verte (Rovon 11) 1 m
- Calcaire gréseux avec quelques bryozoaires (Rovon 12) 6 m
- Dalle calcaire fossilifère, de même type que dans la coupe précédente (Rovon 13 et 14) 2 m
- Marnes helvétiques.

Dans tous les niveaux, la microfaune est toujours très rare. Il n'existe que quelques foraminifères : *Elphidium crispum* (L.), *Elphidium cf. ortenbrugense* Egger, *Cibicides ungerianus* (d'Orb.), *Textularia deperdita* d'Orb., *Semivulvulina deperdita* (Htk).

Les galets contenus dans les niveaux de la base sont des calcaires ou des silex provenant du Turonien sous-jacent. Ils sont très aplatis, bien émoussés et présentent souvent une patine verdâtre de glauconie finement divisée. Quelques-uns sont perforés par les lithophages. La dalle calcaire, riche en *Chlamys*, existe tout le long de la route entre le Col de Romeyère et le pont sur la Drévenne. Elle est partout détritique.

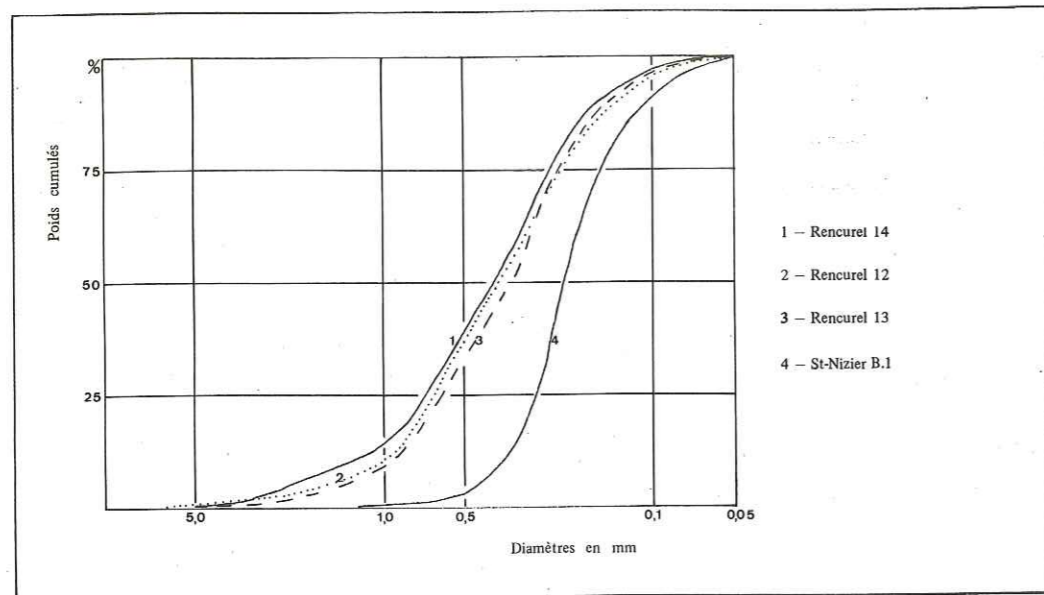


Fig. 18 - Granulométrie du Burdigalien du Vercors.

Dans l'ensemble des deux coupes, les grains de quartz ont des formes très variées. A côté de grains émoussés-luisants typiques, quelques-uns sont picotés et d'autres franchement non usés. Les bipyramidés sont assez fréquents. Le classement de la partie sableuse est assez bon, autour d'un grain médian voisin de 0,35 mm (fig. 18 et ann. p. A3). Le ciment est partout calcaréo-argileux. Le calcaire est toujours moins abondant au Sud, à La Balme de Rencurel (40 à 45 %) qu'au Nord (60 à 75 %).

Minéraux lourds (fig. 19 et ann. p. A27).

Dans les deux coupes, les trois groupes de minéraux lourds sont représentés : la première place revient aux minéraux résistants, la deuxième aux minéraux alpins. Les silicates de métamorphisme : andalousite, staurotide et disthène terminent le stock.

D'une coupe à l'autre, on peut noter les variations suivantes :

- Au Sud, à La Balme, minéraux résistants et de métamorphisme forment 70 à 80 % du total lourd ; au Nord, au pont sur la Drévenne, 30 à 60 %. Dans cet ensemble le zircon est le plus important, puis la staurotide et enfin la tourmaline. Parmi les minéraux alpins, plus rares au Sud (17 à 30 %) qu'au Nord (33 à 70 %), le grenat est nettement dominant sur l'épidote. Cette dernière n'atteint pas plus de 15 %. Le glaucophane est rare au Sud, toujours présent au Nord.

Enfin, les deux coupes montrent, de la base au sommet, une augmentation des minéraux alpins par rapport aux deux autres catégories minéralogiques.

Cette répartition indique donc deux sources d'apport : un apport très local mais abondant, fourni par le Crétacé supérieur sous-jacent. Il est caractérisé par les galets calcaires et les silex des conglomérats de base, par les minéraux résistants et les minéraux de métamorphisme, avec en particulier la staurotide vermiculée. Celle-ci, très courante dans le Turonien du pont sur la Drévenne, se retrouve aussi dans le Burdigalien. Cet apport local est mélangé à un apport plus lointain provenant probablement d'une source voisine de celle des dépôts correspondants du Royans.

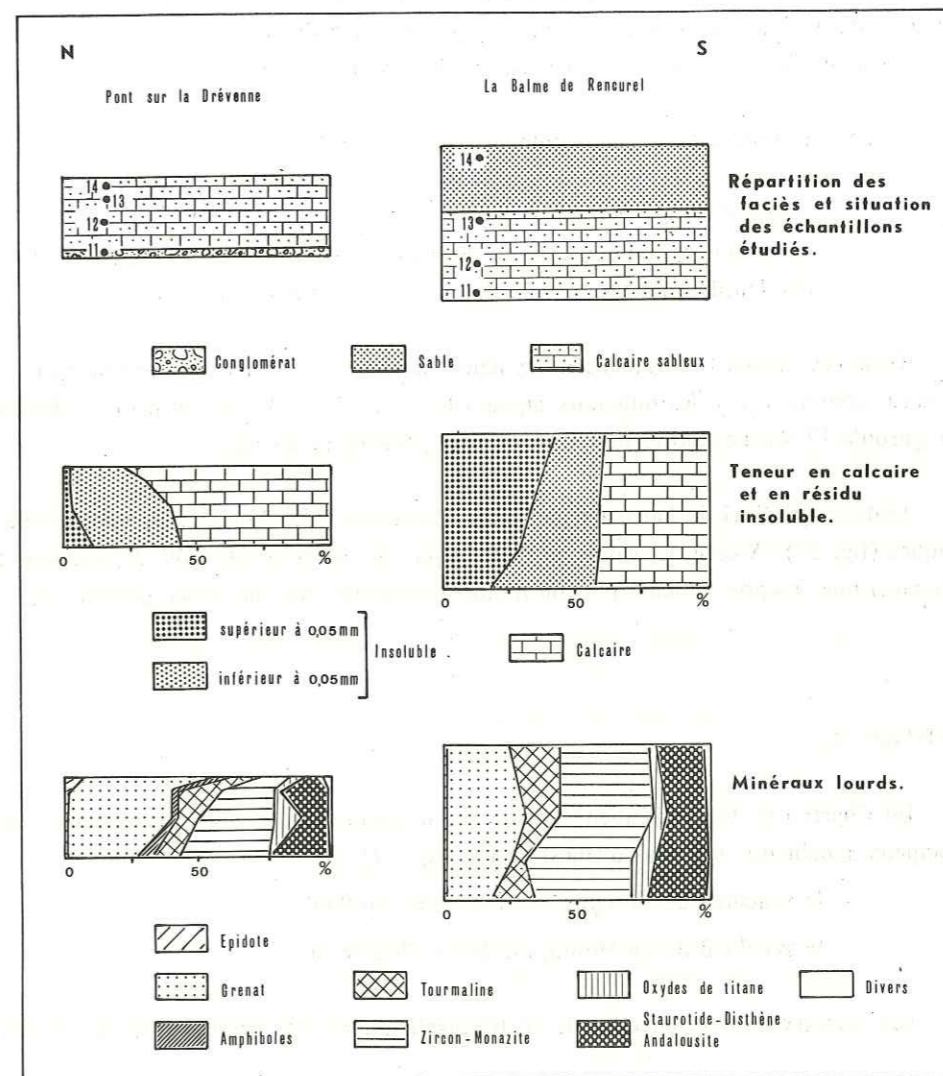


Fig. 19 - Burdigalien du synclinal du Vercors : répartition des faciès ; teneur en calcaire ; minéraux lourds.

Ces conclusions s'accordent très bien avec celles de G. Demarcq (1962, p. 109) qui envisage pour cette partie du Vercors "des alignements de hauts-fonds, d'îlots ou d'archipels, assez analogues à ceux de la côte dalmate actuelle".

2 — Synclinal de Lans.

Le Burdigalien de ce synclinal est peu développé et souvent recouvert par des alluvions ou des éboulis.

Le faciès est soit gréseux à ciment calcaire, soit conglomératique. Dans ce dernier cas, le Burdigalien forme la base de la grande masse conglomératique du delta de Voreppe (voir chapitre IV) et il est difficile de séparer ce qui appartient réellement à cet étage.

Les échantillons étudiés (échantillons J. Bocquet, 1966) sont :

- le grès de base : Sassenage B.21.
- le ciment du conglomérat, au dessus du grès précédent : Sassenage B.31.
- une lentille sableuse au sein du conglomérat : Saint-Nizier B.11.

Dans ces dépôts burdigaliens du synclinal de Lans, l'association minéralogique montre une très nette prédominance des minéraux alpins (de 76 à 94 %). Le zircon peut localement être abondant (jusqu'à 17 %). Les autres minéraux ne sont présents qu'en traces.

Dans le synclinal de Lans, arrivent donc directement des Alpes les premiers dépôts conglomératiques (fig. 21). A côté des galets, le fleuve alpin, de direction SE-NW (J. Bocquet, 1966), transporte aussi une fraction sableuse plus ou moins importante, mais de même provenance.

C — CHARTREUSE

En Chartreuse, le Burdigalien affleure sur la bordure nord-ouest du massif et dans les deux principaux synclinaux, qui sont d'Ouest en Est (fig. 17) :

- le synclinal de Voreppe-Saint-Laurent-du-Pont
- le synclinal de La Monta, ou de La Charmette.

Les caractéristiques générales de ce Burdigalien sont très voisines de celles du Vercors.

1 — Bordure ouest de la Chartreuse :

Le Burdigalien, au NW de Pont-de-Beauvoisin, s'intercale entre les calcaires crétacés et les sables helvétiques du Bas-Dauphiné. Il est toujours très peu épais. C'est un grès, de grain souvent assez fin, à ciment calcaire abondant, en général glauconieux et souvent fossilifère (Grésin, Sainte-Marie-d'Alvey, fig. 20). Il est quelquefois entrecoupé de marnes. Ainsi, à Saint-Marie-d'Alvey, on peut relever la coupe suivante, de bas en haut :

— éboulis au pied de la falaise de calcaire crétacé.

— grès calcaire à grain fin, très bien classé (Sainte-Marie-d'Alvey 10). 1 m

— marnes noirâtres, assez riches en microfaune (Sainte-Marie-d'Alvey 11). 10 m
Les foraminifères sont le plus souvent réduits à l'état de moules internes. L'ornementation a presque complètement disparu et les déterminations spécifiques sont rarement possibles. On peut citer : *Florilus*, *Cibicides*, *Elphidium*, *Ammonia*, *Bulimina*, *Elphidium cryptostomum* Egger, *Vulvulina deperdita* (d'Orb.), *Bolivina fastigia* Cush., *Globorotalia* cf. *mayeri* Cush. et Ellis, *Globigerina* cf. *concinna* Reuss, *Globigerinoïdes trilobus* (Reuss).

— grès calcaire à grain fin, très bien classé, avec *Elphidium crispum* (L), *E.* cf. *flexuosum* (d'Orb.), *Vulvulina* cf. *deperdita* (d'Orb.) et nombreux *Cibicides* mal conservés parmi lesquels *C. pseudoungerianus* Cush. (Sainte-Marie-d'Alvey 21).

Les minéraux lourds (Grésin, Sainte-Marie-d'Alvey ; ann. p. A28) sont alpins avec nette prédominance du grenat sur l'épidote et souvent abondance des amphiboles (jusqu'à 37 %). Parmi celles-ci, le glaucophane est très fréquent et peut atteindre de fortes teneurs (29 % à Sainte-Marie-d'Alvey 11).

Ces résultats sont très voisins de ceux obtenus par A. Vatan et ses collaborateurs (1957) dans le "bassin à l'Ouest de la chaîne de l'Épine" (tabl. 9). Là, le grenat est plus abondant, tandis que les amphiboles et les minéraux résistants diminuent. Ceci tient essentiellement (voir pages suivantes) à la position des coupes à l'intérieur du chenal marin.

2 — Synclinal de Voreppe-Saint-Laurent-du-Pont.

Le Burdigalien est un grès gris-bleu, glauconieux, à ciment calcaire abondant et souvent fossilifère (Miribel), (G. Demarcq, 1962). Il est peu épais, 20 à 50 m, et surmonté par les sables helvétiques à l'W du synclinal, par des conglomérats à l'E.

Les minéraux lourds (La Bridoire, Miribel ; ann. p. A28) sont alpins avec toujours une teneur en grenat légèrement supérieure à celle de l'épidote (en moyenne 45 grenat pour 33 épidote). Le glaucophane n'est pas rare (jusqu'à 5 %).

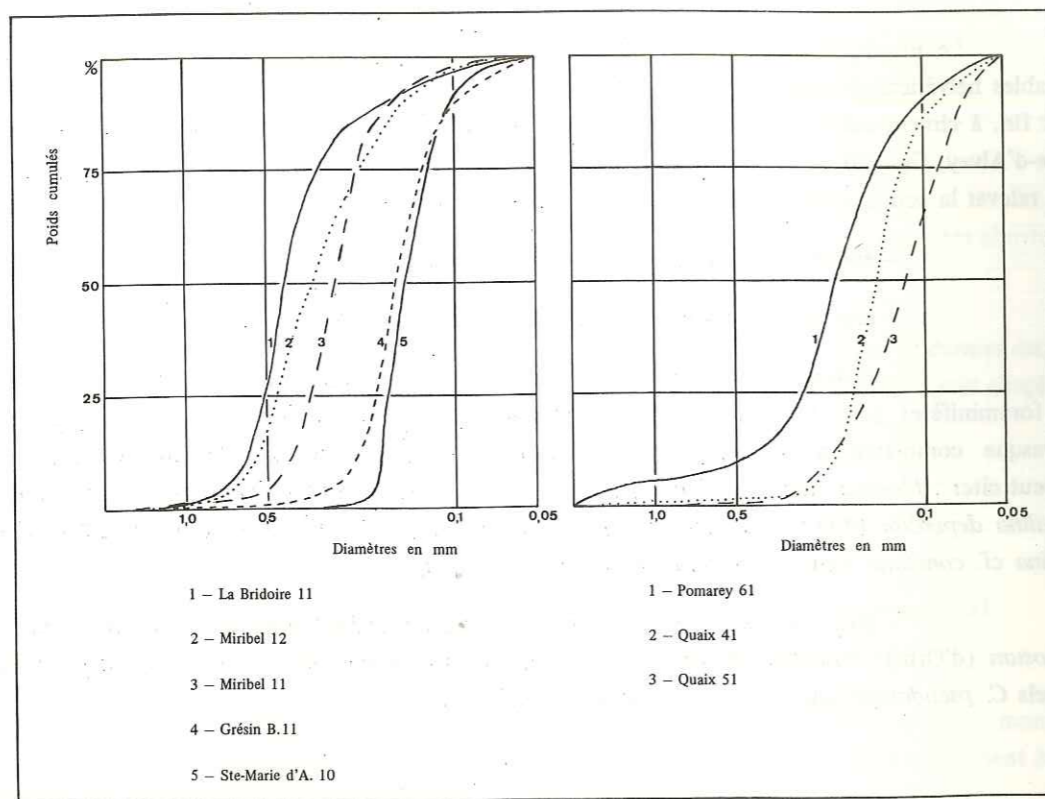


Fig. 20 - Granulométrie du Burdigalien de la Chartreuse.

3 - Synclinal de La Monta.

Le Burdigalien est très voisin de celui du synclinal de Lans. En effet, il comporte 5 à 6 m de grès à ciment calcaire, assez mal différencié (G. Demarcq, 1962), puis des conglomérats qui forment ici encore, la base du delta de Voreppe.

Les échantillons étudiés (échantillons J. Bocquet, 1966) sont soit le grès de base (Quaix), soit le ciment du conglomérat (Pomarey 61). Ils contiennent jusqu'à 93 % de minéraux alpins, le grenat étant légèrement supérieur à l'épidote. Le glaucophane est fréquent (jusqu'à 11 %).

D - HAUTE-SAVOIE, JURA ET SUISSE

Au N de la Chartreuse, le Burdigalien marin affleure largement entre les lacs du Bourget et d'Annecy, le long de la vallée du Rhône entre Seyssel et Bellegarde. Il n'est pas connu dans le bassin de Genève, mais il existe de nouveau plus au Nord, en Suisse, au NE de Lausanne (Mont Jorat) et dans le Jura (W du lac de Joux).

Partout, les dépôts sont des grès à ciment calcaire, glauconieux, à huîtres et pectinidés divers.

Dans tout ce secteur, les minéraux lourds n'ont pas donné lieu à des études de détail, mais les quelques échantillons étudiés par différents auteurs (A. Vatan et alii, 1957 ; A. Wagner, 1962 ; S. Duplaix et alii, 1963-1965 ; etc...) donnent des résultats assez homogènes. Les minéraux alpins dominent nettement sur tous les autres minéraux, avec en général, plus d'épidote que de grenat. Les amphiboles sont rares, surtout dans le Nord (tabl. 9). Les minéraux résistants et de métamorphisme prennent une place assez large dans le cortège minéralogique, lorsque le prélèvement est effectué en bordure de la côte occidentale du chenal (Pont-de-Bassy, 13 %) ; Saint-André-Val-du-Fier, 16 % ; W du Lac de Joux, 45 %). Ils sont moins nombreux ou absents au centre du bassin (plaine suisse méridionale).

E - CONCLUSION

La sédimentation dans le chenal marin burdigalien est plus grossière et plus calcaire que celle de l'Aquitainien saumâtre dans tout le S de la région étudiée. Au Nord, la sédimentation "molassique" continue.

Les conglomérats alimentés par les torrents descendant des Alpes, et jusque là connus uniquement dans le Nord (Chattien du Mont Pélerin, Suisse), commencent à envahir le S de notre région (conglomérats de Voreppe).

L'alimentation alpine générale, déjà réalisée à l'Aquitainien se poursuit au Burdigalien. De même, se poursuit la supériorité quantitative de l'épidote sur le grenat, observée dans le Nord (Suisse et Jura), tandis que, au Sud, à partir de la Haute-Savoie, c'est le grenat qui domine. La répartition des minéraux lourds reste donc semblable à celle de l'Aquitainien.

La configuration du chenal burdigalien et l'histoire de la sédimentation en Vercors et en Chartreuse peuvent être résumées ainsi (fig. 21) :

- la côte occidentale formée par les calcaires crétacés de Saint-Nazaire-en-Royans,

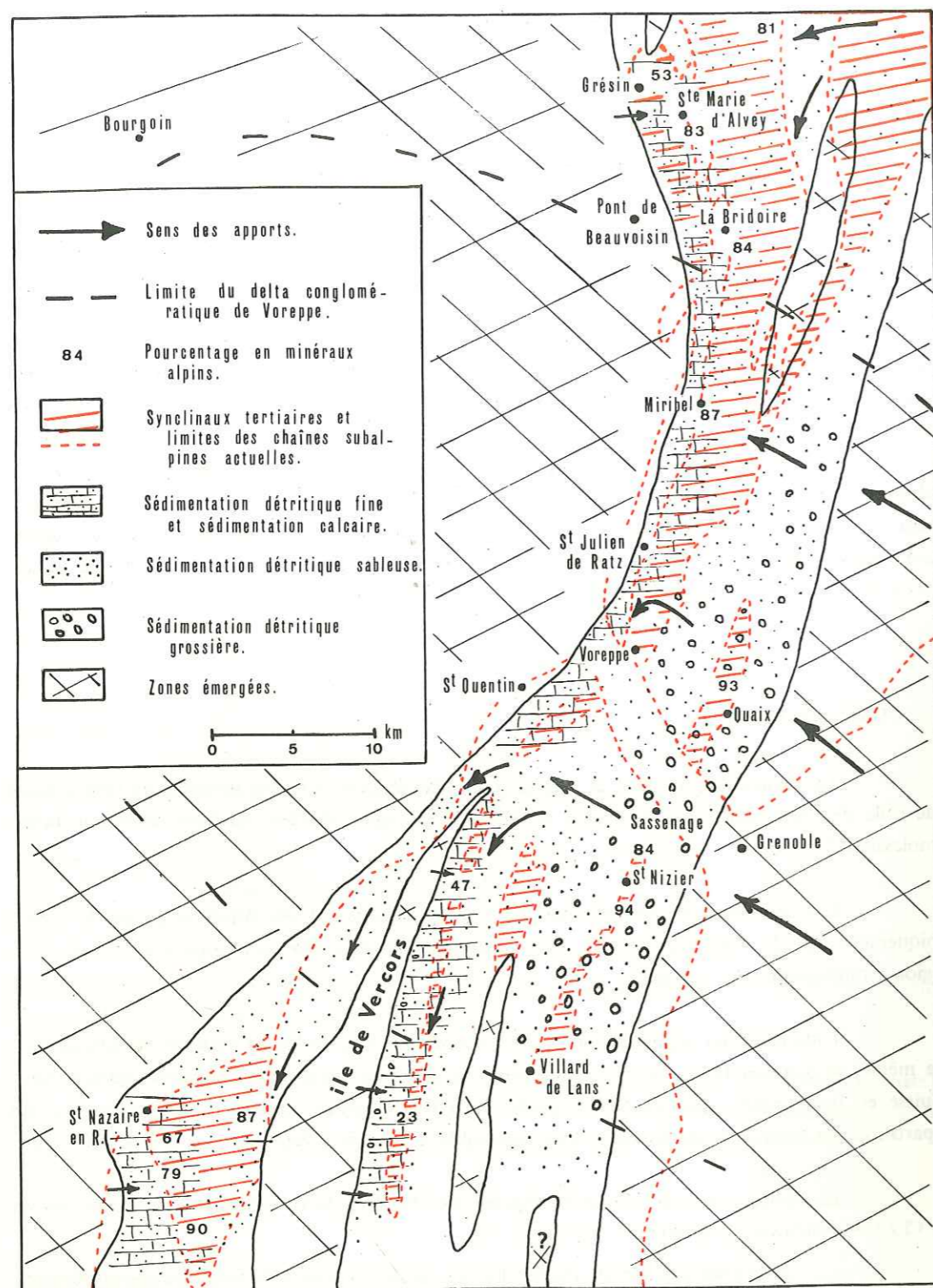


Fig. 21 - Schéma de la sédimentation burdigalienne en Vercors et en Chartreuse.

Saint-Quentin, Saint-Julien-de-Ratz et ceux jurassiques du Jura méridional, borde un pays assez bas, aux apports détritiques fluviaux restreints. La sédimentation en bordure est, en grande partie, calcaire.

- la côte orientale, au contraire, borde le massif alpin déjà élevé. Les arrivées détritiques à la mer sont abondantes. Les éléments grossiers (conglomérats de Voreppe) sont déposés en bordure. Les éléments plus fins traversent le chenal et vont se mêler aux sédiments calcaires bordant la côte occidentale.

- à l'intérieur du chenal, des îles allongées N-S interrompent la régularité de la sédimentation. La plus importante paraît être "l'île de Vercors" bordant à l'Ouest l'actuel synclinal du Vercors. Elle alimente directement une partie de ce synclinal (conglomérats à galets calcaires et à silex, minéraux résistants et de métamorphisme). Elle ne permet pas l'alimentation alpine directe (presque E-W) du Royans. Celui-ci reçoit son matériel du Nord.

Dans l'association minéralogique alpine de ces dépôts burdigaliens, le grenat reste presque toujours supérieur à l'épidote. Une part non négligeable revient aux amphiboles. C'est pour ce dernier groupe que les variations quantitatives sont les plus importantes. Ainsi, le glaucophane est surtout fréquent sur la côte ouest ; au Nord, à Grésin, il atteint 10 % et à Sainte-Marie-d'Alvey 29 %. Au Sud, il atteint 12 % au Pont-de-Manne. A l'Est, il est plus rare, sauf dans le synclinal de La Monta (11 %). La répartition des hornblendes suit d'assez près celle du glaucophane.

C'est, sans doute, la forme allongée de ces minéraux, ainsi que leur densité plus faible que celle des autres espèces de l'association lourde qui permet cette large distribution par les courants côtiers. Ces minéraux atteignent les zones calmes avec les particules détritiques les plus fines.

		Epidote	Grenat	Glaucophane	Autres Amphiboles	Minéraux résistants	Andalousite-Staurotide - Disthène	Divers	Nombre d'échantillons
ROYANS		29	35	2,5	10,5	14	6,5	2,5	15
VERCORS	Synclinal du Vercors	3,5	29	1	0,5	49,5	15	1,5	8
	Synclinal de Lans	29	55	0,5	3	8,5	2	2	3
CHARTREUSE	Synclinaux de Voreppe et de la Monta	36,5	44	6	3	6,5	3	1	6
	Bordure ouest	11,5	33	12,5	14	22	4,5	2,5	5
	W chaîne de l'Epine (A. Vatan et alii, 1957)	14,5	56,5	6,5	3,5	14,5	4,5		4
HAUTE-SAVOIE	Bassin de Rumilly-Aix-les-Bains (A. Vatan et alii, 1957)	40	45,5	2	3,5	3,5	5,5		4
	Pont de Bassy (R. Vilain, 1966)	37	44	0,5	1,5	11	2	4	1
	St André-Val-du-Fier (S. Duplaix et alii, 1963)	41	33	5	1	13	3	4	1
	Partie nord du bassin de Savoie (A. Vatan et alii, 1957)	42	39	2	3,5	9	4,5		4
	Mt Vuache-Fornant (A. Wagner, 1962)	39 à 66	12 à 17	2 à 7			3 à 10		
SUISSE	Plaine méridionale (A. Vatan et alii, 1957)	86	11				1	2	4
JURA	Belley	47	44		1	4	4		1
	Bellegarde (Mussel)	20	49	+	1	25	5		1
	W Lac de Joux (S. Duplaix et alii, 1963-65)	49	5	+	+	33,5	12	0,5	3

Tabl. 9 - Composition minéralogique du Burdigalien.

CHAPITRE IV

LE MIOCENE SUPERIEUR : HELVETIEN ET TORTONIEN

A ces deux étages appartiennent la plus grande partie des dépôts miocènes de notre région.

Ils ne sont pas toujours dissociables l'un de l'autre lorsque le faciès est uniquement sableux. G. Demarcq écrit : "Il faut reconnaître que la distinction relative entre les couches attribuables à l'Helvétien d'une part et au Tortonien d'autre part, n'est pas toujours possible en certains points de la vallée du Rhône. C'est en tous cas ce qui se produit dans le Valentinois et le Bas-Dauphiné. La cause en est simplement la rareté relative des fossiles. Il est commode d'utiliser dans de pareils cas, ainsi que le préconisent les résolutions du colloque de Vienne, le terme de Vindobonien" (1962, p. 403).

Le terme de Vindobonien recouvre par conséquent l'ensemble des faciès sableux du Bas-Dauphiné et de ses bordures. Il s'étend sur la plus grande partie de l'Helvétien et du Tortonien. Mais on en exclut, à la base, l'Helvétien à faciès marneux considéré comme Helvétien inférieur (P. Giot, 1944 ; G. Demarcq, 1962) et au sommet, la partie supérieure du Tortonien à faciès conglomératique précédemment, et souvent encore, désignée sous le terme "Pontien".

Le mouvement d'enfoncement du Bas-Dauphiné, qui avait commencé au Burdigalien dans la partie subalpine, va s'étendre progressivement vers l'Ouest. Ainsi, au début de l'Helvétien, la mer déborde le N de l'anticlinal de Saint-Nazaire-en-Royans et envahit la partie méridionale du Bas-Dauphiné. Elle gagnera ensuite la totalité du bassin. Le Massif Central devient le rivage occidental.

Vers le Nord, "la mer transgresse timidement sur la Bresse, l'île Crémieu étant sans doute émergée" (G. Demarcq, 1962).

A la fin du Tortonien inférieur, le régime marin se termine. Le reste du Tortonien est continental.

L'Helvétien marneux représente l'Helvétien inférieur dans la partie méridionale du Bas-Dauphiné, autour de Saint-Lattier (sur l'Isère), dans le Royans, dans le synclinal du Vercors et dans celui de Méaudre-Autrans.

Dans le centre et l'W du Bas-Dauphiné, il n'existe pas.

Ailleurs (G. Demarcq, 1962), la base de l'Helvétien peut se présenter sous un faciès conglomératique : synclinal de Lans dans le Vercors et synclinal de La Monta, en Chartreuse. Il n'est pas possible alors de le dissocier de l'ensemble du delta conglomératique de Voreppe.

Cet Helvétien basal peut aussi être sableux, il s'intègre alors à la base des sables vindoboniens.

G. Demarcq (1960) appelle les marnes : "marnes de Saint-Lattier". Elles sont rares à l'affleurement dans le Bas-Dauphiné mais sont par contre bien développées dans les synclinaux occidentaux du Vercors. C'est donc par là que je commencerai cette étude.

A - ROYANS

L'Helvétien marneux surmonte le Burdigalien de part et d'autre de l'axe du synclinal, lui-même occupé par les sables helvétiques (Helvétien moyen et supérieur).

1 - dans la partie orientale du synclinal, à Pont-en-Royans, il est très épais (200 à 250 m) et formé d'abord de marnes gris-bleu (Pont-en-Royans 11 à 13), puis d'une alternance de marnes et de sables fins, à pendage NW. Cette série marnes-sables (Pont-en-Royans 22 à 27) s'échelonne le long d'une nouvelle route partant du cimetière et longeant la partie nord de la ville (1)

Les marnes de base sont finement sableuses. Elles renferment de rares grains de glauconie de diamètre supérieur au diamètre des grains de quartz.

(1) - Cette coupe a été réalisée avec G. Demarcq et G. Carbonnel, lors d'une excursion commune en mai 1966.

Les sables de la partie supérieure sont toujours fins (médiane voisine de 0,20 mm) et bien classés (ann. p. A18). Leur quartz, élément détritique dominant, est peu façonné. Viennent ensuite les feldspaths (20 à 30 %) et le calcaire (20 % environ). Ce calcaire est soit détritique, soit sous forme de ciment réunissant entre eux quelques grains de quartz et de feldspaths. La glauconie, en petits grains, est assez rare.

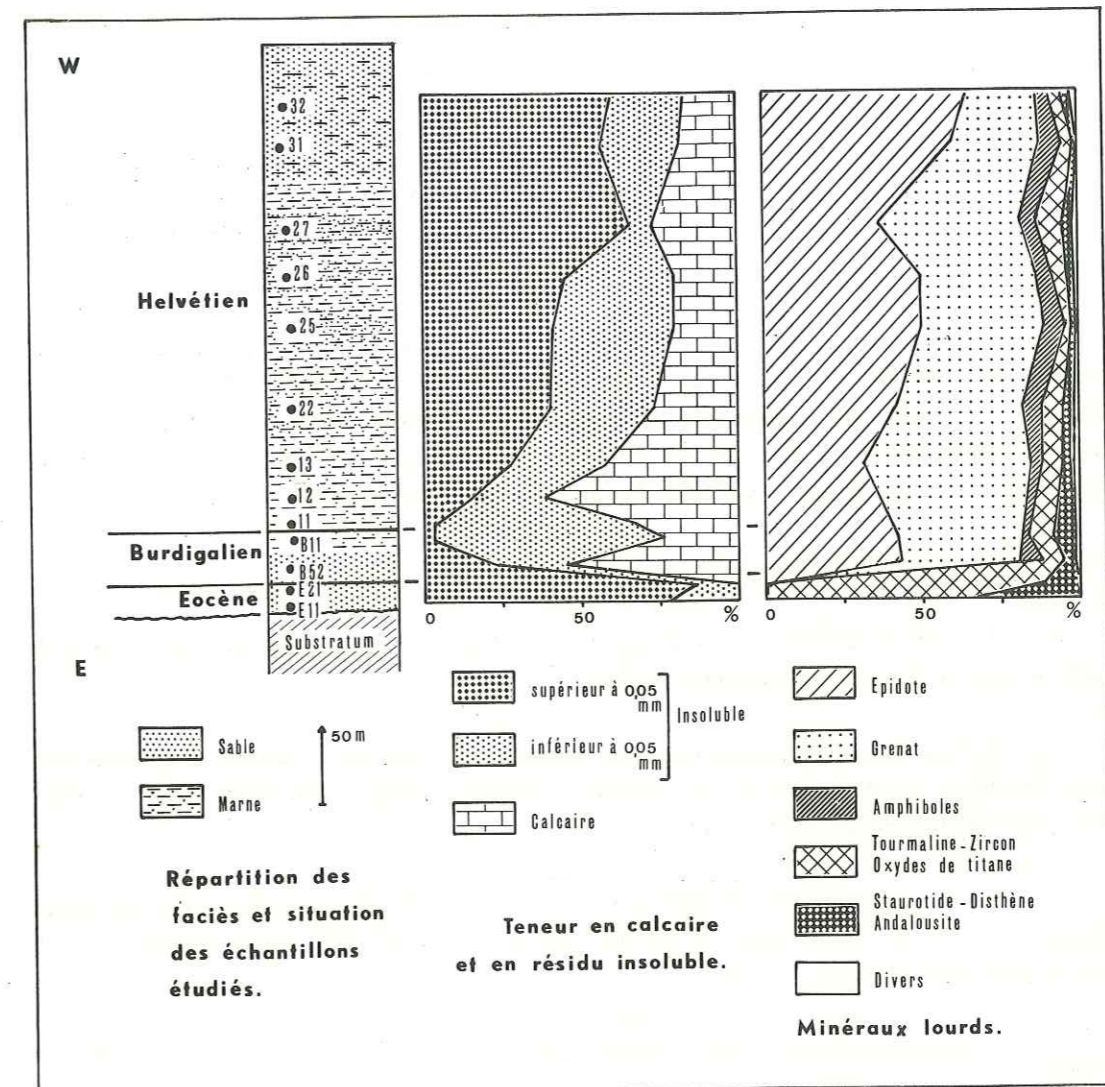


Fig. 22 - Tertiaire de Pont-en-Royans.

Les minéraux lourds (fig. 22 et ann. p. A50) sont alpins pour 90 à 95 %, avec des proportions voisines en épidote et en grenat (42 à 46 % en moyenne). L'association est donc ici très semblable à celle du Burdigalien.

2 - à l'W du synclinal, les marnes helvétiques affleurent au Nord, dans la tranchée du Pont-de-Manne, et au Sud, dans les environs de Bouvante et de Saint-Martin-le-Colonel. Ailleurs les affleurements sont rares.

a - Pont-de-Manne.

La coupe, commencée lors de l'étude du Burdigalien, se poursuit par des marnes grises dont certains bancs sont très riches en huîtres. La microfaune n'est pas rare, en particulier les ostracodes. Les foraminifères, moins nombreux, sont des moules internes d'*Ammonia* et d'*Elphidium* exactement semblables à ceux des niveaux de base de la coupe.

Ces marnes, rapportées à l'Helvétien inférieur, sont riches en calcaire (45 %), très finement sableuses (fig. 23), micacées et légèrement glauconieuses (Saint-Just-de-Claix, Pont-de-Manne 13 à 17). Elles sont très pauvres en minéraux lourds. Ceux-ci sont essentiellement alpins : l'épidote domine largement sur le grenat (53 et 27 %). Les minéraux résistants et les minéraux de métamorphisme ne représentent que 10 % du total (fig. 23 et ann. p. A50).

b - Bouvante-Saint-Martin-le-Colonel.

Les marnes affleurent près du cimetière de Bouvante-le-Bas (Bouvante 31) et au S du village, au lieu dit Douçanet (Bouvante 21 à 23).

A Saint-Martin-le-Colonel, elles sont recouvertes d'une mince pellicule d'alluvions. Une petite excavation (Saint-Martin 51) m'a permis de recueillir quelques fragments d'huîtres, identiques à celles du Pont-de-Manne, dans une marne gris jaunâtre.

Ces marnes sont très plastiques, peu calcaires (29 %) et extrêmement pauvres en détritique sableux (1 à 2 % des éléments ont un diamètre supérieur à 0,05 mm). Ce détritique est riche en muscovite, biotite et chlorite.

L'association lourde est très voisine de celle de Pont-de-Manne (fig. 23 et ann. p. A50).

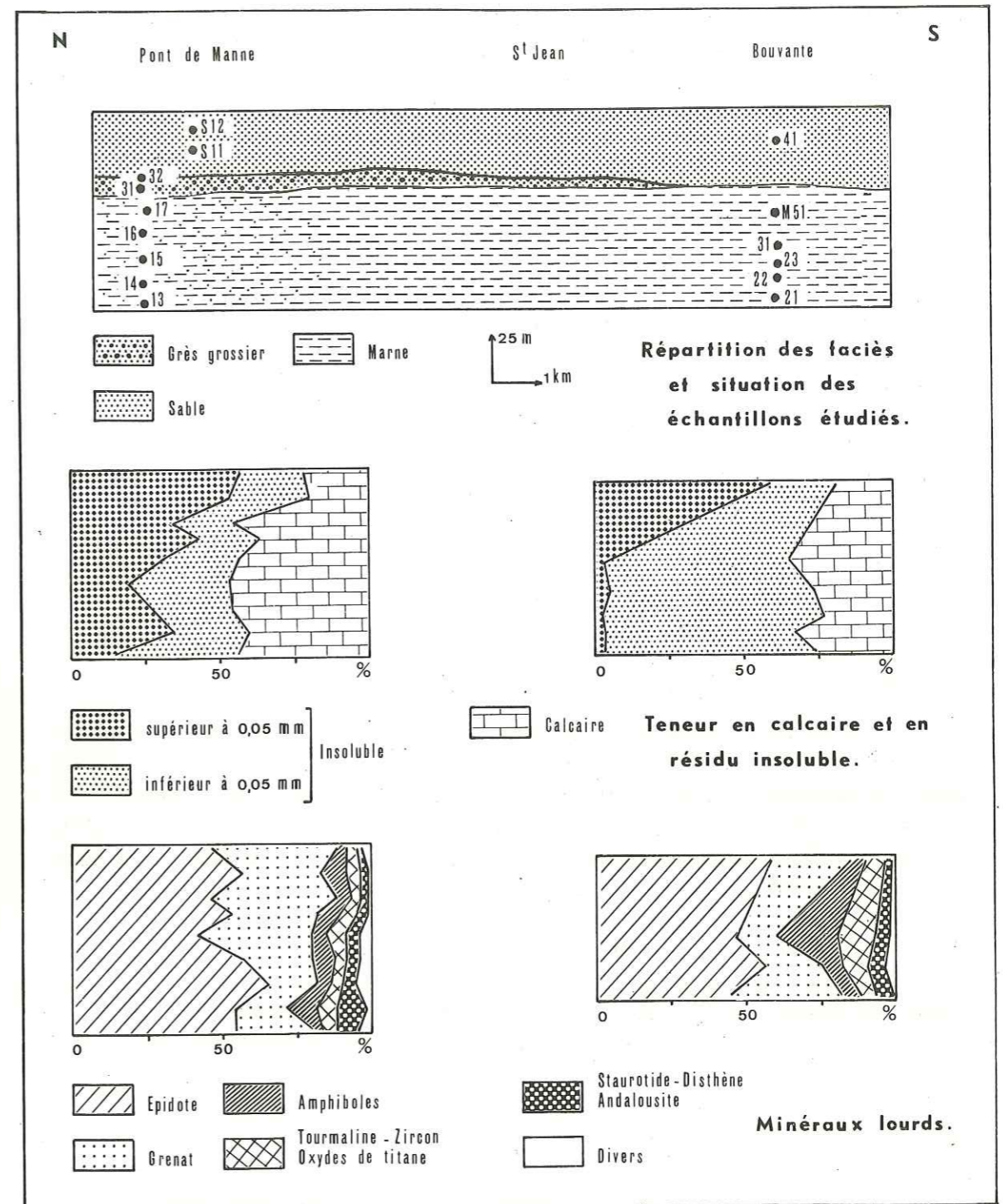


Fig. 23 - Helvétien de l'W du Royans : répartition des faciès ; teneur en calcaire ; minéraux lourds.

B – VERCORS

L'Helvétien marneux n'est présent, nous l'avons vu, que dans le synclinal du Vercors et celui de Méaudre—Autrans. Dans ce dernier synclinal, il affleure peu. Par contre, il est bien caractérisé dans celui du Vercors.

Synclinal du Vercors.

J'ai réalisé deux coupes prolongeant celles étudiées pour le Burdigalien : au Nord, près du pont sur la Drévenne et au Sud, près de la Balme de Rencurel, sur la rive gauche de la Bourne.

a – Pont sur la Drévenne.

Au contact de la dalle à Pectinidés burdigalienne, le long du ruisseau de la Scie (rive droite de la Drévenne), l'Helvétien inférieur est constitué, de bas en haut, par :

- quelques mètres de grès gris. (Saint-Gervais, 15)
- conglomérat à galets calcaires et quartzeux de petite taille. 0,10 m
- marnes grises (Saint-Gervais 16) avec intercalations de sables très fins (Saint-Gervais 17). environ 10 m

Cette coupe, figurée par G. Demarcq (1962), peut être poursuivie le long d'un autre petit affluent de rive droite de la Drévenne qui rejoint celle-ci près du Pont Chabert. Les marnes grises sont bien développées sur les deux rives du petit ruisseau. A mesure que l'on monte dans la série, le sable devient de plus en plus abondant. Il finit par prédominer sur les marnes qui ne forment plus que des lentilles ou des passées. La coupe se termine par une importante falaise taillée dans les conglomérats, d'où le ruisseau descend en cascade.

Les marnes et les sables de cet ensemble sont assez pauvres en calcaire (24 %) et toujours fortement micacés, avec surtout de la muscovite, mais aussi de la biotite et de la chlorite. Ils contiennent quelques grains de glauconie. En général, la faune est absente. Seul, l'échantillon de Saint-Gervais 17 m'a livré : *Lenticulina inornata* (d'Orb.) et *Ammonia beccarii* (L).

Ces marnes se rencontrent çà et là, à la base des talus du CD 35, quand du col de Romeyère on descend sur le village de Rencurel.

b – S de La Balme de Rencurel.

Au lieu dit "Les Clots" (commune de Saint-Julien-en-Vercors), au S de la Balme, les marnes helvétiques affleurent sur une cinquantaine de mètres, (Saint-Julien-en-Vercors 41 et 51 à 53). Elles sont souvent profondément altérées en surface et deviennent jaunâtres. En profondeur,

elles gardent leur teinte gris-bleu. Toujours assez bien litées, elles montrent des intercalations d'argile très plastique. Dans cet ensemble, il n'y a pratiquement pas de lentilles sableuses.

Les caractéristiques de ces marnes sont les mêmes qu'au Pont sur la Drévenne. On retrouve ici de nombreux micas et de la glauconie. La faune est absente.

Partout, dans les deux coupes, l'épidote et le grenat sont les minéraux lourds les plus importants (80 à 85 %). Mais, alors qu'au Sud l'épidote est beaucoup plus abondante (45 à 59 %) que le grenat (20 à 35 %), ils sont, au Nord, quantitativement équivalents. Les amphiboles (6 %) complètent cet ensemble alpin. Les autres minéraux sont peu importants, avec une teneur en général inférieure à 10 % (ann. p. A52).

Ainsi, au cours de l'Helvétien inférieur, l'île de Vercors (île ou haut-fond) devait encore séparer le bassin du Royans de celui du Vercors.

Les sables fins n'existent que dans le N du Vercors et dans la partie NE du Royans (Pont-en-Royans). Un courant venant du Nord alimentait les deux bassins (fig. 24).

Au Sud, la sédimentation est beaucoup plus franchement marneuse. Seuls, les éléments détritiques les plus fins arrivaient jusque là. Parmi ces éléments, les micas sont très abondants car, de par leur forme, ils peuvent flotter aisément.

Cette direction N-S des courants dans ces deux bassins est confirmée par la répartition des minéraux lourds et en particulier de l'épidote et du grenat. Ce dernier, plus dense (densité 3,30 à 4,30 et 3,25 à 3,35 pour l'épidote), se dépose d'abord. Ainsi, au Pont sur la Drévenne et à Pont-en-Royans, les teneurs en épidote et en grenat sont équivalentes. Par contre, au Sud, c'est toujours, et de loin, l'épidote qui domine (45 à 60 %) sur le grenat (15 à 35 %).

C – BAS-DAUPHINE

Les marnes de Saint-Lattier sont surtout connues dans les sondages effectués par la Société des Pétroles de Valence.

Les coupes de ces divers sondages et leur interprétation stratigraphique sont données par G. Demarcq, (1962).

A l'affleurement, ces marnes sont beaucoup plus rares. Le seul point étudié (en collaboration avec G. Demarcq et G. Carbonnel) est situé sur la rive gauche de l'Isère en face du vieux pont de La Sône (commune de Saint-Romans). Il peut être considéré comme faisant partie de l'extrémité nord du Royans. Les marnes grises (Saint-Romans 11 à 13) sont très finement sa-

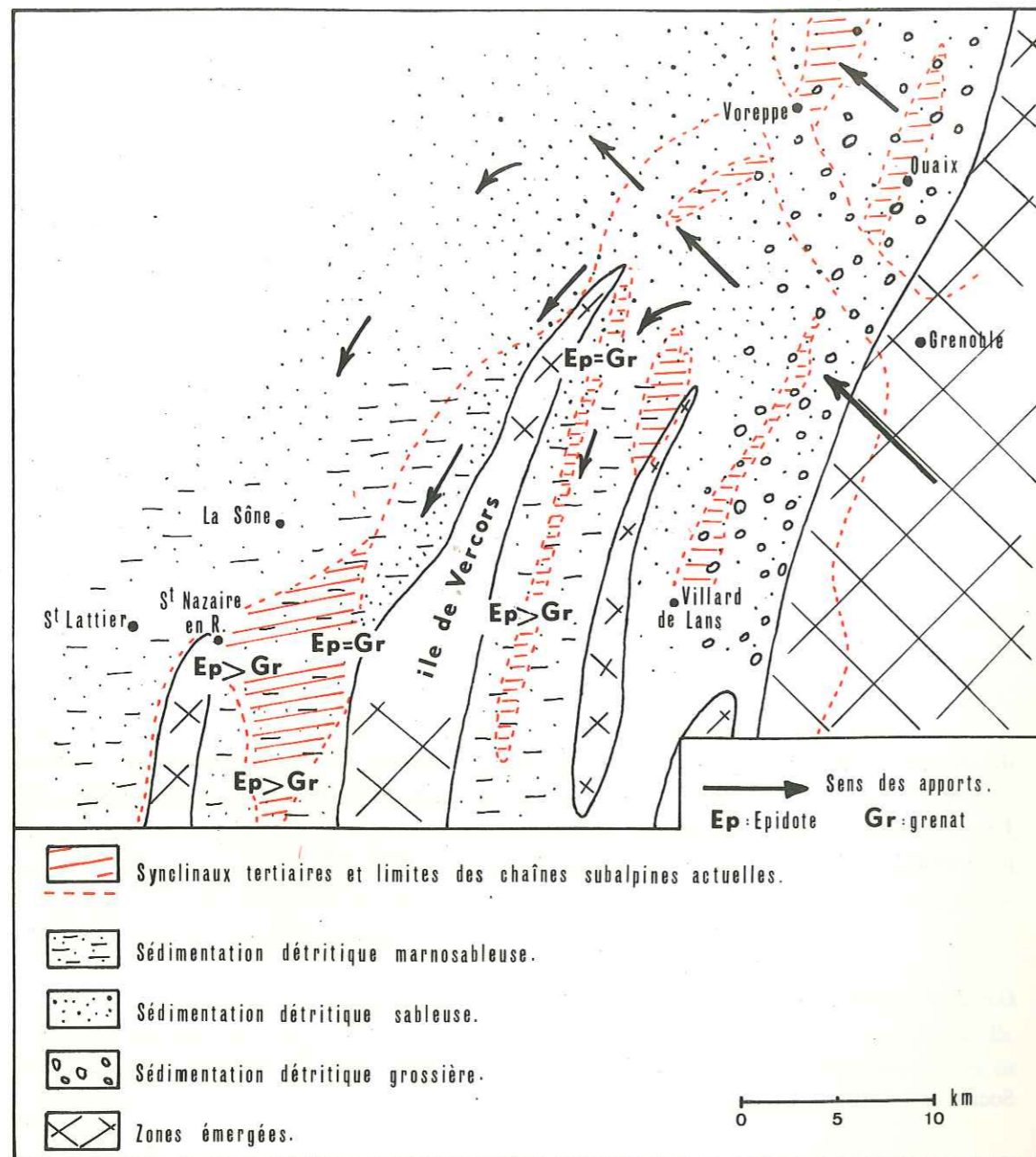


Fig. 24 - Schéma de la sédimentation à l'Helvétien inférieur dans le Vercors.

bleuses, les éléments détritiques ayant presque toujours un diamètre inférieur à 0,05 mm. Les micas sont abondants. Le calcaire ne dépasse guère 25 %. Il n'y a pas de microfaune.

Les minéraux lourds sont les mêmes qu'en Royans et en Vercors, mais ici le grenat est plus abondant que l'épidote (ann. p. A50). Ceci permet de penser que le bassin du Royans était surtout alimenté par un courant longeant la côte occidentale de l'île de Vercors, la région de La Sône étant alimentée par un courant plus extérieur (fig. 24).

Ailleurs, dans le NE du Bas-Dauphiné et à l'W de la Chartreuse, la base de l'Helvétien est sableuse. Il n'est plus possible alors, nous l'avons vu, de la séparer de l'ensemble vindobonien.

La mer envahit progressivement l'ensemble de la région étudiée. Le Massif Central constitue son rivage occidental tandis que le rivage oriental doit être sensiblement le même qu'au Burdigalien. Vers le Nord, la mer transgresse sur une partie de la Bresse et dans les principales dépressions jurassiennes.

Ces dépôts marins sont essentiellement sableux et s'étagent de l'Helvétien au Tortonien inférieur.

Puis, un régime continental s'installe progressivement, amenant des sables fluviaux souvent très semblables aux sables sous-jacents. Ils forment le Tortonien fluvio-lacustre.

C'est à l'ensemble de ces formations sableuses que l'on attribue le nom de Vindobonien.

L'extension des sables vindoboniens est générale. Ils forment le soubassement de toutes les collines bas-dauphinoises et le fond des synclinaux des chaînes bordières. Ils représentent la grande majorité des dépôts miocènes de la région étudiée.

Je commencerai cette étude par le Bas-Dauphiné lui-même, et terminerai par des comparaisons avec les régions limitrophes.

A - BAS-DAUPHINE

Sommaire :

I - BAS-DAUPHINE MERIDIONAL

IA - - Ouest du Plateau de Chambaran

IB - - Est du Plateau de Chambaran

II - BAS-DAUPHINE SEPTENTRIONAL

IIA - - Région de la Savoie s.l.

IIB - - Région de Pont-de-Beauvoisin

IIC - - Région du delta conglomératique de Voreppe.

Au Vindobonien, le Bas-Dauphiné et les chaînes subalpines du Vercors et de la Chartreuse forment une même région naturelle où, à l'Est, des conglomérats continuent à se déposer tandis que vers l'Ouest s'étale une série sableuse monotone de 400 à 500 m d'épaisseur (G. Demarcq,

1962), (fig. 25)

Au sein de cette masse sableuse, les anciens auteurs : C. Lory (1857, 1860, 1863), F. Fontannes (1875, 1881, 1882, 1883), C. Depéret (1893, 1894, 1896), H. Douxami (1895, 1896), L. Doncieux (1911, 1913) etc... ont individualisés plusieurs unités.

A la base, la molasse marine fut appelée par F. Fontannes (1875) : "molasse à *Terebratulina calathiscus*" ou "molasse à brachiopodes". Le type de la formation est choisi à Saint-Fons, au S immédiat de Lyon. Vers l'Est, en bordure de la Chartreuse, ce niveau prend aussi le nom de "molasse de Pont-de-Beauvoisin".

Au dessus, un horizon sableux peu épais, très fréquemment fossilifère, renferme, selon les points, un mélange d'espèces marines, saumâtres et continentales. Il fut appelé par C. Lory (1863) : sables à *Buccinum michaudi* Thiol. et devinrent par la suite les sables à *Nassa michaudi*. A l'époque, les points les plus réputés par leur richesse en fossiles sont déjà connus dans l'ensemble du Dauphiné : Tersanne (Les Ponçons) pour le Plateau de Chambaran ; le vallon de la Fuly, Saint-Just-Chaleyssin, Toussieu, etc... dans la région lyonnaise ; Chimilin et Aoste à l'W de la Chartreuse.

Enfin, le troisième horizon est appelé "molasse à *Helix delphinensis*" (F. Fontannes, 1875).

Plus récemment, G. Demarcq reprend, complète et coordonne l'ensemble de ces données dans le cadre du Miocène rhodanien (1962). Il donne l'extension du delta conglomératique de Voreppe, dont l'étude sédimentologique est réalisée par J. Bocquet (1966).

Les unités ainsi définies (tr. 10) seront étudiées tout d'abord dans le Bas-Dauphiné méridional (Plateau de Chambaran), puis dans le Bas-Dauphiné septentrional (Lyonnais et région de Pont-de-Beauvoisin).

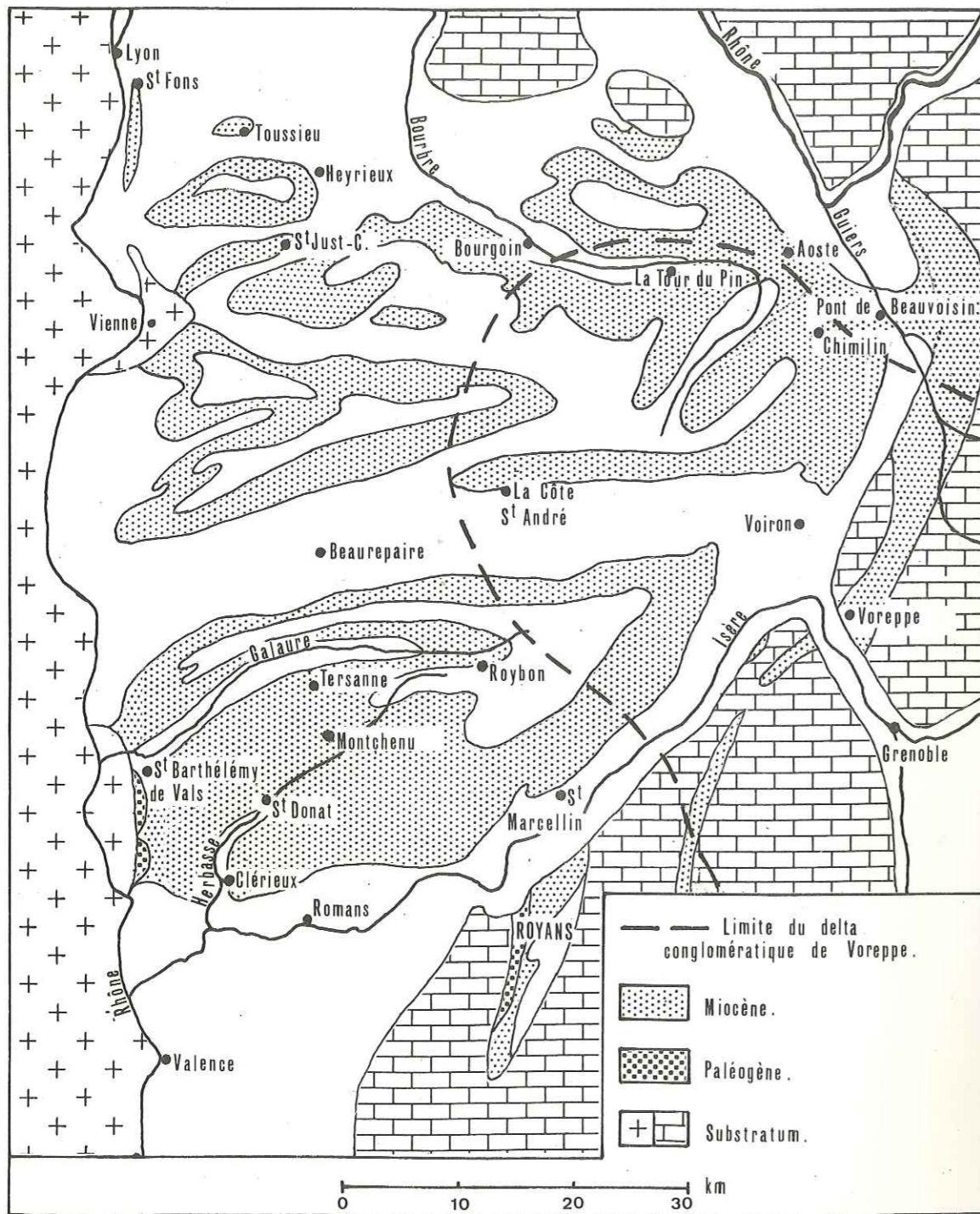


Fig. 25 – Carte géologique schématique du Tertiaire du Bas-Dauphiné et limites du delta conglomératique de Voreppe (d'après G. Demarcq, 1962).

1 - BAS-DAUPHINE MERIDIONAL : PLATEAU DE CHAMBARAN

Le Plateau de Chambaran, unité bien délimitée entre la plaine de Bièvre-Valloire et la plaine de la basse Isère, a une forme triangulaire. Sa base s'appuie, à l'Ouest, sur le socle granito-gneissique ou granitique de Saint-Vallier et de Tournon. Les principaux sommets forment la pointe orientale (signal de Chambaran : 783 m). L'altitude décroît rapidement en direction du Sud. Elle diminue beaucoup plus doucement vers l'Ouest et le Sud-Ouest, en direction du Rhône et de la plaine de Valence.

Les faciès sableux typiques sont largement développés à l'W d'une ligne passant par Roybon, au Nord, et Romans sur les bords de l'Isère, tandis qu'à l'Est, les conglomérats envahissent la série.

Ces dépôts sont horizontaux ou presque dans la majeure partie de la plaine. Ils se relèvent vers l'Est, au contact des chaînes subalpines et aussi dans le S de la région au niveau de Saint-Lattier et de Varacieux (C. Germain et G. Demaison, 1958) (fig. 3).

J'étudierai tout d'abord la partie ouest du Plateau, aux faciès sableux dominants, puis la partie orientale avec ses intercalations conglomératiques.

1A - OUEST DU PLATEAU DE CHAMBARAN

Deux rivières importantes drainent la région : l'Herbasse et la Galaure. Elles prennent toutes deux leurs sources près de Roybon (fig. 25). L'Herbasse se dirige vers le SW, puis vers le Sud pour aller se jeter dans l'Isère. La Galaure se dirige vers l'Ouest ; à partir d'Hauterives, son cours est sensiblement parallèle à celui de l'Herbasse ; elle se jette dans le Rhône après avoir traversé en gorges le massif cristallin de Saint-Vallier.

Ces deux vallées sont presque constamment entaillées dans les formations miocènes et permettent de bonnes coupes dans la partie la plus basse de la série vindobonienne.

Les divers faciès reconnus ont tendance à prédominer de bas en haut de la série dans l'ordre suivant :

- 1 - sables granitiques, dits de Saint-Barthélémy-de-Vals.
- 2 - sables de Saint-Donat.
- 3 - sables de Montchenu.
- 4 - sables de Tersanne.

Ces quatre premières unités sont marines.

- 5 - sables continentaux à *Helix delphinensis*.
- 6 - conglomérats terminaux.

		Plateau de Chambaran	Région lyonnaise	Terres froides
TORTONIEN	supérieur	Conglomérats terminaux Sables et marnes à <i>Helix delphinensis</i>	Sables et marnes à <i>Helix delphinensis</i>	Conglomérats, sables et marnes à <i>Helix delphinensis</i>
	inférieur	Sables de Tersanne Sables de Montchenu Sables de St Donat Sables granitiques de Clérieux et de St Barthélémy-de-Vals	Sables d'Heyrieux (marins et saumâtres) Sables de St Fons Sables granitiques de Solaise	Sables de Chimilin Sables de Pont-de-Beauvoisin
HELVETIEN	supérieur	Sables granitiques de St Barthélémy-de-Vals	Sables « vindoboniens » Sables granitiques de Solaise	Sables « vindoboniens » Conglomérats de Voreppe
	moyen	Sables de Tersanne Sables de St Donat Sables granitiques de Clérieux et de St Barthélémy-de-Vals	Sables « vindoboniens » Sables de St Fons Sables granitiques de Solaise	Sables « vindoboniens » Conglomérats de Voreppe
	inférieur	Marnes de St Lattier	Substratum	Molasse de Miribel
BURDIGALIEN				

Tabl. 10 - Les faciès du Miocène du Bas-Dauphiné.

1 – SABLES GRANITIQUES

Dans la vallée de la Galaure, les sables granitiques sont connus depuis C. Lory (1860). Ils sont mentionnés par C. Depéret et L. Doncieux dans la légende de la feuille de Saint-Etienne au 80 000ème (2ème édition). Ils apparaissent, pour ces auteurs, comme formés "aux dépens des sables caillouteux éocènes de Douévas, démantelés et remaniés par la mer helvétique".

Pour G. Demarcq (1962), ces sables, appelés "sables granitiques de Saint-Barthélémy-de-Vals", peuvent effectivement provenir du remaniement de l'Eocène, mais peuvent résulter d'arrivées centraliennes fraîches provenant de rivières venant se jeter dans la mer helvétique.

Ces sables granitiques sont moins connus dans la vallée de l'Herbasse où leur développement est cependant au moins aussi important qu'à Saint-Barthélémy.

A – VALLEE DE L'HERBASSE : SABLES GRANITIQUES DE CLERIEUX.

Les premiers dépôts vindoboniens se rencontrent, dès 150 m d'altitude, non loin de l'embouchure de l'Herbasse, au Pont-de-l'Herbasse (commune de Clérieux).

Les sables sont jaune rosé, à nombreux graviers de quartz et de granite. La stratification est très confuse et les intercalations de sable franc sont nombreuses au milieu des sables granitiques.

Les niveaux grossiers sont fossilifères : bryozoaires et valves de balanes sont communs ; la microfaune est réduite à quelques foraminifères. Pour G. Demarcq (1962, p. 135), "on serait là sensiblement entre le milieu et les deux tiers supérieurs de l'Helvétien".

Ces sables granitiques affleurent aussi très largement sur la rive gauche de l'Herbasse, tout le long des balmes de Clérieux, depuis le bois des Houlettes au Sud jusqu'au lieu dit "Les Théomes" (fig. 26). A la base (Clérieux 11-41-21), les lentilles sableuses sont rares et peu étendues : elles forment des passées de 0,50 m de long sur une hauteur de 0,10 à 0,20 m. Vers le haut, le sable devient plus abondant et finit par remplacer complètement les formations granitiques (Clérieux 32).

En remontant le cours de l'Herbasse, les sables de type banal s'intensifient, mais çà et là se rencontrent encore de fortes accumulations de sables granitiques :

– vers l'Ouest, à Marsaz, sur la rive droite de l'Herbasse, à 200 m d'altitude, on relève la coupe suivante, de bas en haut :

- sable granitique rosé avec rares galets de granite de faibles dimensions (0,4 x 0,2 m) ; stratification légèrement entrecroisée ; nombreuses plaques de balanes ; bryozoaires plus rares (Marsaz 11 et 12). 3 m
- sable jaune gris, fin et homogène ; pas de microfaune (Marsaz 13). 2 m
- alternance de sable faiblement granitique (Marsaz 14) et de sable banal en stratification entrecroisée ; rares passées marno-sableuses très micacées ; quelques consolidations en grès. 10 m

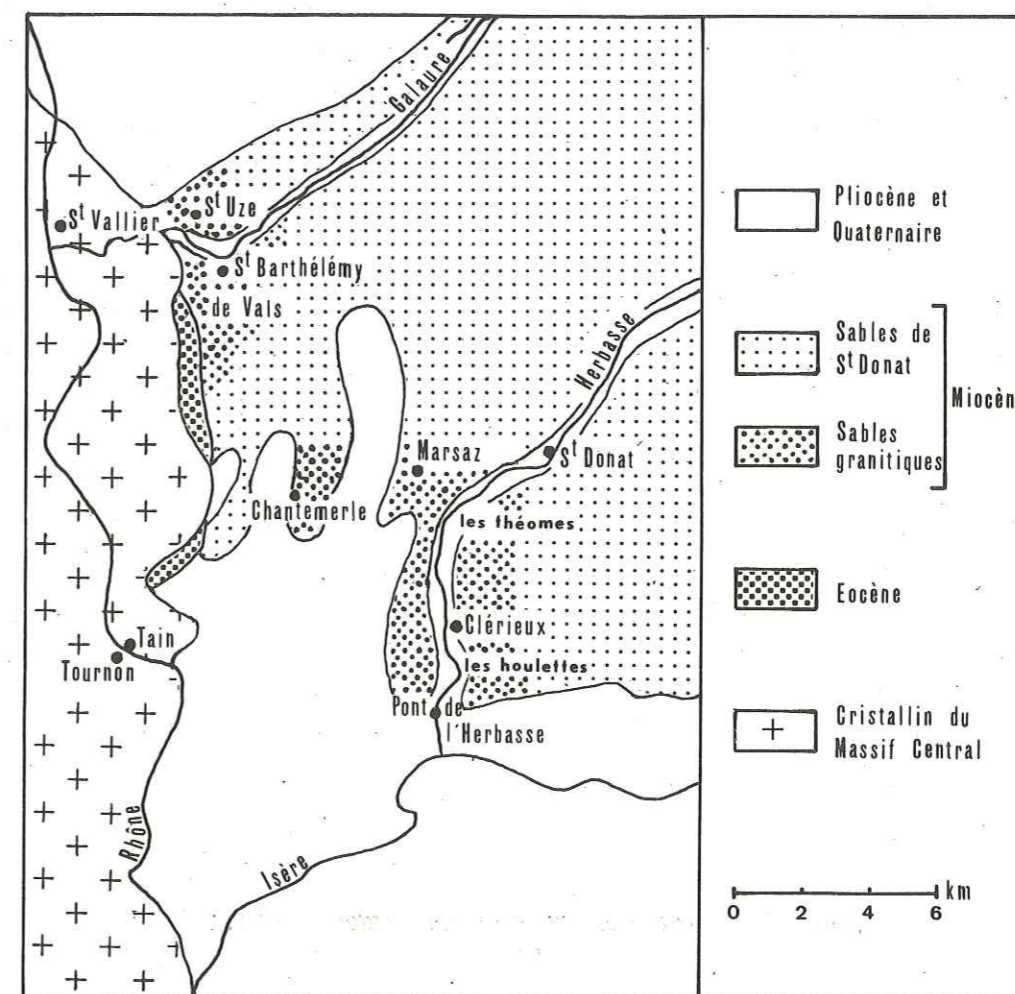


Fig. 26 – Répartition des sables granitiques du Plateau de Chambaran.

— en direction du massif granitique de Tournon, ces sables grossiers se retrouvent à Chantemerle-les-Blés. Une coupe, réalisée dans le chemin qui longe le cimetière, montre de bas en haut :

- sable banal, jaune.
- sable granitique, avec quelques plaquettes de limonite (Chantemerle 61) 5 m
- sable banal, jaune (Chantemerle 62). 4 à 5 m
- lentille de sable granitique de près de 30 m de long (Chantemerle 71). 2 m
- sable banal, jaune (Chantemerle 72).

— vers l'Est, le long des balmes de l'Isère, les sables granitiques sont rares ou en lentilles peu nombreuses et de faible puissance au sein du sable banal.

Les sables granitiques de Clérieux affleurent donc sur une cinquantaine de mètres d'épaisseur. Dans les vingt derniers mètres, ils sont de plus en plus entrecroisés avec les sables massifs de type banal.

Dans tous ces sables granitiques de Clérieux, la microfaune est toujours très réduite, surtout les ostracodes. Les foraminifères indiquent un milieu très littoral : *Ammonia beccarii* (L), *A. beccarii globula* Colomb., *Pullenia bulloïdes* d'Orb., *Cibicides pseudoungerianus* (Cush.), *Elphidium flexuosum subtypicum* Papp., *E. rugosum* (d'Orb.), *E. crispum* (L), *Lenticulina rotulata* Lmk, *L. inornata* (d'Orb.), *L. vortex* (d'Orb.) et enfin, un seul planctonique, très usé ; *Orbulina bilobata* (d'Orb.) probable.

1 — GRANULOMETRIE (fig. 27 et 28, tabl. 11 et ann. p. A4).

Les courbes granulométriques sont de plusieurs types :

a — La courbe la plus commune est bimodale. Le premier maximum est situé dans la partie granitique des échantillons ; sa valeur est voisine de 2 mm. Le deuxième maximum est plus fin et voisin de 0,2 mm (Clérieux 22,31 ; Pont-de-l'Herbasse 11,21,22).

Les courbes sont très variées dans le détail, mais elles présentent toutes un palier subhorizontal net subdivisant la courbe en deux parties distinctes. Ces deux parties correspondent à deux lots bien triés avant leur mélange, car chacun forme une portion de courbe dessinant le "S" caractéristique d'une courbe normale. Le palier subhorizontal qui les sépare, représente une zone de très faible fréquence de grains.

b — L'un ou l'autre des maximums des courbes précédentes prédomine nettement sur l'autre, qui devient presque négligeable sans toutefois disparaître. Les courbes sont unimodales. Le mode peut

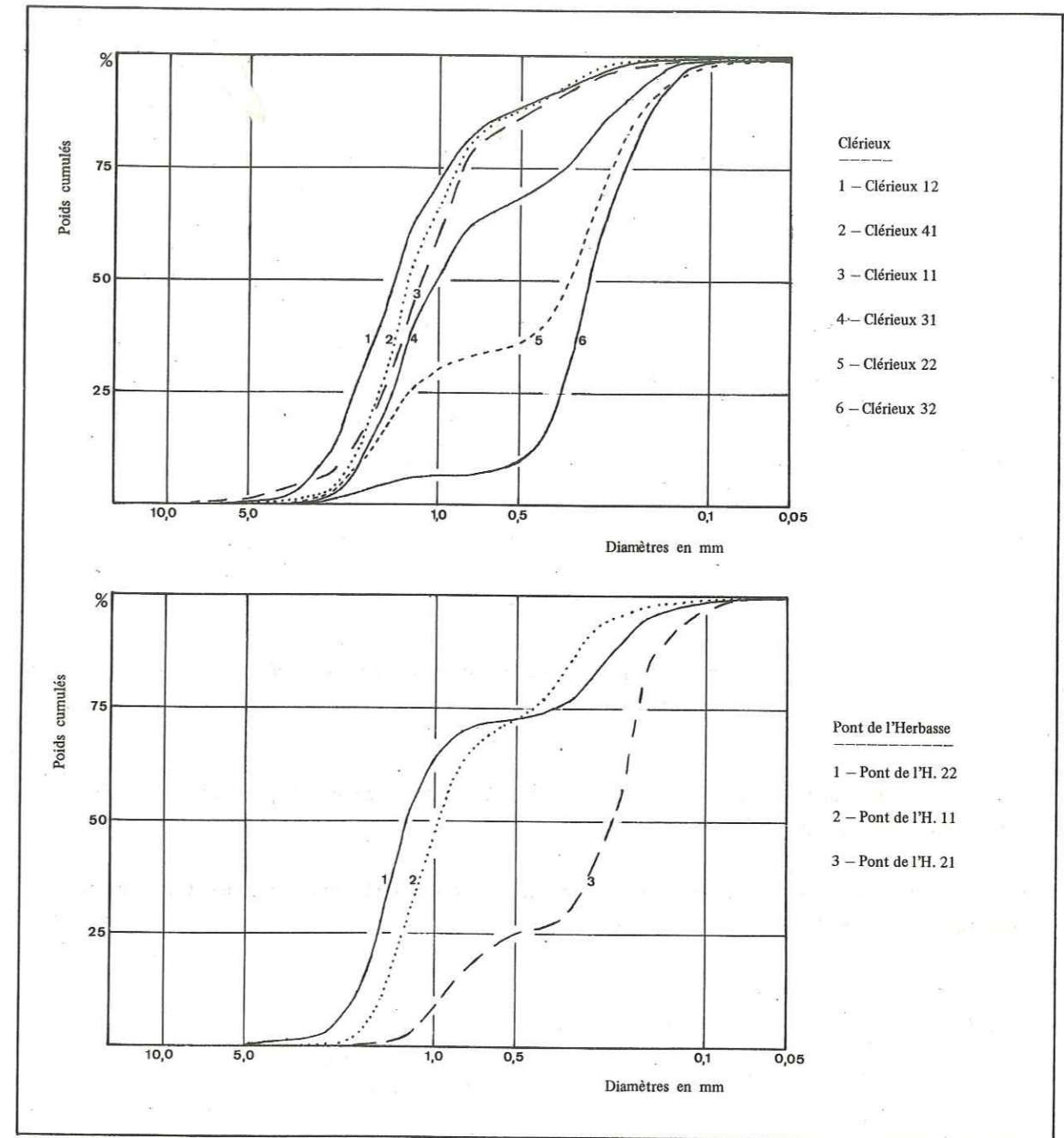


Fig. 27 — Granulométrie des sables granitiques de Clérieux.

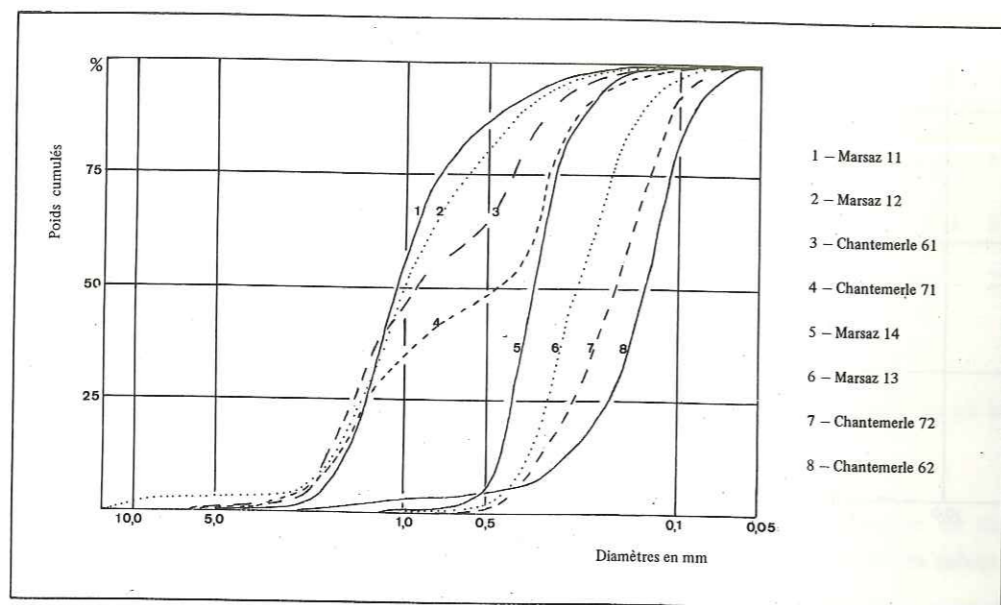


Fig. 28 - Granulométrie des sables granitiques de Clérieux (suite) :
Marsaz ; Chantemerle-les-Blés.

être grossier (Clérieux 11,12,21) ou fin (Clérieux 22), mais correspond toujours aux modes des courbes précédentes.

c - Enfin, le sable peut ne pas être trié. La courbe ne montre aucun maximum net. C'est un cas assez rare : Clérieux 21.

		Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie
Vallée de l'Herbasse	Valeurs extrêmes	0,13 - 1,50	1,16 - 2,28	0,81 - 1,17
	Valeur médiane	0,77	1,55	0,97
Vallée de la Galaure	Valeurs extrêmes	0,16 - 32,0	1,19 - 5,43	0,08 - 1,99
	Valeur médiane	1,18	2,53	0,84

Tabl. 11 - Indices granulométriques des sables granitiques du Plateau de Chambaran.

Etude des mélanges.

Le sable "granitique" est représenté dans sa forme presque parfaite par les échantillons Clérieux 11, 12 et 41. Cependant, il subsiste toujours un maximum secondaire qui, s'il peut être négligé ici, sera très important pour l'étude des minéraux lourds.

Le sable "banal" est représenté par l'échantillon Clérieux 32.

1 - l'étude individuelle de chacun des lots d'un mélange, par exemple Clérieux 22 et Clérieux 31, est possible grâce à la correction de P. Macar (cf. méthodes d'étude). Celle-ci étant effectuée, les cumulatives correspondants à chaque lot sont presque semblables à celles des échantillons types : Clérieux 11 ou Clérieux 32 (fig. 29). Ceci permet d'affirmer que le maximum secondaire, grossier ou fin, des mélanges, correspond au maximum, grossier ou fin, des courbes unimodales.

2 - la proportion dans laquelle les deux lots participent aux échantillons Clérieux 22 et 31, par exemple, est donnée par la position du palier de leurs cumulatives :

Clérieux 22 : lot "granitique" : 35 %
lot "sable banal" : 65 %

Clérieux 31 : lot "granitique" : 75 %
lot "sable banal" : 25 %

Partant des résultats des tamisages obtenus pour les deux lots distincts (Clérieux 11 ou 12 et Clérieux 32), j'ai recalculé les deux mélanges. Les courbes théoriques ainsi obtenues sont presque semblables à celles des mélanges réalisés naturellement dans la mer miocène (fig. 29).

Cette étude granulométrique permet d'affirmer la dualité d'origine des sables granitiques.

- Le lot granitique provient du Massif Central tout proche. Une partie de ce matériel granitique est amenée par les rivières qui drainent la bordure montagneuse centralienne. L'autre partie provient du remaniement des formations graveleuses éocènes. Ces formations devaient être plus étendues qu'actuellement et la mer miocène les attaquait facilement. Les courants marins trient et étalent cet ensemble granitique.

- Le lot sable banal est semblable aux sables molassiques qui s'étendent largement vers l'Est (sables de Saint-Donat) et peut donc être considéré comme tel.

2 - PETROGRAPHIE

Minéraux légers.

Les sables granitiques de Clérieux ne contiennent pas de galets. Les éléments les plus

gros sont des "granules" (diamètre de 5 à 2 mm, J. Bourcart, 1941). Ce sont des granules granitiques (10 % de sédiment) à feldspaths roses ou gris, légèrement arrondis, et des granules de quartz anguleux gardant encore dans leurs sinuosités la trace d'éléments feldspathiques.

Le quartz est l'élément le plus abondant (70 à 80 %). Il est en général anguleux.

Les feldspaths isolés sont peu nombreux (5 à 10 %).

Le calcaire provient soit de fragments organiques divers, soit de grains détritiques, avec en particulier quelques grains de calcaire oolitique (Clérieux 31). Quelquefois, des prismes transparents de calcite terminent les extrémités des radioles d'oursins ou celles des colonies de bryozoaires. De tels prismes peuvent aussi réunir quelques grains détritiques entre eux.

Dans les formations "granitiques", le calcaire détritique est assez rare (3 à 10 %). Il augmente beaucoup dans les lentilles sableuses franches (15 à 25 %).

Quelques micas, en particulier la muscovite, souvent accompagnée de chlorite, terminent l'association minéralogique légère de ces sables granitiques.

Minéraux lourds.

Ils seront étudiés plus loin pour l'ensemble des sables granitiques.

B - VALLEE DE LA GALAURE : SABLES GRANITQUES DE SAINT-BARTHELEMY-DE-VALS.

Les niveaux granitiques de Saint-Barthélémy bordant le massif cristallin de Saint-Vallier, ont été plusieurs fois décrits depuis C. Lory (1860).

G. Demarcq (1962) choisit comme coupe caractéristique une carrière située sur la route de Larnage, près du cimetière de Saint-Barthélémy.

Dans cette coupe (Saint-Barthélémy 1), les différents niveaux se superposent en stratification horizontale (fig. 30). De bas en haut :

- | | |
|--|--------|
| - sable à granules de granite et de quartz (a). | 1,20 m |
| - formation meuble à galets et graviers ; les gros galets de granite rose sont souvent pourris ; quelques éléments métamorphiques (b). | 0,80 m |
| - sable banal, jaune, homogène et assez fin (c). | 0,30 m |
| - formation meuble à galets et graviers granitiques (d). | 1,10 m |
| - formation graveleuse meuble (e). | 0,80 m |

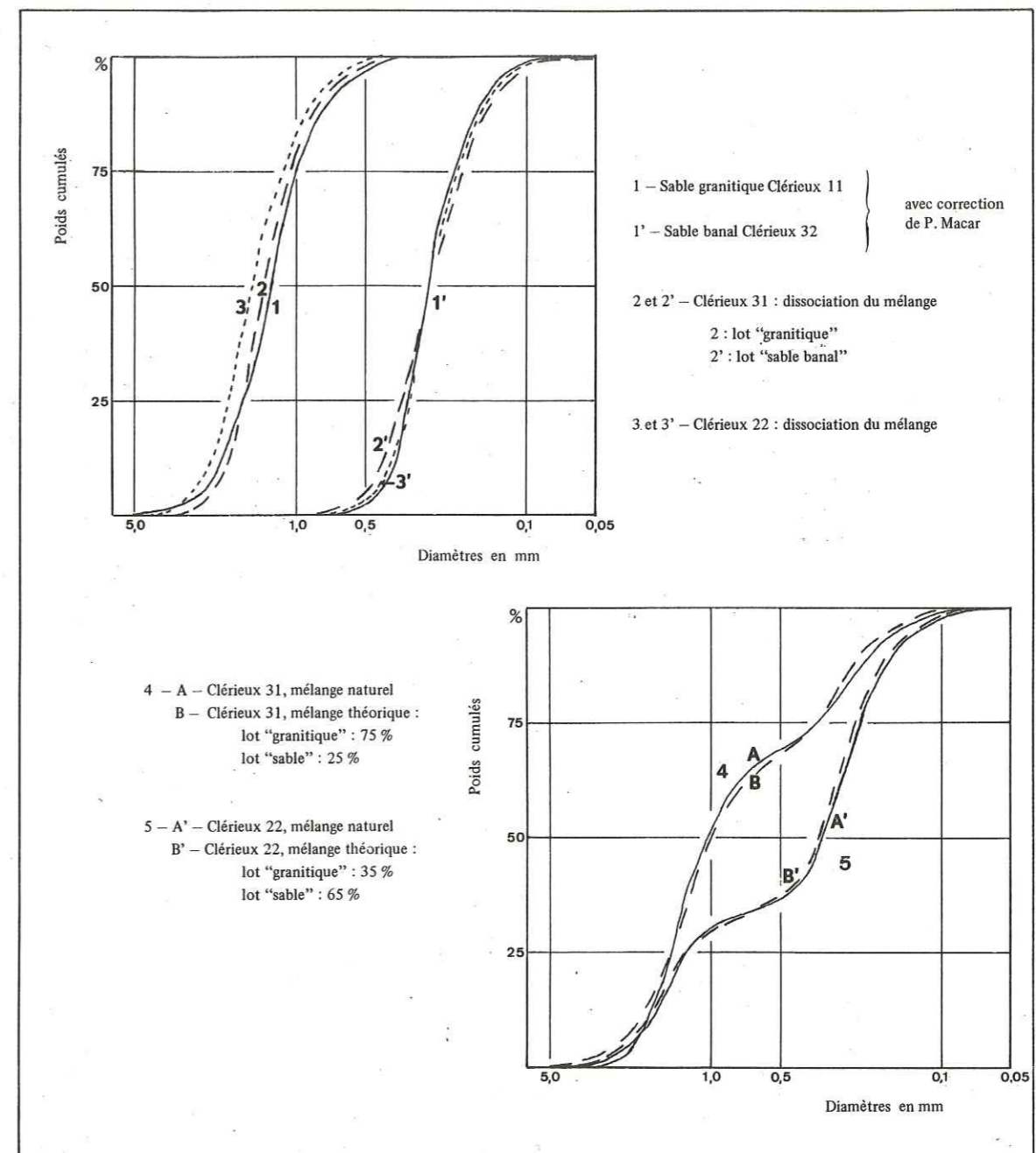


Fig. 29 - Granulométrie de mélanges.

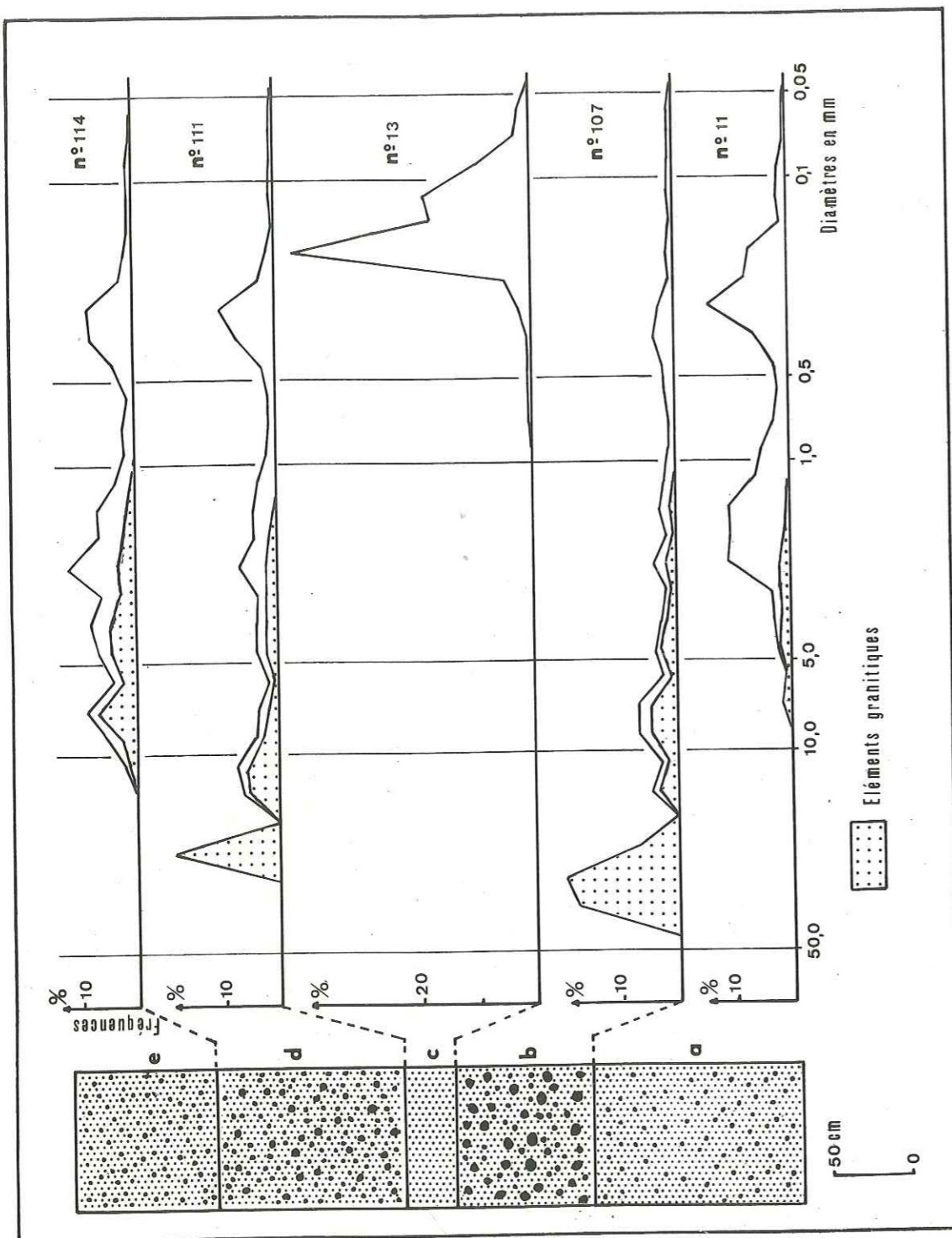


Fig. 30 - Granulométrie des sables granitiques de Saint-Barthélémy-de-Vals 1.

La formation grossière continue au dessus de cet affleurement, tantôt graveleuse, tantôt caillouteuse, avec quelques rares intercalations de sable.

Au S du village de Saint-Barthélémy, le long des sables kaoliniques éocènes qui bordent le socle cristallin, les sables granitiques sont graveleux (fig. 26) et toujours moins grossiers qu'à Saint-Barthélémy 1 (Saint-Barthélémy 31,71). Ils alternent, en une stratification souvent confuse, avec du sable banal (Saint-Barthélémy 2).

Au N de la Galaure, dans les environs de Saint-Uze, les sables granitiques affleurent largement contre le socle. Là encore, ils sont graveleux (Saint-Uze 11,42,71,81) et entrecoupés de lentilles sableuses (Saint-Uze 41).

Ces sables affleurent donc tout le long du socle cristallin. C'est à Saint-Barthélémy même que ces dépôts sont les plus grossiers et les moins bien triés.

Partout la macrofaune est très rare. La microfaune est réduite à quelques foraminifères : *Ammonia beccarii* (L), *Cibicides pseudoungerianus* (Cush.), *C. mexicanus* Nutt. var. *dertonensis* Ruscelli, *Eponides repandus* (F. et M.), *Lenticulina* cf. *rotulata* (Lmk), *Nonion lamarcki* (Cush.), *Pullenia quadriloba* (Reuss), *Elphidium flexuosum* (d'Orb.) *subtypicum* Papp., *E. cf. rugosum* (d'Orb.), *Textularia articulata* d'Orb., *Quinqueloculina* sp. Toutes ces espèces indiquent un milieu littoral.

1 - MORPHOMETRIE DES GALETS.

L'ensemble des caractéristiques morphométriques sont résumées dans le tableau 12.

Echantillons	GRANITES		Emoussé			Aplatissement		
	Longueurs (en mm)	Nombre de galets (en %)	Médiane	< 0,1 (en %)	> 0,5 (en %)	Médiane	< 1,5 (en %)	> 2,5 (en %)
St Barthélémy 1b	10 - 20	50	0,33	0	25	2,0	10	21
	20 - 30	24	0,40	0	23	2,1	15	20
	30 - 40	11	0,39	0	17	1,6	33	0
	40 - 70	11	0,36	0	17	2,1	0	33
	> 70	4						

Tabl. 12 - Indices d'émoussé et d'aplatissement des galets granitiques :
Saint-Barthélémy-de-Vals 1b.

Exceptés quelques gros galets pourris, les autres éléments sont petits : 75 % ont une longueur comprise entre 10 et 30 mm.

Les médianes de l'indice d'éroulé oscillent entre 0,33 et 0,40. Ces chiffres se rapportent à une usure sur une plage marine ouverte au large (A. Cailleux et J. Tricart, 1959).

Les médianes de l'indice d'aplatissement oscillent entre 1,6 et 2,1. Elles représentent un indice banal pour une plage marine (A. Cailleux et J. Tricart, 1959).

2 - GRANULOMETRIE (fig. 30 et 31, tabl. 11 et ann. p. A4 et A5).

Le lot granitique provenant du massif bordier n'a guère été trié. Les indices de classement sont forts et caractéristiques de sédiments faiblement classés. Ici encore, il existe toujours un maximum secondaire dans la partie sableuse des échantillons granitiques.

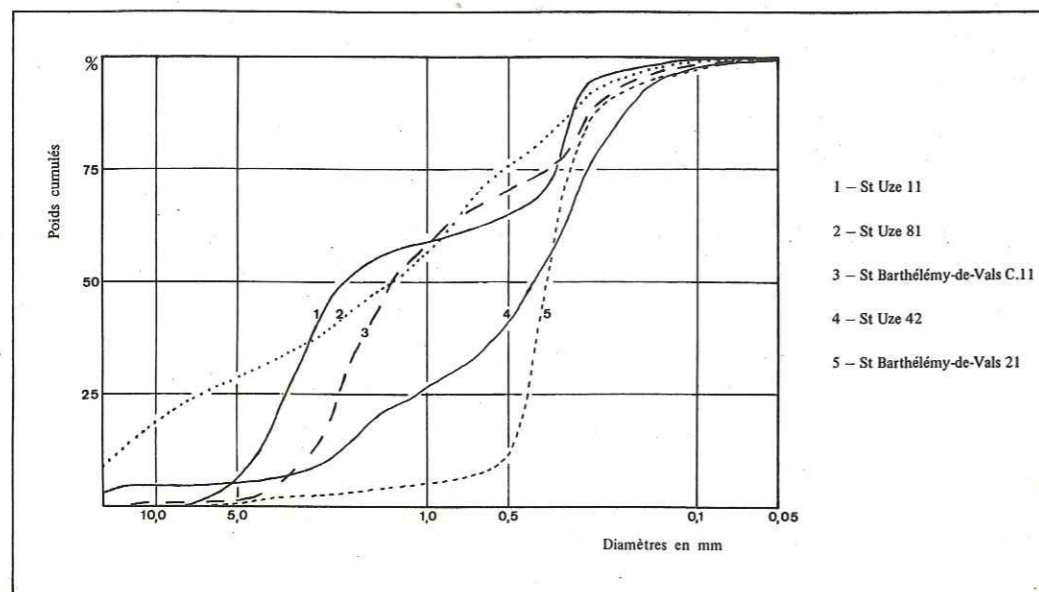


Fig. 31 - Granulométrie des sables granitiques de Saint-Barthélémy-de-Vals (suite) : Saint-Barthélémy ; Saint-Uze.

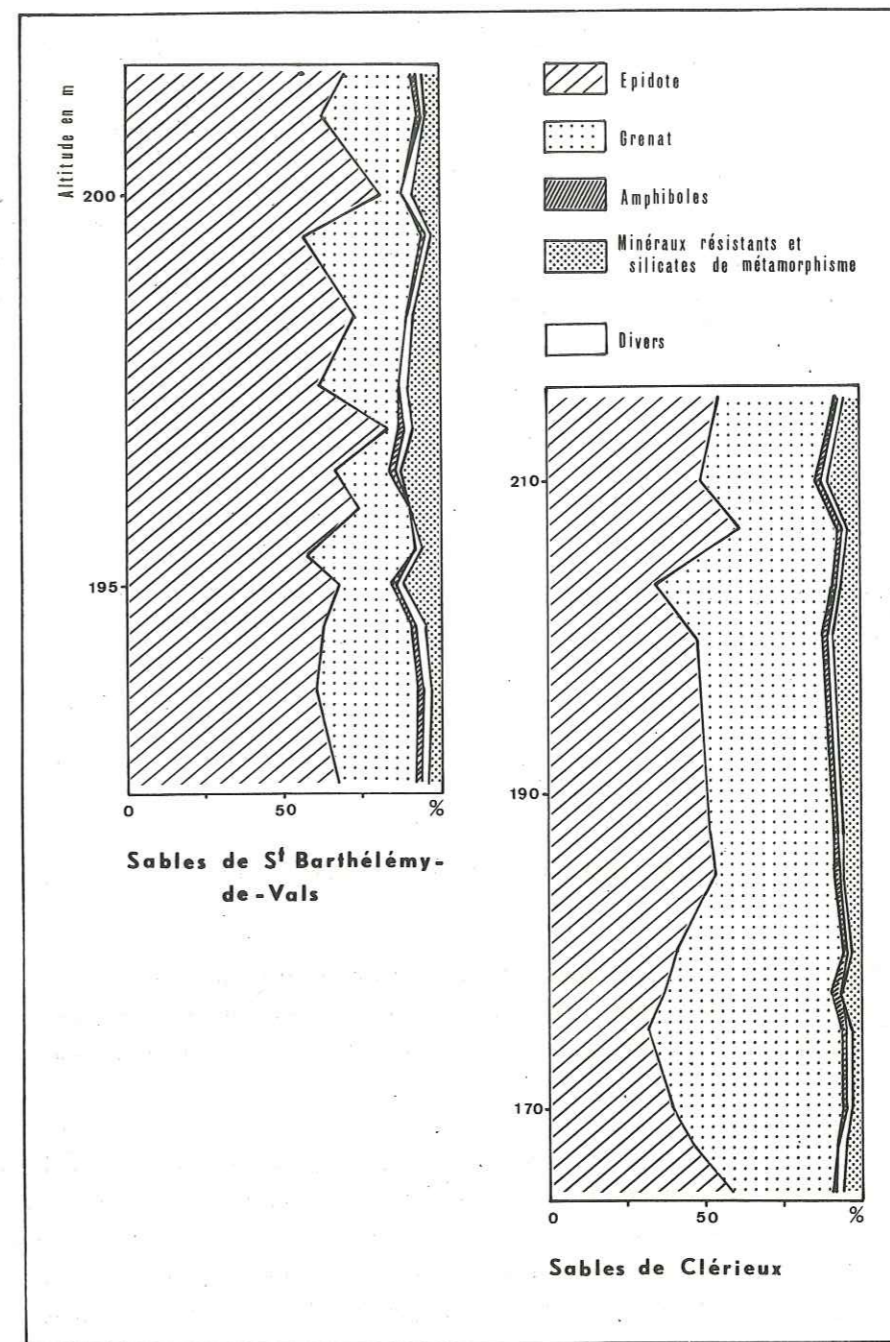


Fig. 32 - Minéraux lourds des sables granitiques du Plateau de Chambaran.

3 - MINERAUX LEGERS

Ils sont semblables à ceux des sables granitiques de Clérieux.

C - MINERAUX LOURDS DES SABLES GRANITIQUES (fig. 32, tabl. 13 et ann. p. A29 et A30).

Sables granitiques, mélanges et sables banaux intercalaires montrent une seule et même association minéralogique lourde : ceci permet d'affirmer l'identité de la fraction 0,50-0,05 mm de tous les échantillons.

		Epidote	Grenat	Amphiboles	Minéraux Résistants	Minéraux de Métamorphisme
Vallée de l'Herbasse	Teneurs extrêmes	32 - 62	25 - 63,5	+ - 3	1,5 - 6	1 - 4,5
	Teneur médiane	48,5	40,5	1	3,5	1,5
Vallée de la Galaure	Teneurs extrêmes	56 - 85,5	4,5 - 39	0 - 1,5	2,5 - 11	+ - 7,5
	Teneur médiane	69	17,5	0,5	5,5	3

Tabl. 13 - Composition minéralogique globale des sables granitiques du Plateau de Chambaran.

Granulométriquement, j'ai déjà démontré cette identité pour les mélanges et les sables banaux intercalaires de Clérieux. Par contre, c'est cette association minéralogique unique qui permet de rapprocher le faible maximum secondaire des sables granitiques francs de celui des sables banaux.

Il est malgré tout logique de penser que les arrivées granitiques du Massif Central comportaient non seulement des éléments grossiers, mais aussi des éléments plus fins. Tandis que les éléments grossiers se déposaient près de l'embouchure des rivières, les éléments fins étaient entraînés plus loin et brassés avec le matériel détritique venant de l'Est. La mer réalisait ainsi, pour l'ensemble des éléments fins de tous les sables - granitiques ou non - un mélange intime.

L'association minéralogique de ce mélange sableux est constituée essentiellement par l'épidote et le grenat (près de 90 % du total lourd). Le glaucophane et les amphiboles calciques sont rares.

Le reste de l'association est formé par les ensembles tourmaline, zircon et oxydes de

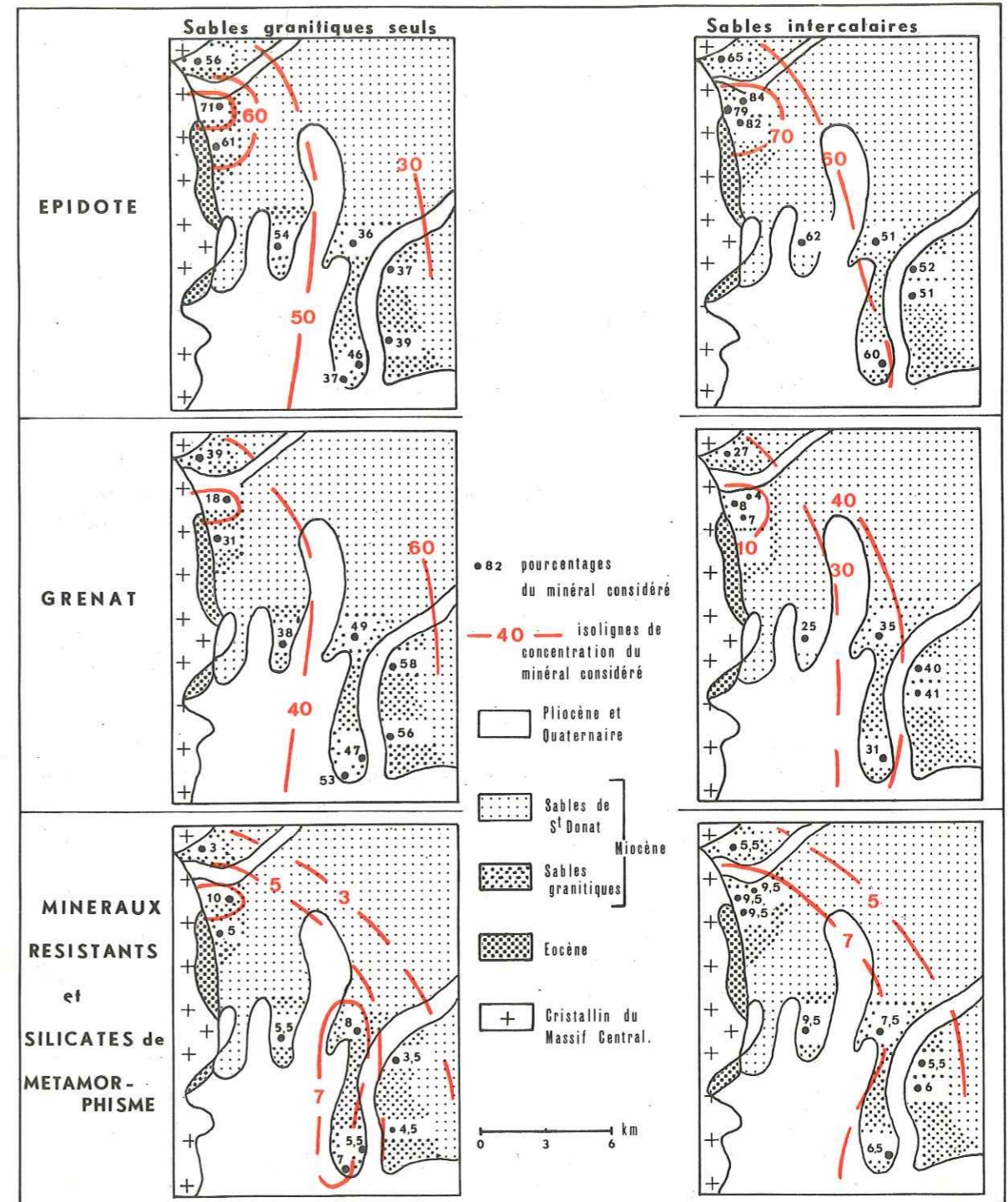


Fig. 33 - Répartition des principales espèces minéralogiques lourdes dans les sables granitiques du Plateau de Chambaran.

titane d'une part, andalousite, staurotide et disthène d'autre part. Ces deux ensembles ne représentent que 6 à 10 % du total.

Est-il possible, en étudiant la répartition de chaque espèce minéralogique lourde, de séparer dans ce mélange, les apports "centraliens" et les apports "alpins" ?

1 — Répartition de l'épidote (fig. 33) :

La teneur en épidote est toujours plus faible dans les sables granitiques que dans les sables intercalaires. Elle croît toujours de la vallée de l'Herbasse à la vallée de la Galaure.

2 — Répartition du grenat (fig. 33) :

La teneur en grenat est toujours plus forte dans les sables granitiques que dans les sables intercalaires. Elle diminue toujours de la vallée de l'Herbasse à la vallée de la Galaure.

3 — Répartition des minéraux résistants et des minéraux de métamorphisme (fig. 33) :

Le faible pourcentage représenté par ces minéraux ne permet que des conclusions prudentes. Il est cependant possible de noter que ce pourcentage diminue de l'Ouest vers l'Est.

Ces deux derniers ensembles minéralogiques proviennent, de toute évidence, du remaniement des dépôts éocènes et d'une alimentation directe par les rivières centraliennes.

Quant aux deux minéraux principaux, épidote et grenat, ils varient en sens inverse l'un de l'autre. D'après leur répartition, seule l'épidote pourrait éventuellement provenir du Massif Central puisqu'elle diminue de l'Ouest vers l'Est. Mais elle devrait alors être plus abondante dans les sables granitiques que dans les sables intercalaires. Ce qui n'est pas le cas.

En fait, je pense qu'il n'est pas possible de dissocier le binôme épidote-grenat et que ces deux minéraux se répartissent d'Est en Ouest essentiellement en fonction de leur densité. A diamètre équivalent, le grain de grenat, de densité comprise entre 3,30 et 4,30, est déposé avant le grain d'épidote, de densité comprise entre 3,25 et 3,35.

L'apport "centralien" se réduit donc aux minéraux résistants et aux minéraux de métamorphisme.

Cette prépondérance des minéraux lourds "alpins" dans l'association s'explique surtout par la prédominance du détritique venant de l'Est dans la fraction où sont cantonnés les minéraux lourds (de 0,50 à 0,05 mm). Ainsi par exemple, dans le sable Clérieux 31, le lot granitique représente 75 % de l'échantillon complet mais sa participation à la fraction 0,50-0,05 mm n'est

que de 5 % environ (fig. 27). Le lot sable banal par contre, est tout entier compris dans cette fraction 0,50-0,05 mm. En pourcentages réels dans cette seule fraction, la participation du lot granitique n'est donc que de 15 %.

Cette prépondérance est encore accentuée par les teneurs en minéraux lourds des deux catégories de détritique. Celle-ci est toujours plus importante dans les sables orientaux que dans les sables "centraliens" : la teneur moyenne dans les sables marins orientaux (sables de Saint-Donat) est de 0,57 %, celle des sables éocènes de Douévas et de Larnage est de 0,18 %.

D — CONCLUSION

Les sables granitiques de Saint-Barthélémy et de Clérieux bordent donc l'W du Plateau de Chambaran, le long du socle cristallin.

Les éléments grossiers proviennent essentiellement du Massif Central. L'alimentation a lieu soit directement par des arrivées fluviales "centraliennes" dans la mer miocène, soit indirectement par remaniement de l'Eocène détritique.

Ces sables forment une zone littorale largement ouverte vers l'Est, où les courants trient et étalent ces apports, les mélangeant avec des éléments fins venant de l'Est.

2 – SABLES DE SAINT-DONAT.

Aux sables granitiques succèdent des sables molassiques typiques. Je les groupe ici sous le terme "sables de Saint-Donat", réservant la dénomination "sables de Montchenu" de G. Demarcq (1962) pour les sables fossilifères du sommet de cette série marine.

Les sables de Saint-Donat forment une série monotone de plus de 100 m d'épaisseur. Ils affleurent largement dans toutes les entailles du Plateau : balmes de l'Isère, vallées de l'Herbasse et de la Galaure et de leurs affluents. Leur base, le long du Massif Central, s'entrecroise avec les sables granitiques.

Je n'ai pu trouver de critère permettant des corrélations d'une coupe à une autre. Il n'existe jamais de bons repères ou de niveaux continus même pour deux affleurements presque contigus. Pour tenter, malgré tout, de relier les différents affleurements entre eux, je n'ai pu tenir compte que de l'horizontalité des dépôts dans tout ce secteur occidental du Plateau de Chambaran (C. Germain et G. Demaison, 1958).

Je donnerai uniquement les caractéristiques d'ensemble de ces sables, les coupes étudiées étant situées le long des deux principales rivières et aussi le long de l'Isère.

Les sables de Saint-Donat sont des sables jaunâtres, homogènes, sans aucune stratification ou en stratification confuse créée par de nombreux courants assez forts mais variables. Les lentilles, dont la base est fréquemment concave vers le haut, se recoupent en tous sens. Localement, cette stratification est soulignée par de petites passées marneuses, finement sableuses et micacées, traduisant une accalmie temporaire des courants. Les consolidations en "molasse" sont nombreuses. Elles résistent mieux à l'érosion que le sable qui les entoure et forment, à l'affleurement, des surplombs de types très variés.

1 – FAUNE

Ces sables livrent localement de rares bryozoaires, des valves de balanes et quelques *Chlamys*.

Ils ne sont jamais dépourvus de microfaune. Les individus sont toujours peu nombreux et les espèces présentes peu variées. Les foraminifères sont en général plus nombreux que les ostracodes. Parmi ces derniers, *Cushmanidea elongata* (Brady) est l'espèce la plus largement représentée. Elle est accompagnée par : *Aurila convexa* (Baird), *Cyamocytheridea strigulosa* (Reuss), *Leptocythere tersanni* Carbonnel, *Elofsonella amberii* Carbonnel, *Haplocytheridea dacica* (Hejjas), *Hemicytherura defioerei* Ruggieri, *Cytheretta orthezenensis* Moyes, *Cytheropteron* sp., *Loxococoncha* sp.

Les foraminifères sont toujours des espèces littorales, vivant en eau très peu profonde.

Les espèces planctoniques sont très rares. En un seul point : Saint-Uze 72, ces derniers sont relativement nombreux, mais toujours du genre *Globigerina*. Ils n'indiquent sans doute pas une profondeur supérieure aux autres espèces, mais témoignent peut-être de la présence d'un fond d'herbier dont le sédiment très fin a retenu les globigérines.

— dans la région comprise entre le Massif Central et la vallée de l'Herbasse, on rencontre : *Ammonia beccarii* (L.), *Elphidium flexuosum* (d'Orb.), *E. crispum* (L.), *E. rugosum* (d'Orb.), *Heterolepa dutemplei* (d'Orb.), *Florilus boucanus* (d'Orb.), *F. communis* (d'Orb.), *Cibicides pseudougerianus* (Cush.), *C. floridanus miocenicus* Colom., *C. robertsonianus* (Brady), *C. boucanus* (W. et J.), *C. dutemplei* (d'Orb.), *C. ungerianus* (d'Orb.), *C. haidingeri* (d'Orb.), *Eponides repandus* (F. et M.), *Lenticulina inornata* (d'Orb.), *L. crassa* (d'Orb.), *L. rotulata* (Lmk), *Stilostomella consobrina* (d'Orb.), *Pullenia bulloïdes* (d'Orb.), fragments de *Plectofrondicularia diversicostata* Costa, *Globigerina* ex. gr. *bulloïdes* d'Orb., *G. diplostoma* Reuss, *Globulina gibba* (d'Orb.), *Globorotalia incompta* (Cifelli), *Quinqueloculina* sp.

Les échantillons de Saint-Barthélémy P. 11 à P. 14, sables fins intercalés dans les sables granitiques, seraient les sables les plus anciens du Plateau de Chambaran. Ils contiennent des *Ammonia beccarii* (L.) plates et à nombreux piliers centraux. Ces formes sont abondantes au sommet du Miocène inférieur de Provence.

— à l'E de la vallée de l'Herbasse et le long de la rive droite de l'Isère (Romans, Génisieux, Triors, Parnans et Geyssans), les foraminifères ont, semble-t-il, un caractère saumâtre assez net : *Ammonia beccarii* (L.), *Lenticulina inornata* (d'Orb.), *L. rotulata* (Lmk), *L. concinna* (Reuss), *Elphidium glabratum* Cush., *E. crispum* (L.), *Eponides haidingeri* (d'Orb.), *Cibicides floridanus* (Cush.), *C. pseudougerianus* (Cush.).

2 – GRANULOMETRIE (fig. 34 à 36, tabl. 14 et ann. p. A5 à A7).

Les sables de Saint-Donat sont fins, homogènes et bien distribués. La fraction fine, inférieure à 0,05 mm est réduite (2 à 15 %) et il n'existe pratiquement jamais d'éléments de diamètre supérieur à 1 mm. La médiane est presque toujours comprise entre 0,15 et 0,30 mm. Le classement est excellent.

Ces caractéristiques restent valables de bas en haut de la série. A la base, ce sable molassique franc peut encore admettre quelques lentilles plus grossières à éléments granitiques (Romans 11,13 ; Triors 13 ; Saint-Uze 71). Le long de la bordure ouest, contre le socle de Saint-Vallier-Tournon et aussi, mais plus rarement, dans la vallée de la Galaure, ces lentilles grossières peuvent se rencontrer au milieu ou au sommet de la série. Le sable est alors plus grossier, mais bien trié (Chantemerle 31 ; Châteauneuf-de-Galaure 21,31).

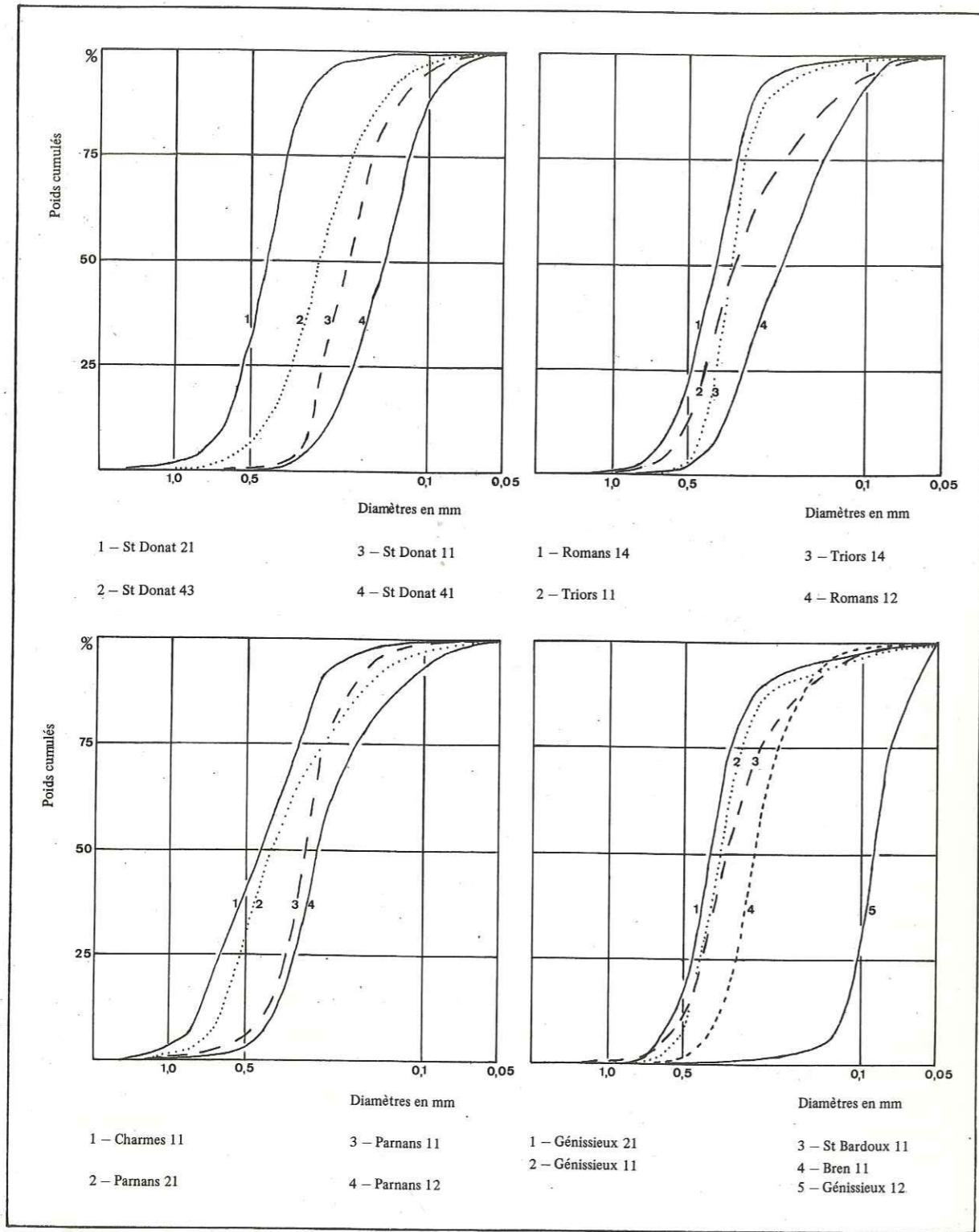


Fig. 34 - Granulométrie des sables de Saint-Donat : vallée de l'Herbasse.

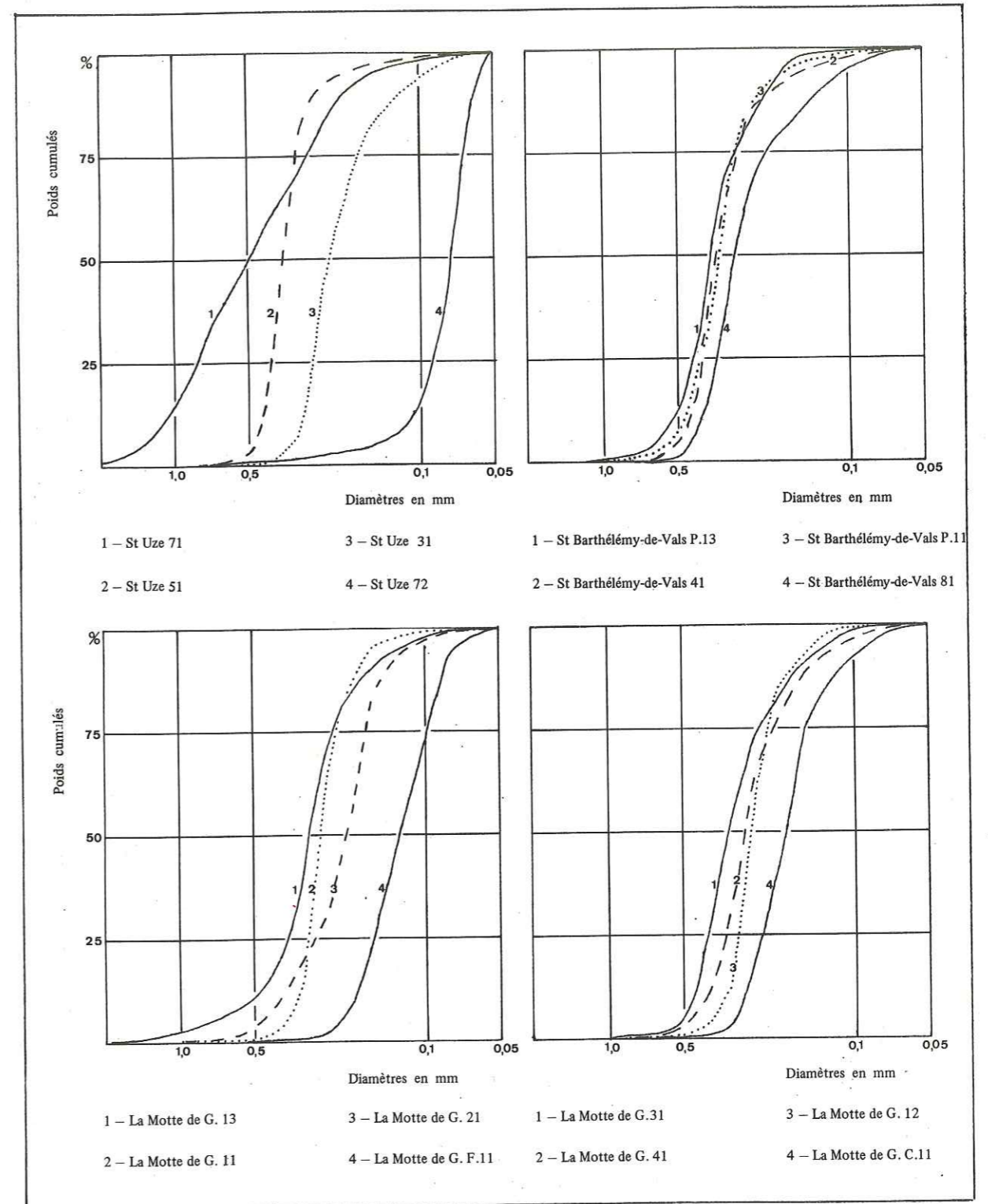


Fig. 35 - Granulométrie des sables de Saint-Donat : vallée de la Galaure.

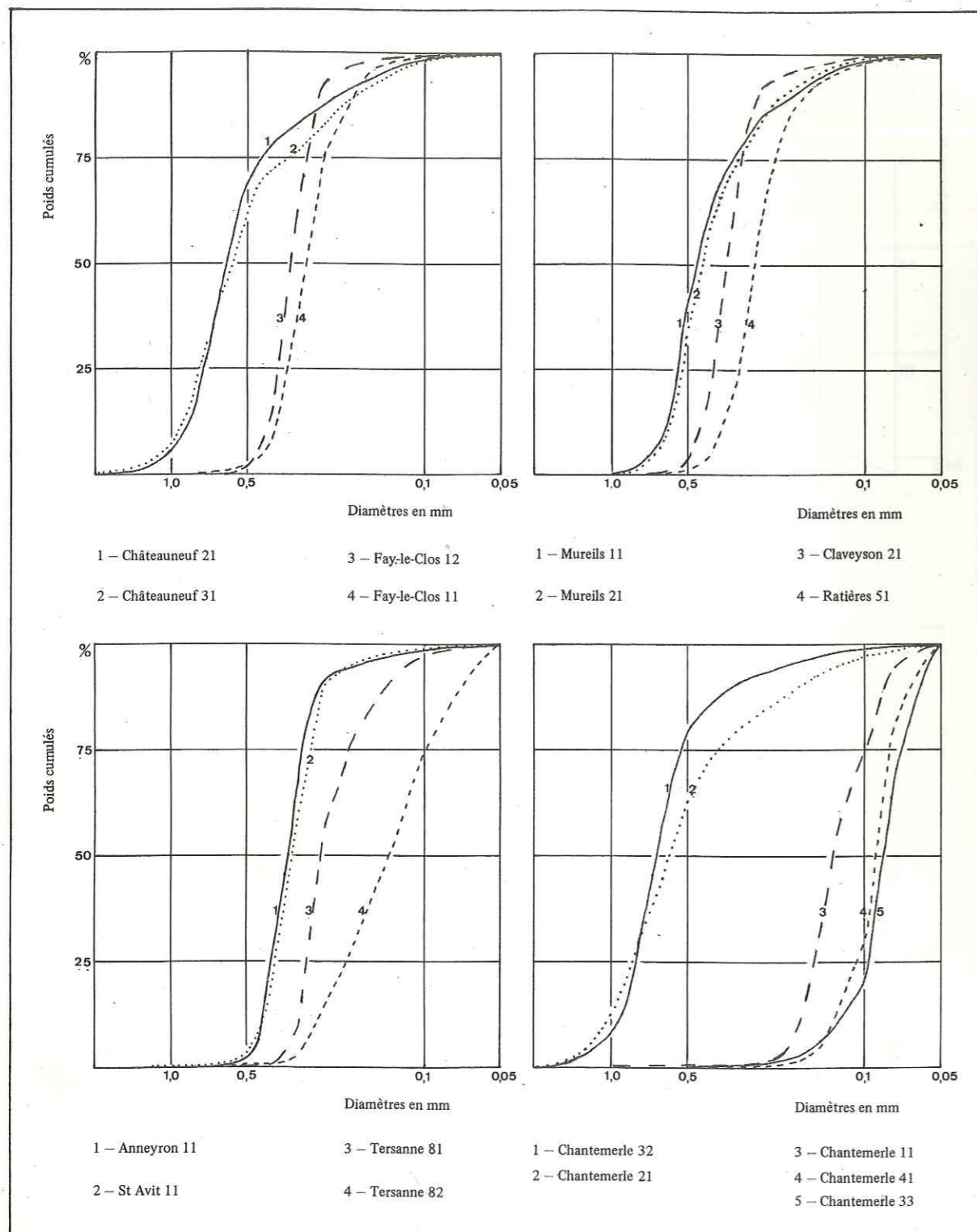


Fig. 36 - Granulométrie des sables de Saint-Donat : vallée de la Galaure (suite).

		Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité
Vallée de l'Herbasse	Valeurs extrêmes	0,09 - 0,56	1,16 - 1,50	0,83 - 1,22	0,14 - 0,33
	Valeur médiane	0,34	1,27	0,99	0,24
Vallée de la Galaure	Valeurs extrêmes	0,08 - 0,69	1,0 - 1,71	0,71 - 1,08	0,16 - 0,33
	Valeur médiane	0,31	1,20	0,97	0,24

Tabl. 14 - Indices granulométriques des sables de Saint-Donat.

3 - PETROGRAPHIE

Minéraux légers

Les sables de Saint-Donat sont très couramment jaunes. Ils sont quartzeux, calcaires, feldspathiques et micacés.

Le quartz est l'élément prédominant (40 à 60 %).

Les grains sont simples ou plus rarement composés de petits individus fortement engrenés les uns dans les autres.

Ils peuvent quelquefois, pour les plus gros, être émoussés-luisants ; les autres sont très généralement non-usés.

Le calcaire (15 à 35 %) est le plus couramment un calcaire détritique jaunâtre ou grisâtre, rarement oolithique (Romans 11 à 15 ; Génissieux 11,12,21 ; Claveyson 21 ; Saint-Barthélémy 81).

Les grains, de même que la microfaune, sont souvent marqués de cupules d'impression. Outre ce calcaire détritique, la calcite peut réunir en un ciment deux ou trois grains de quartz, réalisant ainsi de petits agrégats dont le diamètre varie entre 0,5 et 1 mm. Elle peut aussi former de petits rhomboèdres transparents, terminant les deux extrémités des radioles d'oursins ou celles des colonies de bryozoaires. Plus le sable est fin, plus la teneur en calcaire augmente. Dans les consolidations en "molasse", le ciment est fait de calcite macro ou plus rarement microgranulaire, presque sans trace d'argile.

Les feldspaths (5 à 20 %) sont variés : orthose, microcline et plagioclases. Les grains peuvent être très frais ou montrer tous les stades possibles d'altération.

Les micas, surtout fréquents dans les sables fins, ne sont jamais absents. C'est la muscovite qui domine. La chlorite l'accompagne presque toujours. La biotite est plus rare et souvent altérée.

A côté de ces éléments principaux, les sables de Saint-Donat comportent fréquemment de petits fragments de roches de type métamorphique : quartzites et quartzites phylliteux surtout.

La glauconie, souvent considérée comme un constituant caractéristique des molasses et des sables molassiques marins, n'existe pratiquement jamais. Dans tous les échantillons observés, je n'en ai rencontré qu'une dizaine de grains.

Minéraux lourds (fig. 37, tabl. 15 et ann. p. A30 à A33).

L'association minéralogique des sables de Saint-Donat comporte près de 90 % d'épidote et de grenat, avec, presque toujours, dominance du premier sur le second. Les amphiboles sont rares, mais cependant montrent une légère tendance à l'augmentation à la partie supérieure. Le glaucophane, très rarement absent, ne dépasse jamais la teneur de 1 %.

		Epidote	Grenat	Amphiboles	Minéraux Résistants	Minéraux de Métamorphisme
Vallée de l'Herbasse	Teneurs extrêmes	40 - 70,5	21 - 51	1 - 6	1 - 7	+ - 6
	Teneur médiane	55,5	35	3	3,5	1
Vallée de la Galaure	Teneurs extrêmes	41,5 - 91	2,5 - 48	+ - 15,5	1,5 - 10	0 - 2,5
	Teneur médiane	60	26,5	2	4	0,5

Tabl. 15 - Composition minéralogique globale des sables de Saint-Donat.

Quantitativement les teneurs médianes sont voisines d'une vallée à l'autre. Cependant, le grenat est un peu plus abondant le long de l'Herbasse que le long de la Galaure et corrélativement l'épidote diminue.

D'autre part, les variations à l'échelle de l'échantillon sont beaucoup plus brusques dans la vallée de la Galaure que dans celle de l'Herbasse, comme c'était déjà le cas pour les sables granitiques. Sans doute, les courants étaient-ils plus rapides au NW de la région que vers le Sud.

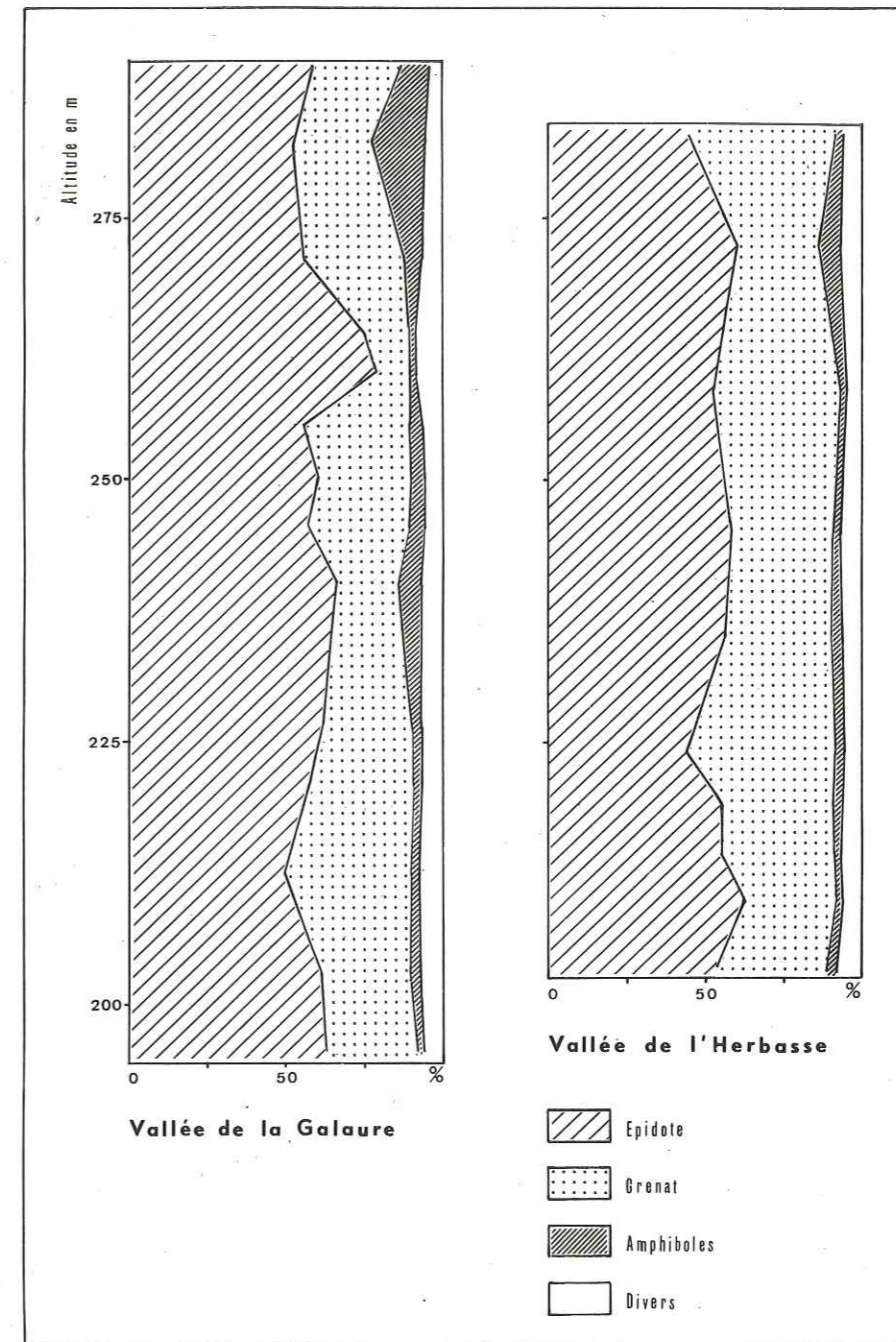


Fig. 37 - Minéraux lourds des sables de Saint-Donat.

4 - CONCLUSION

Les sables de Saint-Donat, comme les sables granitiques, possèdent une association minéralogique de même type que celle du Burdigalien et de l'Helvétien inférieur des chaînes subalpines actuelles.

Si pétrographiquement, ils sont immatures, au contraire ils sont granulométriquement très évolués. Ce caractère est très important. Nous le retrouverons d'ailleurs pour tous les sables molassiques du Bas-Dauphiné.

3 - SABLES DE MONTCHENU ET SABLES DE TERSANNE

Déjà, en 1897, C. Depéret citait, au N de Romans, au dessus des sables molassiques fins, des sables plus grossiers et plus fossilifères. La succession qu'il établit est la suivante, de bas en haut (p. 114) :

- | | |
|---|------------------------|
| 1 - sables fins, molassiques, massifs. | |
| 2 - sables et grès plus grossiers, avec <i>Terebratulina calathiscus</i> ,
<i>Pecten gentoni</i> , <i>P. pusio</i> , balanes, bryozoaires.
(horizon de Saint-Fons, près de Lyon). | } Helvétien |
| 3 - sables et grès très grossiers avec nombreux fossiles roulés :
<i>Pecten gentoni</i> , <i>P. cavarum</i> , <i>Patella delphinensis</i> ,
balanes.
(horizon de Visan et de Cabrières). | } Tortonien
marin |
| 4 - sables fins, lités, à <i>Nassa michaudi</i> . | "Pontique inférieur" |
| 5 - série alternante de marnes et de sables fins,
molassiques, certainement d'eau douce. | } "Pontique supérieur" |

L'unité 1 de C. Depéret correspond aux sables de Saint-Donat, l'unité 2 aux sables dénommés "sables de Montchenu" par G. Demarcq (1962).

Grossiers et fossilifères, ces sables de Montchenu forment une unité bien individualisée au sommet des sables de Saint-Donat. G. Demarcq les cite dans la région de Montchenu, Tersanne et Saint-Martin-d'Aôut. Il faut rattacher aussi à ce niveau les gisements de Saint-Avit et de Saint-Andéol cités par F. Fontannes (1882).

Ces sables forment une ceinture fossilifère qui, partant de la vallée de l'Herbasse au S de Montchenu (Le Cabaret Neuf), rejoint la vallée de la Galaure au niveau d'Hauterives (Combe Claret), en passant par Charmes-sur-l'Herbasse, Saint-Andéol (commune de Claveyson), Ratières, Saint-Avit (Les Bayards) et Saint-Martin-d'Aôut (Les Rigauds), (fig. 38).

Ils se rencontrent à partir de 280 m d'altitude jusqu'à 340 m environ. Outre la macrofaune citée par G. Demarcq (1962), il faut noter la présence, par places, de *Nassa michaudi* Thiol., soit au sein même de la série (Saint-Martin 51), soit au sommet ce qui conduit à l'unité paléontologique suivante (sables de Tersanne). La microfaune est rarement absente.

L'horizon 3 de C. Depéret correspond aux "sables de Tersanne", connus déjà avant F. Fontannes et souvent dénommés "sables à *Nassa michaudi*". Le ravin célèbre des "Ponçons", type de ces sables de Tersanne, et les ravins contigus montrent une succession de lentilles fos-

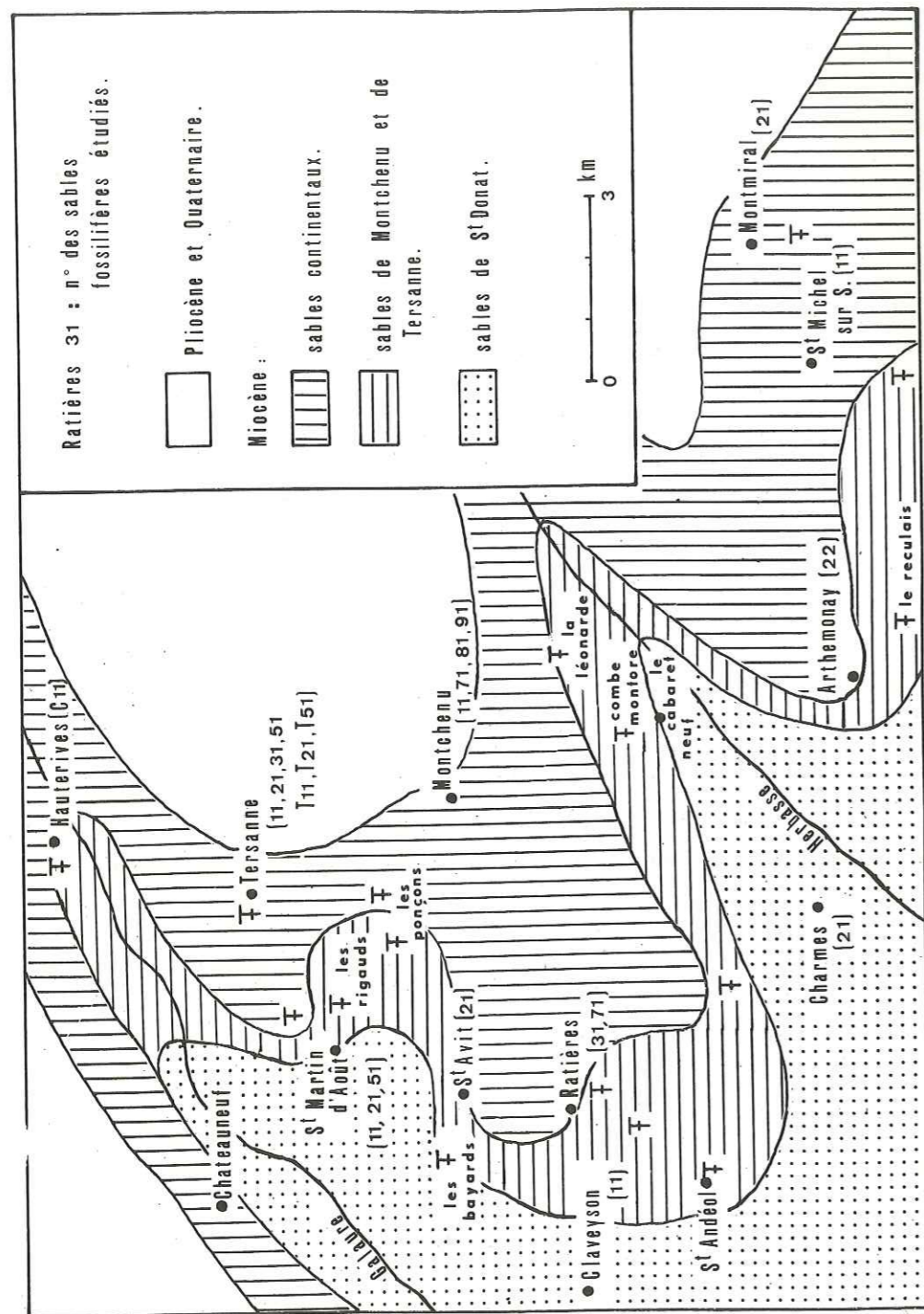


Fig. 38 — Répartition schématique des sables miocènes dans l'W du Plateau de Chambaran.

silifères s'étageant entre 310 et 340 m d'altitude. Un seul autre gisement cité par G. Demarcq (1962) montre la même faune qu'à Tersanne (Saint-Michel-sur-Savasse 11). Ailleurs, mais les gisements sont rares, les Nasses sont seules (Arthémonay, lieu dit Le Reculais ; Ratières 31).

Je réunis ici ces deux unités — sables de Montchenu et sables de Tersanne — car leurs caractéristiques sédimentologiques sont très semblables.

Partout, la stratification est extrêmement confuse. Les lentilles de sable grossier sont les plus nombreuses ; elles sont recoupées par des lentilles de sable plus fin et même quelquefois par des lentilles marneuses de faibles dimensions (0,30 à 0,40 m de long sur 0,10 à 0,20 m de haut).

La macrofaune est toujours cantonnée dans les lentilles grossières où la microfaune peut manquer totalement. Celle-ci n'est abondante que dans les passées fines.

Ici encore, les consolidations en "molasse" sont fréquentes. Il existe même, à Saint-Martin-d'Aout (Les Rigauds : Saint-Martin 53), et à Tersanne (Les Pongons : Tersanne 52, T.52), un véritable calcaire gréseux gris terminant la formation fossilifère. Au dessus, le sable est ou plus fin ou remplacé quelquefois par des marnes, et la microfaune subsiste seule. Ce calcaire forme une passée horizontale de 0,30 à 0,50 m de haut sur 10 à 20 m de long.

1 — MICROFAUNE

Les ostracodes sont très semblables à ceux rencontrés dans les sables de Saint-Donat. L'espèce dominante est aussi *Cushmanidea elongata* (Brady). Elle est accompagnée par *Leptocythere tersanni* Carbonnel, elle aussi très fréquente. Outre ces deux espèces, on rencontre : *Cyamocytheridea strigulosa* (Reuss), *Elofsonella amberii* Carbonnel, *Haplocytheridea dacica dacica* (Hejjas), *Loxoconcha* sp., *Kangarina abyssicola coarctata* Ruggieri, *Falunia plicatula* (Reuss).

Les foraminifères sont toujours des formes très littorales. Les niveaux sableux les plus fins sont des vasières où quelques espèces planctoniques on pu être conservées. Les *Ammonia beccarii* (L) sont partout présentes. Elles sont accompagnées par : *A. beccarii inflata* Seg., *Elphidium flexuosum* (d'Orb.), *E. crispum* (L), *E. rugosum* (d'Orb.), *E. cryptostomum* (Egger), *E. advenum*, *Heterolepa dutemplei* (d'Orb.), *Florilus boucanus* (d'Orb.), *Cibicides lobatulus* (W. et J.), *C. boucanus* (W. et J.), *C. boucanus crassus* Lackoroska, *C. ungerianus* (d'Orb.), *C. haidingeri* (d'Orb.), *Eponides repandus* (F. et M.), *E. repandus boucanus*, *Lenticulina concinna* (Reuss), *L. rotulata* (Lmk), *L. inornata* (d'Orb.), *L. cultrata* (Mtf.), *Planulina wüllerstorfi* (Schw.), *P. ariminsis* (d'Orb.), *Nonion citai* di Napoli, *Bolivina scalprata* (Mtf.), *Caucasina elongata* (d'Orb.), *Hopkinsina honionensis* Forn., *Criboelphidium* sp., *Quinqueloculina vulgaris* d'Orb.

Parmi les espèces planctoniques des vasières, citons : *Globigerina bulloïdes* d'Orb., *G. woodi* Jenkins, *G. cf. diplostoma* Reuss, *G. cf. bulbosa* Leroy, *Globorotalia hirsuta* (d'Orb.), *G. xitula xitula* (Brady), *Globigerinoïdes trilobus* (Reuss).

Enfin, dans la vase située directement sous le niveau calcaire de Saint-Martin d'Aût (Saint-Martin 52), on rencontre *Globocassidulina oblonga* (Reuss) qui "affectionne" les zones d'apports turbides. Et en dessous du niveau calcaire de Tersanne (Tersanne 51), *Amphistegina lessonii* (d'Orb.) indique un milieu riche en CO_3 .

2 - GRANULOMETRIE (fig. 39 à 41, tabl. 16 et ann. p. A7 et A8).

Les sables de Montchenu et de Tersanne sont homogènes et bien triés, en particulier dans leur partie centrale. Mais le diamètre du grain médian est beaucoup plus varié que celui des sables de Saint-Donat et atteint des valeurs plus fortes. Le classement est souvent excellent. L'asymétrie est peu élevée.

	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité
Valeurs extrêmes	0,10 - 0,80	1,12 - 2,53	0,80 - 1,82	0,04 - 0,37
Valeur médiane	0,31	1,27	0,97	0,24

Tabl. 16 - Indices granulométriques des sables de Montchenu-Tersanne

Les sables les plus grossiers montrent un étalement dans les gros diamètres, dû à la présence des graviers qui n'existaient presque jamais dans les sables de Saint-Donat.

3 - PETROGRAPHIE

Les sables de Montchenu et de Tersanne sont quartzeux, calcaires, feldspathiques et micacés. Ils sont jaune à jaune ocre, plus franchement ferrugineux que les sables de Saint-Donat. Ils peuvent aussi, mais plus rarement, être gris jaune à gris.

a - Les galets et graviers :

Quelques rares petits galets de quartz laiteux s'observent çà et là dans ces sables. Beaucoup plus rarement, ces petits galets sont calcaires (Montchenu 71 : un galet calcaire perforé). La fraction graveleuse (10 à 2 mm) peut atteindre 20 % de l'échantillon (Saint-Martin 21) : les graviers qui la constituent sont surtout du quartz, plus rarement des calcaires gris noir et encore plus rarement des granites, des micaschistes et des radiolarites.

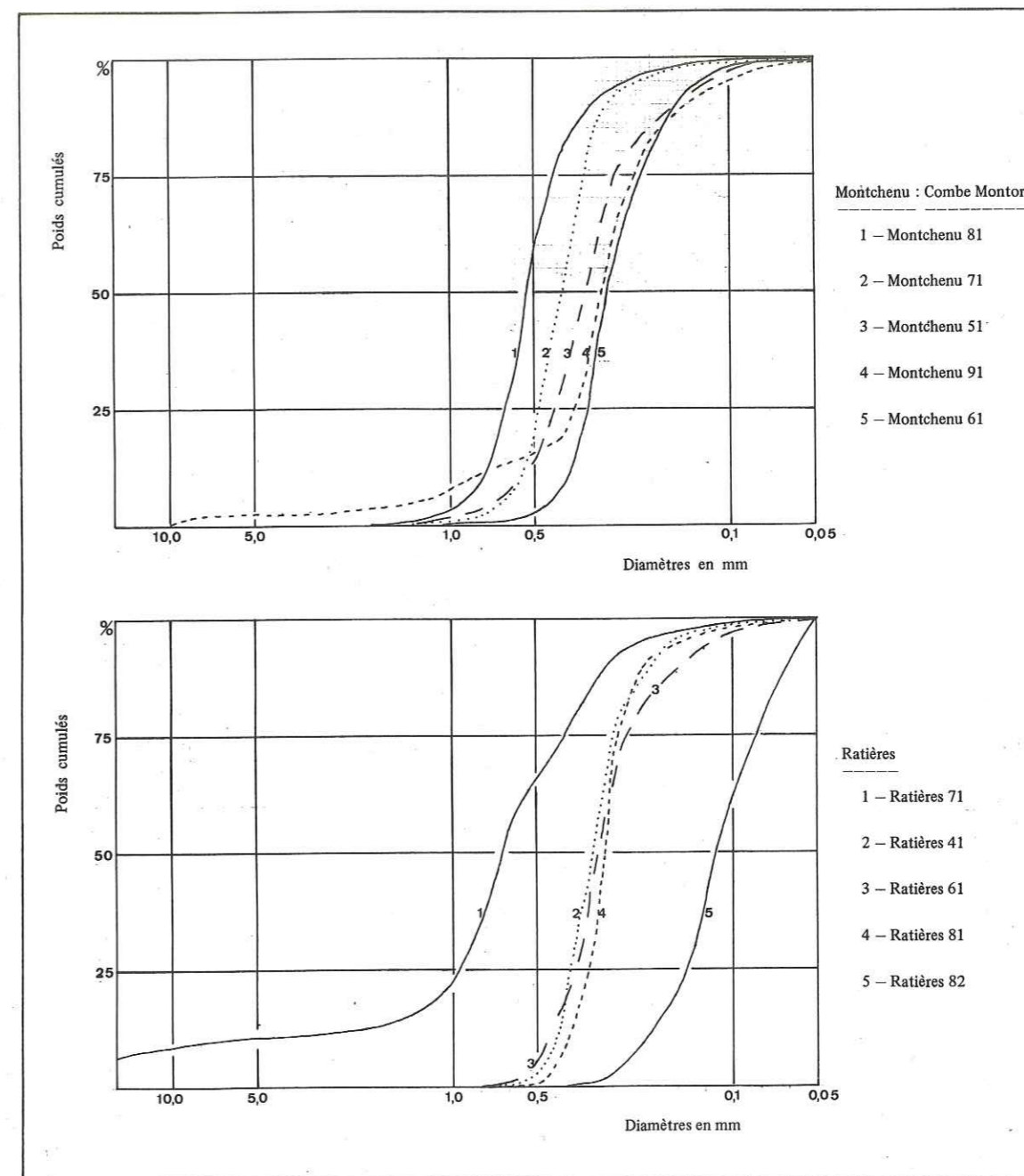


Fig. 39 - Granulométrie des sables de Montchenu-Tersanne : Montchenu ; Ratières.

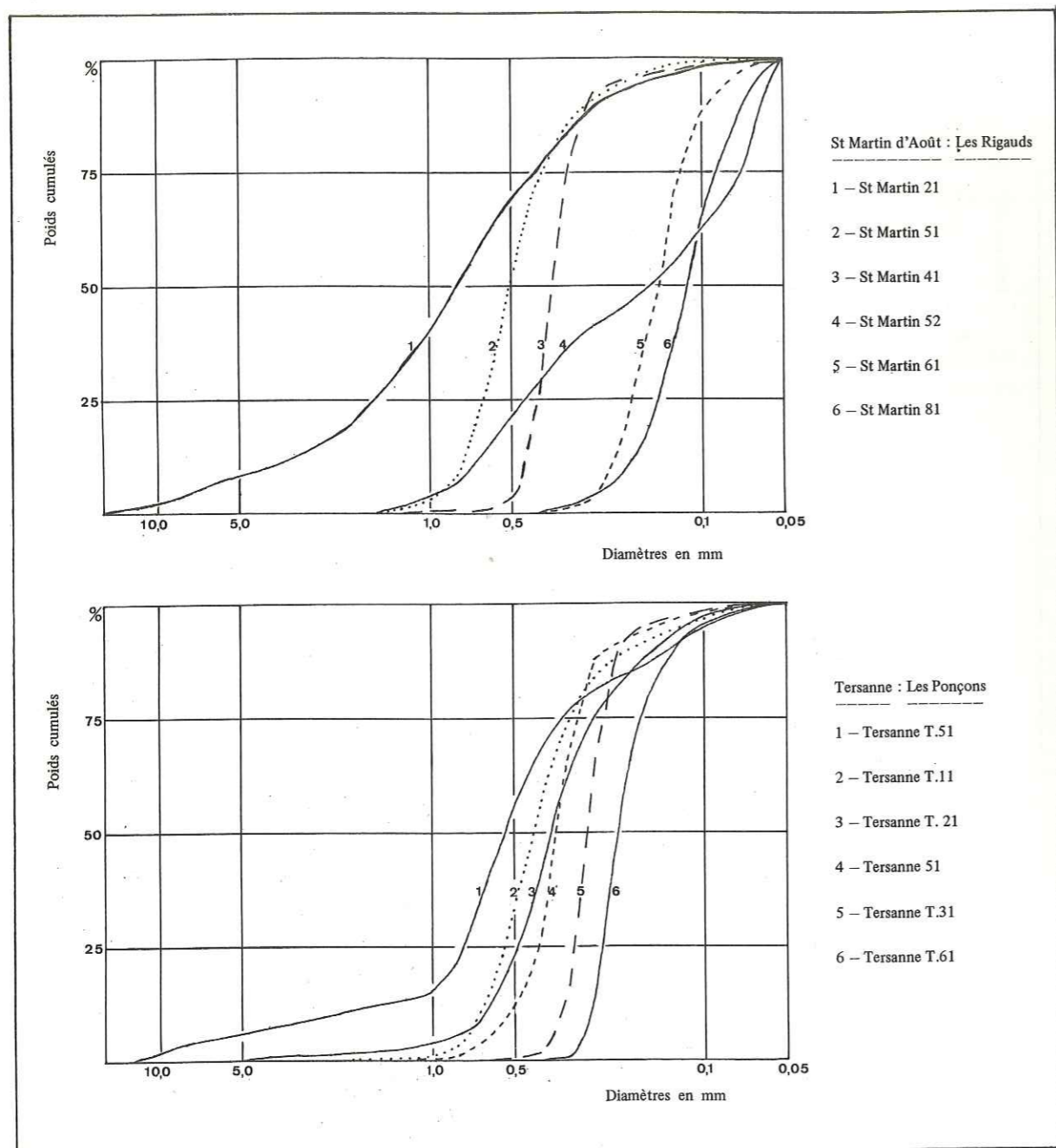


Fig. 40 - Granulométrie des sables de Montchenu-Tersanne (suite) : Saint-Martin-d'Août ; Tersanne.

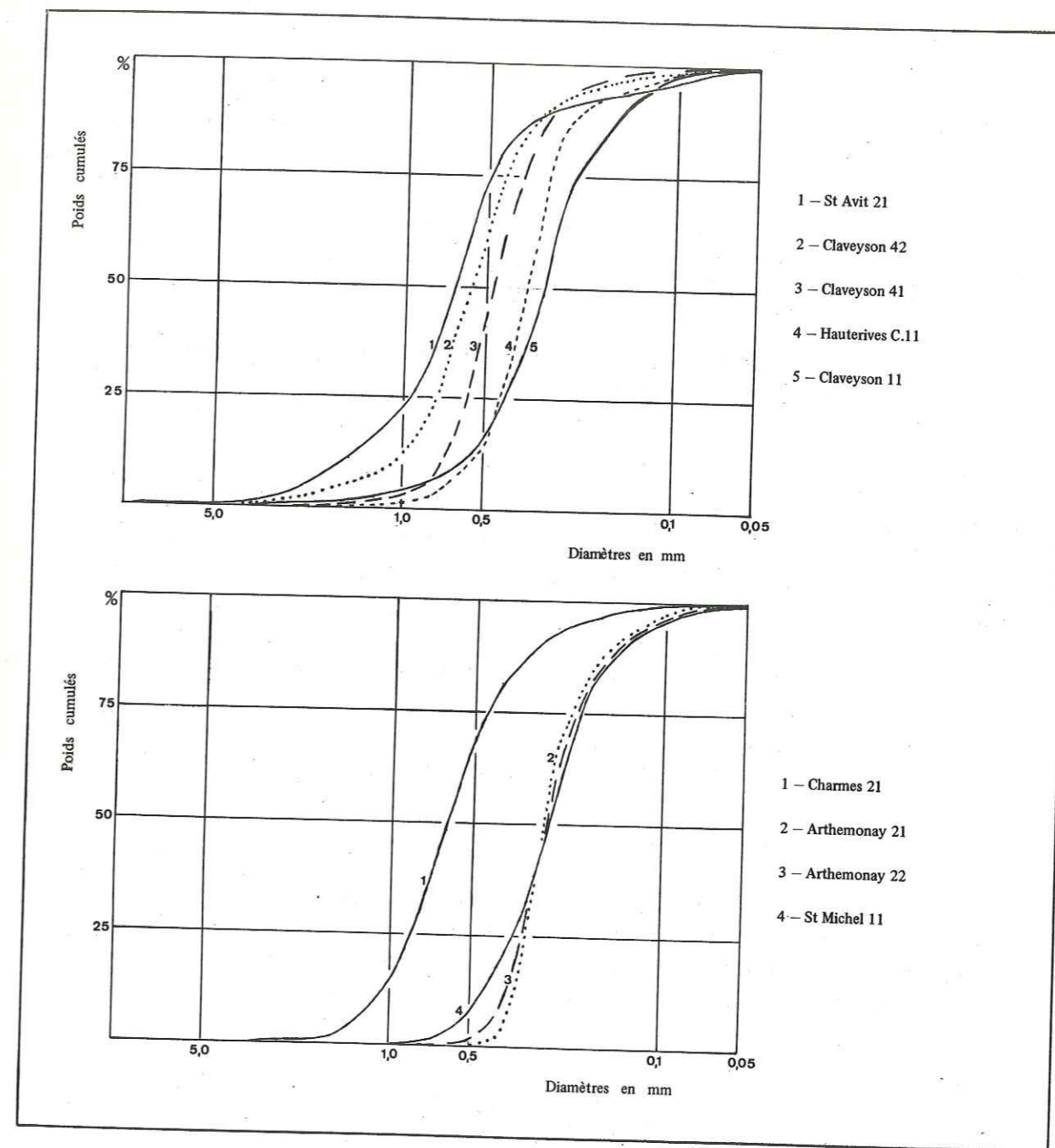


Fig. 41 - Granulométrie des sables de Montchenu-Tersanne (suite) : localités diverses.

b - La fraction sableuse :

Elle est très proche de celle des sables de Saint-Donat.

Le quartz (40 à 60 %) est souvent émoussé-luisant pour les plus gros grains ; les autres ne sont pas usés. Les prismes bipyramidés s'observent en très petit nombre dans la plupart des échantillons.

Le calcaire (10 à 40 %) est peu abondant dans les échantillons grossiers. Il augmente avec la finesse du grain. C'est un calcaire en grande partie détritique, souvent marqué de cupules d'impression.

De plus, la calcite peut former un ciment autour de quelques grains détritiques réalisant ainsi de petits agrégats au sein de la masse sableuse.

Le petit banc calcaire visible au dessus de la formation fossilifère, tant à Montchenu qu'à Tersanne contient de 55 à 70 % de calcaire. C'est un calcaire microgranulaire englobant de petits grains de quartz et de fines paillettes de muscovite.

Les feldspaths (5 à 20 %) et les micas (muscovite, chlorite et biotite) terminent l'association pétrographique.

La glauconie est très peu fréquente, mais est cependant moins rare que dans les sables de Saint-Donat.

Dans un grand nombre d'échantillons, les grains et les fossiles sont tachetés de manganèse.

c - Minéraux lourds (fig. 42, tabl. 17 et ann. p. A34 et A35).

Dans les sables de Montchenu et de Tersanne, les amphiboles (actinote, hornblende verte et plus rarement brune, glaucophane) peuvent devenir un constituant très important de l'association lourde à côté de l'épidote et du grenat. J'avais déjà noté, dans les sables de Saint-Donat, une légère augmentation de ces dernières en montant dans la série. Ici, leur teneur peut dépasser celle du grenat.

Pour déterminer exactement la répartition de ces amphiboles, j'ai réalisé cinq coupes (fig. 42, diagramme inférieur) de l'Ouest vers l'Est.

On note que :

1 - les variations quantitatives d'un point à un autre sont extrêmement rapides.

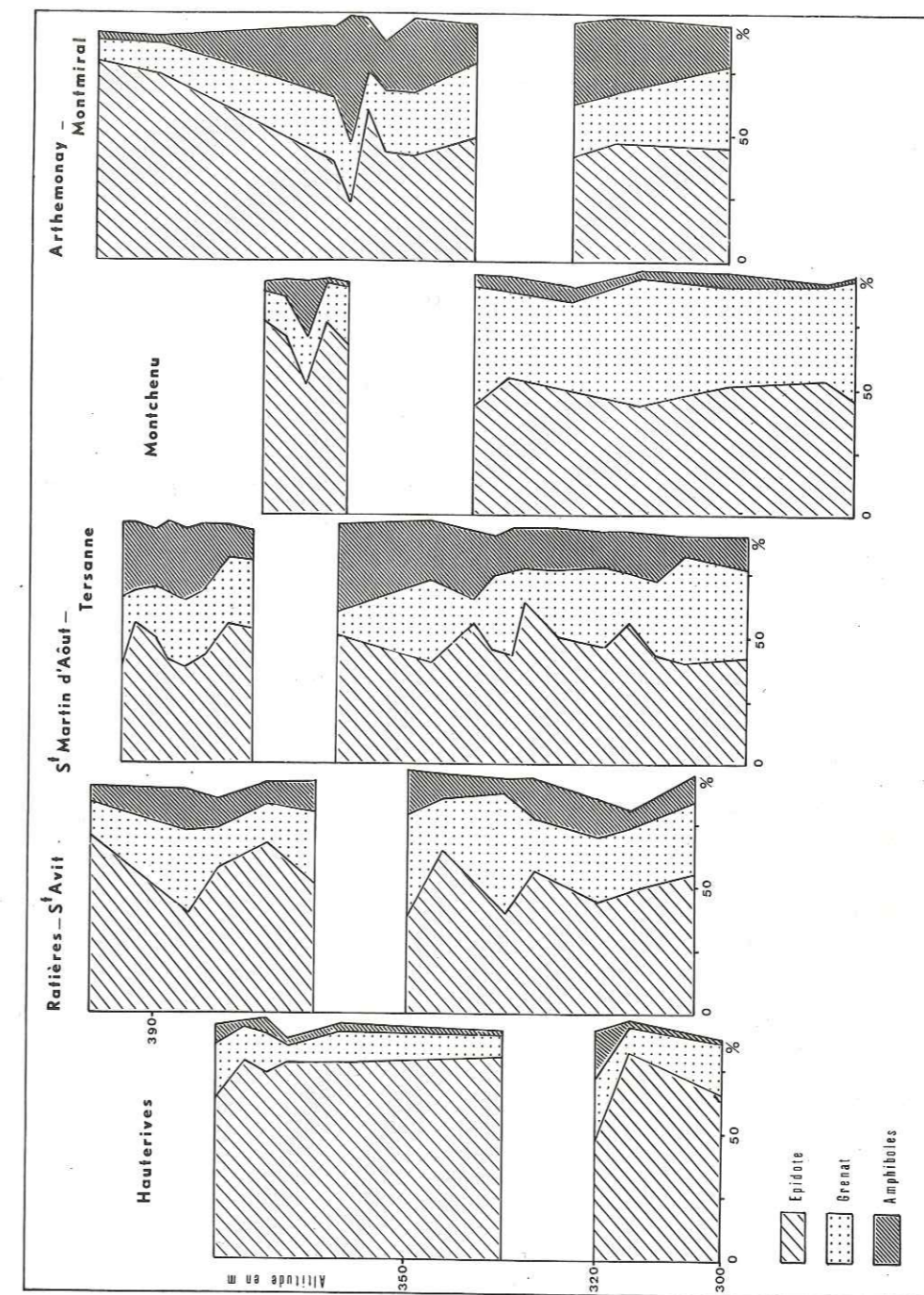


Fig. 42 - Minéraux lourds des sables de Montchenu-Tersanne (diagrammes inférieurs) et des sables continentaux (diagrammes supérieurs) de l'W du Plateau de Chambaran.

2 – les coupes d'Hauterives et de Montchenu sont pauvres en amphiboles (de 1,5 à 7,5 %). Ailleurs, celles-ci sont généralement supérieures à 10 % (Ratières, Saint-Avit) et peuvent même dépasser 30 % (Tersanne, Arthemonay).

3 – la répartition des amphiboles est inversement liée à celle du grenat : quand il est abondant, il y a peu d'amphiboles (Montchenu) et vice-versa, la teneur en épidote variant assez peu.

Ceci tient d'une part à la forte densité du grenat et d'autre part au grain allongé des amphiboles aisément transporté par les courants.

	Epidote	Grenat	Amphiboles	Minéraux Résistants	Minéraux de Métamorphisme
Teneurs extrêmes	37 – 82,5	10 – 52	1 – 36,5	1,5 – 14,5	0 – 4
Teneur médiane	47	29	15,5	3,5	+

Tabl. 17 – Composition minéralogique globale des sables de Montchenu–Tersanne

4 – CONCLUSION

Dans les sables de Montchenu et de Tersanne, les variations quantitatives rapides des minéraux lourds vont de pair avec l'enchevêtrement des lentilles de granulométrie très variée.

A l'affleurement, la stratification est très confuse. Les courants, rapidement changeants en direction et en compétence, répartissent les éléments détritiques, les reprennent localement et remanient éventuellement les sables sous-jacents.

4 – DEPOTS CONTINENTAUX : SABLES ET MARNES

Les sables fossilifères à *Nassa michaudi* Thiol. ne terminent pas exactement la série marine miocène.

Au dessus, des sables plus fins ou des marnes livrent encore des *Ammonia beccarii* (L.) et des *Elphidium rugosum* (d'Orb.).

Viennent ensuite les sables et les marnes à *Helix delphinensis* (Tortonien supérieur). Ils occupent la partie orientale d'une ligne allant de Saint-Michel-sur-Savasse, au Sud, vers Montchenu, Ratières, Saint-Avit, Tersanne et Hauterives sur la Galaure (fig. 38).

Partout dans ce secteur occidental du Plateau de Chambaran, ce sont les sables qui dominent. Les marnes sont beaucoup plus localisées.

A – LES SABLES

Ils se présentent –sur 70 à 100 m d'épaisseur – en affleurements monotones grisâtres à stratification peu apparente sauf lorsqu'elle est soulignée par des passées plus fines et plus dures ou par des galets marneux.

Les consolidations en molasse ne sont pas rares. Ce sont, en général, des dalles plus fines que celles existant dans les sables marins. Quelquefois (Montchenu 31,32), de petites sphères de 3 à 7 cm de diamètre, terminées par un pédoncule assez fin, sont les seules consolidations au sein du sable dont elles se détachent aisément.

La macrofaune est très rare et réduite à des formes terrestres et d'eau douce. La forme la plus courante reste l'*Helix delphinensis* Font. (Montmiral 21, Saint-Martin-d'Aôut 11, Tersanne 11,21,31). Les restes les mieux conservés se trouvent au sein des galets marneux.

La microfaune fait presque totalement défaut. Seuls quelques opercules de gastéropodes et quelques oogones de charophytes existent çà et là.

1 – GRANULOMETRIE (fig. 43, tabl. 18, et ann. p. A8 et A9).

A l'exception de quelques très rares passées grossières (Montmiral 42), l'ensemble continental sableux évolue dans un intervalle granulométrique réduit (les éléments de diamètre supérieur à 0,50 mm sont très rares).

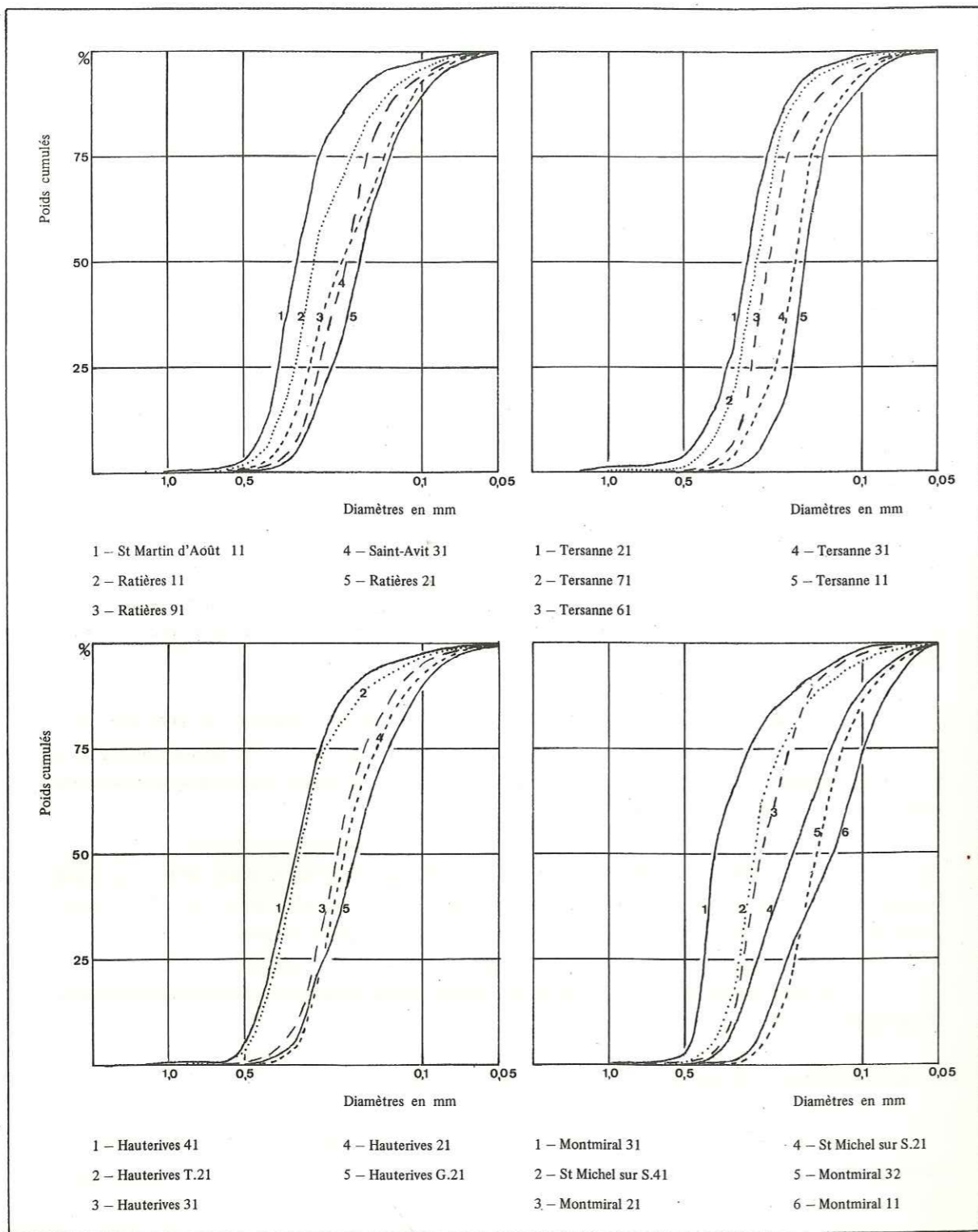


Fig. 43 - Granulométrie des sables continentaux de l'W du Plateau de Chambaran.

Le sable est fin, plus fin que celui de Saint-Donat, la médiane de la série ne dépassant pas 0,37 mm. La fraction fine (inférieure à 0,050 mm) peut atteindre 20 % du total sableux. Le classement est excellent et l'asymétrie faible.

	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité
Valeurs extrêmes	0,13 - 0,37	1,10 - 1,50	0,78 - 1,19	0,13 - 0,48
Valeur médiane	0,22	1,26	0,95	0,26

Tabl. 18 - Indices granulométriques des sables continentaux de l'W du Plateau de Chambaran (Montmiral 42 est exclu).

2 - PETROGRAPHIE

a - Minéraux légers.

Les sables continentaux sont gris, gris jaunâtres ou plus rarement jaunes. Ils sont quartzueux, calcaires, feldspathiques et micacés.

Le quartz prédomine sur les autres éléments détritiques. En grains simples ou composés, il est en général peu usé.

Le calcaire (25 à 40 %) est en grande partie détritique lui aussi. Il peut, en outre, agglomérer quelques grains quartzueux ou feldspathiques sous forme d'un ciment de calcite blanchâtre. Dans les consolidations, la teneur en calcaire (détritique et ciment) peut atteindre 60 %.

Les feldspaths ne manquent jamais et les micas sont fréquents. La muscovite est en lamelles de diamètre supérieur à celui de tous les autres minéraux. Elle est accompagnée de chlorite et de biotite.

Les graviers et galets qui forment l'échantillon Montmiral 42 sont d'abord du quartz laiteux, des calcaires et des grès, puis des granites et des gneiss très pourris et enfin des galets marneux.

b – Minéraux lourds (fig. 42, tabl. 19 et ann. p. A35 à A37).

Ce sont toujours les mêmes que précédemment. Comme pour les sables de Montchenu et de Tersanne, les variations importantes ont lieu au niveau des amphiboles.

	Epidote	Grenat	Amphiboles	Minéraux Résistants	Minéraux de Métamorphisme
Teneurs extrêmes	23 – 80	7,5 – 33	1 – 49	+ – 10,5	0 – 2
Teneur médiane	55	21,5	13,5	4	+

Tabl. 19 – Composition minéralogique globale des sables continentaux de l'W du Plateau de Chambaran.

Les coupes effectuées dans ces sables prolongent celles réalisées dans les sables de Montchenu et de Tersanne (fig. 42, diagramme supérieur). Elles mettent en évidence :

- 1 – une augmentation quasi générale de la teneur en épidote et une nette diminution de la teneur en grenat par rapport aux sables sous-jacents.
- 2 – la persistance de deux îlots pauvres en amphiboles : à Hauterives et au S de Montchenu.

Ainsi, l'ensemble lourd des sables miocènes de l'W du Plateau de Chambaran montre, sur un fond commun d'épidote et de grenat, des variations très nettes dans la teneur en amphiboles.

B – LES MARNES

Elles sont en général peu développées dans cette partie occidentale du Chambaran.

Elles se présentent surtout en galets épars, ou en lits irréguliers pouvant localement montrer une certaine rythmicité (Tersanne 31). Ces galets marneux, très certainement témoins de zones de calme temporaire puis d'assèchement dans le lit des rivières miocènes, renferment souvent des gastéropodes continentaux. Par contre, ils ne livrent jamais de microfaune.

Il est possible d'observer localement des affleurements marneux plus importants. A Tersanne, par exemple, (Tersanne 72) 5 m de marnes jaunes azoïques surmontent les sables gris con-

tinenteaux (Tersanne 71). Mais ces marnes sont surtout intéressantes dans les environs de Roybon, à l'extrémité amont de la vallée de la Galaure. En bordure du CD 156 allant de Roybon au Col de Toutes Aures, ces marnes (Roybon 11 et 12), surmontées par des conglomérats qui terminent la série miocène, m'ont livré des ostracodes lacustres. Ces derniers se retrouvent à la Fortonnière, toujours près de Roybon, où ces marnes sont, cette fois, intercalées dans les conglomérats (M. Chaumont, 1956). Il existait donc, dans ce secteur, un lac à sédimentation calme. Les dépôts sont fortement calcaires (40 à 60 %) et à éléments détritiques extrêmement fins (1 % seulement supérieur à 0,05 mm).

Le Miocène continental de l'W du Plateau de Chambaran est donc essentiellement sableux. Le régime franchement lacustre ne peut être mis en évidence que dans le secteur de Roybon.

La série miocène se termine par des conglomérats. Ils sont peu développés dans cette partie ouest du Bas-Dauphiné méridional et souvent cachés par la glaise de plateau. Ils affleurent à l'E d'une ligne passant approximativement par Montmiral au Sud, Montrigaud et Saint-Clair-sur-Galaure. Ils seront étudiés avec les conglomérats correspondants de l'E du Plateau de Chambaran.

5 - CONCLUSIONS

Malgré un ensemble sableux d'une grande homogénéité, l'étude granulométrique et pétrographique du Vindobonien de l'W du Plateau de Chambaran, permet de mettre en évidence quelques caractéristiques importantes :

a - La contribution du Massif Central à l'alimentation détritique du bassin est loin d'être négligeable. Elle est très sensible à la base de la série et sur la bordure ouest du Plateau (sables de Clérieux et de Saint-Barthélémy-de-Vals).

Cet apport centralien est toujours granitique et quartzeux. Il est grossier et mal distribué (fig. 44).

b - Exceptant ces sables granitiques de base, le Miocène est constitué de sables remarquablement triés pour un intervalle granulométrique réduit. Rares sont les sables comportant des éléments grossiers de diamètre supérieur à 1 mm et leur fraction fine (diamètre inférieur à 0,05 mm) est toujours peu importante (fig. 44). Il y a augmentation de la finesse du grain sableux de bas en haut de la formation. De plus, l'intervalle de variations du grain médian diminue beaucoup des sables marins aux sables continentaux.

Les valeurs médianes des indices de classement et d'asymétrie sont toujours du même ordre de bas en haut, mais l'intervalle de variations est très vaste pour les sables de Montchenu et de Tersanne et au contraire réduit pour les sables de Saint-Donat et les sables continentaux (fig. 44).

Au sein de cet ensemble sableux, seules certaines lentilles du niveau Montchenu-Tersanne sont graveleuses, à cailloutis calcaires et quartzeux. Ces cailloutis doivent correspondre (nous en parlerons par la suite) à l'extrémité des conglomérats de Notre-Dame-de-l'Osier qui s'étalent largement sur l'E du Plateau.

c - La fraction détritique légère est toujours quartzeuse, calcaire, feldspathique et micacée. Elle est, en outre, très fraîche et peu façonnée. Les phylliteux augmentent des sables marins aux sables continentaux.

La teneur en calcaire - surtout détritique - augmente fortement dans les sables continentaux (fig. 44). Ceci va de pair avec la diminution du grain et l'augmentation des éléments fins.

La glauconie, presque toujours citée par les anciens auteurs dans les niveaux marins, est extrêmement rare, pour ainsi dire absente.

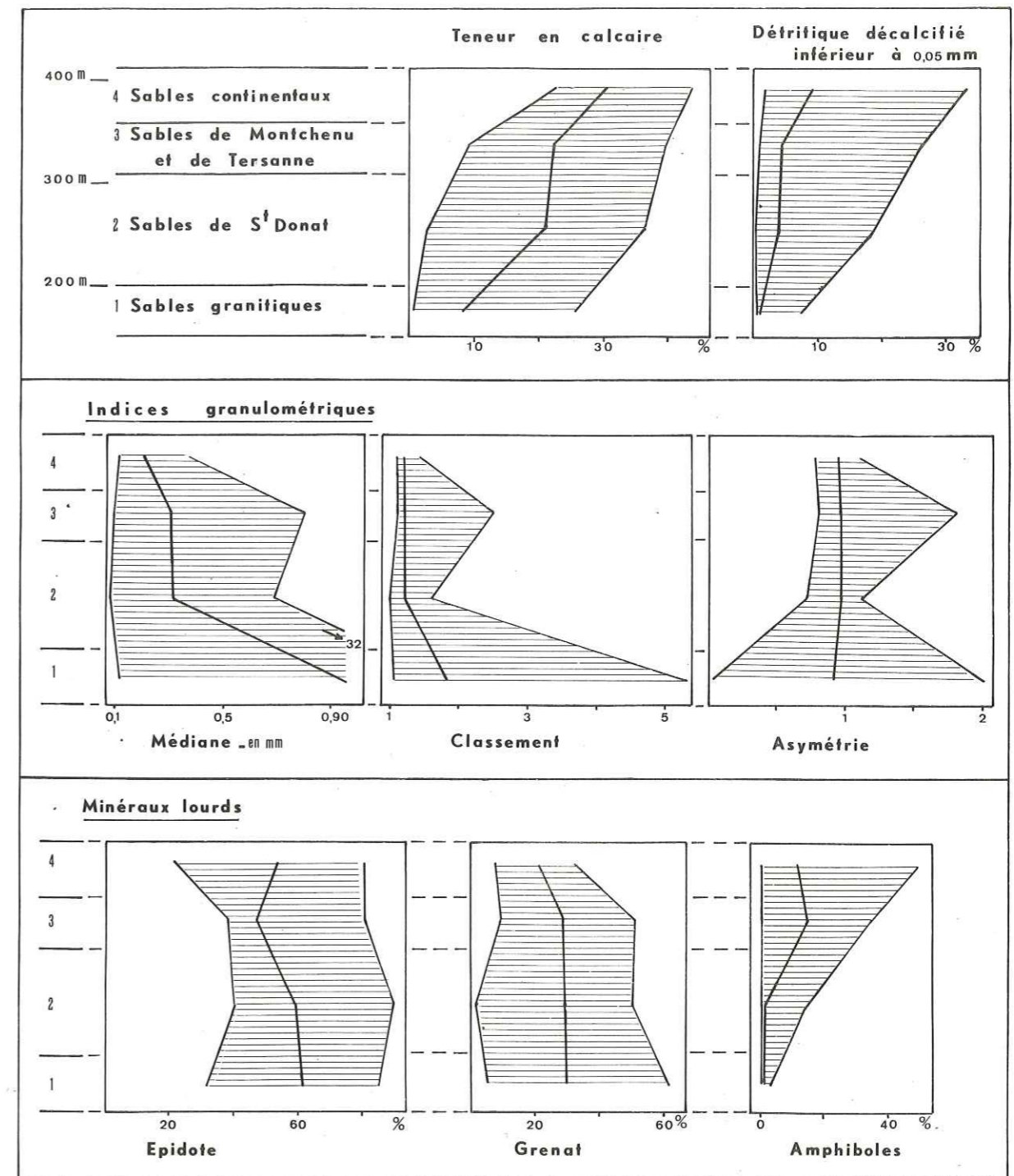


Fig. 44 - Résumé des principales caractéristiques granulométriques et minéralogiques du Miocène de l'W du Plateau de Chambaran. Pour chaque formation, les teneurs et les valeurs d'indice sont matérialisées par trois points : deux correspondent aux échantillons extrêmes, le troisième à l'échantillon médian.

d — La composition minéralogique lourde est qualitativement très homogène et formée pour plus de 90 % par des "minéraux alpins" : épidote, grenat et amphiboles (fig. 44).

L'épidote, toujours dominante, diminue dans les sables de Montchenu—Tersanne pour remonter dans les sables continentaux. La teneur en grenat diminue par contre dans ces derniers et l'intervalle de variations se réduit. Enfin les amphiboles ne prennent de l'importance que dans le haut de la série.

Le Miocène de l'W du Plateau de Chambaran est par conséquent un ensemble sableux au tri granulométrique parfait et pétrographiquement peu évolué.

IB — EST DU PLATEAU DE CHAMBARAN

La partie orientale du Plateau de Chambaran diffère de la partie occidentale par :

- la présence de rides anticlinales dans le Miocène, en particulier à Saint-Lattier, Saint-Antoine et Varacieux (fig. 3).
- l'existence d'une importante masse conglomératique intercalée au sein du Vindobonien sableux.
- le plus grand développement des conglomérats du Miocène terminal.

Tous ces conglomérats constituent l'extrémité aval du delta de Voreppe qui s'étale largement sur le Vercors et la Chartreuse (fig. 25).

Le delta de Voreppe.

Les conglomérats qui constituent ce delta ont souvent été décrits par les anciens auteurs, en particulier C. Lory (1860—1863).

Plus récemment, G. Demarcq (1962) précise la stratigraphie et les limites de ce delta, tandis que J. Bocquet (1966) étudie la pétrographie et la sédimentologie des conglomérats, ainsi que la provenance du matériel grossier.

Cet auteur distingue, d'après la prépondérance des diverses espèces pétrographiques, quatre formations dont les relations sont précisées dans la figure 45. Ce sont :

- la formation de la Vence
- la formation de La Placette—Romeyère
- la formation du Bas-Dauphiné
- la formation du Col de Toutes Aures.

Parmi ces quatre formations, seule la formation du Bas-Dauphiné est normalement sableuse, les autres sont conglomératiques.

La formation de la Vence et celle de La Placette—Romeyère sont bien développées dans les synclinaux du Vercors et de la Chartreuse. En Bas-Dauphiné, seules les deux dernières sont représentées.

La formation du Bas-Dauphiné.

Elle affleure, dans cette partie orientale du Plateau de Chambaran, sous forme de sa-

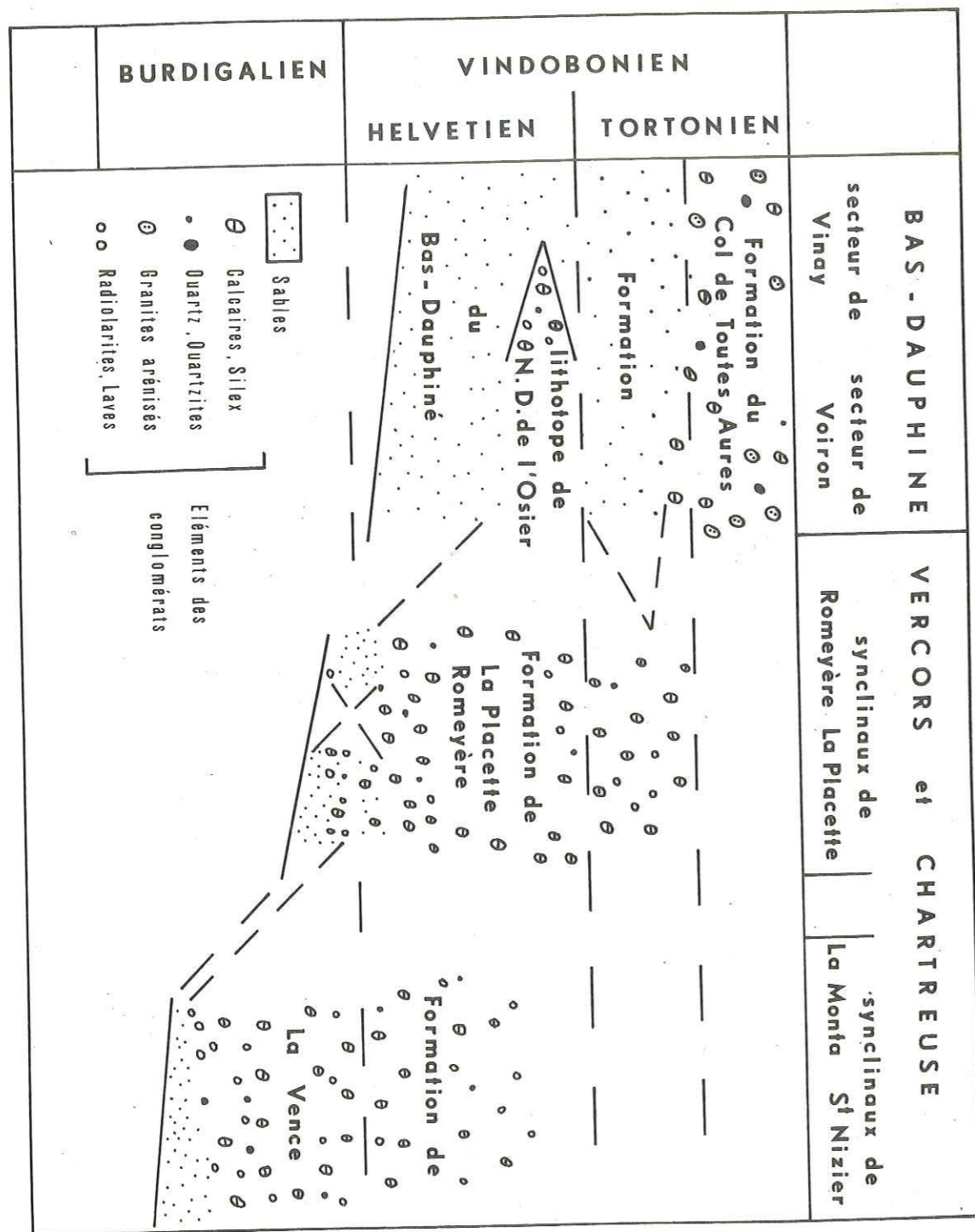


Fig. 45 — Stratigraphie des conglomérats de Voreppe (d'après J. Bocquet, 1966).

bles molassiques très semblables à ceux de la partie occidentale.

Mais, tout à fait à l'Est, au N de Vinay, une épaisse lentille conglomératique est intercalée dans ces sables. Elle forme une masse dite "Conglomérats de Notre-Dame-de-l'Osier" (G. Demarcq, 1962), de plus de 150 m d'épaisseur dans la "moitié supérieure de l'Helvétien" (G. Demarcq, 1962). Sa puissance s'amenuise rapidement vers l'Ouest et le Sud-Ouest.

La composition pétrographique de ces conglomérats est la même que celle de la formation de La Placette-Romeyère : calcaires et silex surtout ; les radiolarites, quartz, granites et roches vertes ne forment que 0 à 10 % du total (J. Bocquet, 1966).

La formation du col de Toutes Aures.

Elle correspond aux "conglomérats à galets impressionnés" des anciens auteurs et forme la partie supérieure du Tortonien. Le terme "Pontien" lui est encore bien souvent attribué.

Cette unité conglomératique, d'une centaine de mètres d'épaisseur, s'étale largement sur le Plateau de Chambaran puisqu'elle est aussi représentée dans sa partie occidentale, au dessus des sables continentaux. Les galets sont, pour plus de 70 % des calcaires ; les 30 % restant étant surtout des granites arénisés, provenant certainement du Pelvoux et des quartzites du Trias des zones internes alpines (J. Bocquet, 1966).

J'ai étudié, dans ce secteur oriental du Plateau de Chambaran, deux coupes synthétiques :

La première se situe au SW des principaux sommets, de Saint-Bonnet-de-Chavagne au Sud, à Saint-Antoine et Dionay, au Nord. Elle correspond à une série presque uniquement sableuse avec pourtant, dans la partie supérieure des sables marins, une vingtaine de mètres de conglomérats correspondant à l'extrémité du faciès de Notre-Dame-de-l'Osier. Les sables à *Nassa michaudi* (sables de Saint-Appolinard) et les sables continentaux, de même type que dans la partie ouest du Plateau, sont surmontés par les conglomérats du Miocène terminal (fig. 47).

La deuxième coupe, décrite par G. Demarcq (1962, p. 154), se situe à l'extrémité orientale du Plateau, de Vinay, sur l'Isère, au Col de Toutes Aures. Elle recoupe de bas en haut l'ensemble des conglomérats de Notre-Dame-de-l'Osier, puis une épaisse série sableuse (sables du Col du Cognet) et enfin les conglomérats du Col de Toutes Aures (fig. 47).

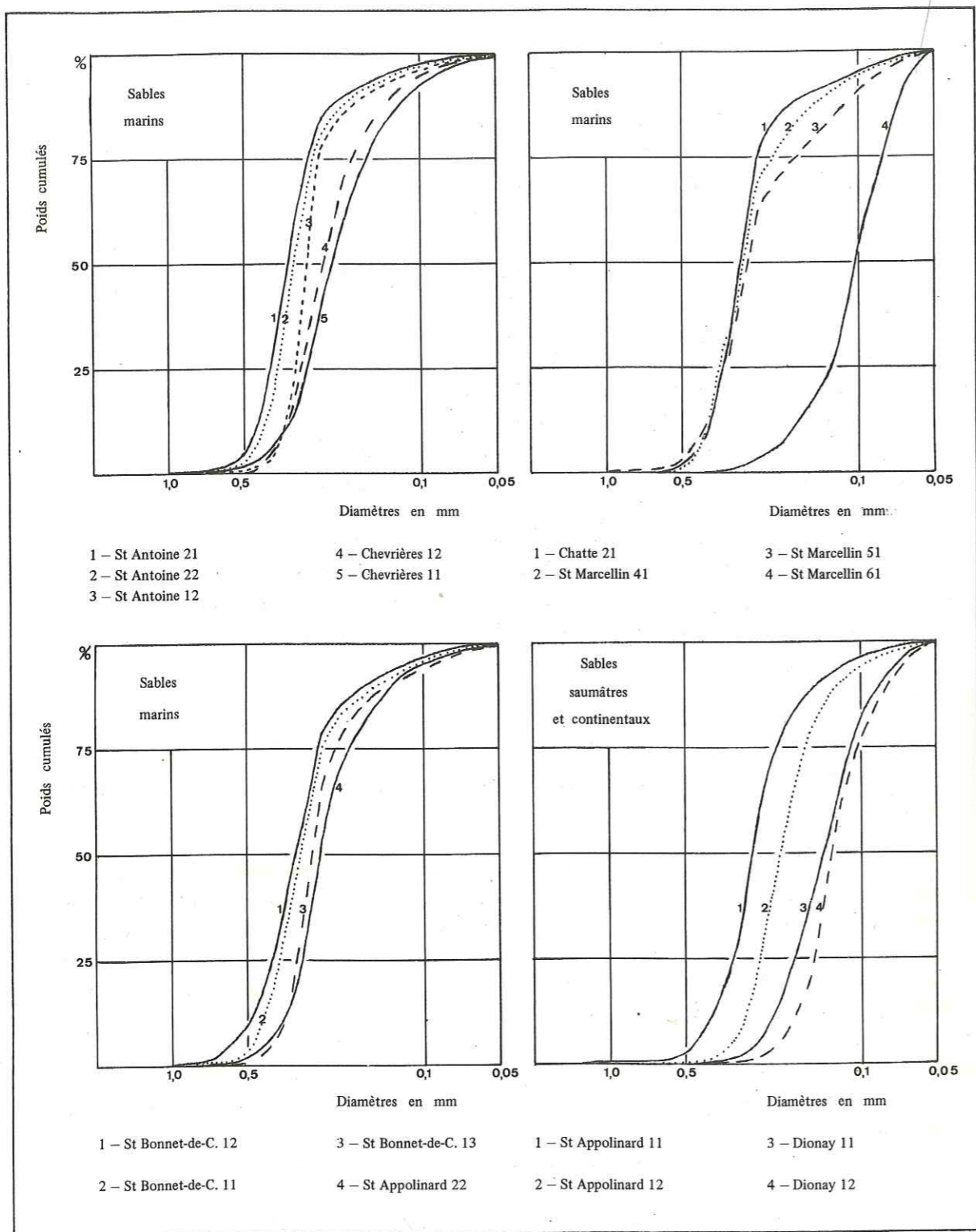


Fig. 46 - Granulométrie des sables de la coupe Saint-Bonnet-Saint-Antoine.

a - Coupe Saint-Bonnet-de-Chavagne-Saint-Antoine (fig. 47A).

Les sables marins, de couleur jaune, sont à l'affleurement beaucoup plus homogènes que les sables de Saint-Donat. Les passées grossières ou très fines sont rares. Seules, les dalles de grès interrompent la monotonie de l'ensemble. Ces dalles, de forme et d'importance très diverses, sont horizontales ou légèrement monoclinales.

La microfaune est ici, encore plus rare qu'à l'Ouest et réduite à quelques foraminifères : *Ammonia beccarii* (L), *Elphidium rugosum* (d'Orb.), *E. crispum* (L), *Lenticulina cultrata* (Mtf.), *Cibicides italicus* di Napoli, *Marginula glabra* d'Orb.

Les tests sont souvent marqués de cupules d'impression.

Il existe une seule espèce d'ostracodes : *Cushmanidea elongata* Brady.

Les sables saumâtres de Saint-Appolinard montrent de rares lits caillouteux, des passées et des galets de marnes jaunes intercalés en stratification confuse au sein des sables gris jaunâtres.

Les sables continentaux qui terminent cet ensemble, sont gris, fins et homogènes. Ils n'ont livré aucune faune.

La répartition granulométrique (fig. 46, tabl. 20 et ann. p. A10) est très homogène de bas en haut. Le classement est partout excellent et l'asymétrie très faible. L'ensemble est plus fin qu'à l'W du Plateau avec aussi une décroissance du diamètre médian des sables marins aux sables continentaux.

Ici encore, les sables sont quartzeux, calcaires, feldspathiques et micacés.

Le quartz est souvent façonné. Dans la région de Saint-Antoine en particulier, de nombreux grains sont émoussés-luisants. Dans les sables continentaux, il est anguleux.

Le calcaire est en grains détritiques souvent marqués de cupules d'impression. De 16 % en moyenne dans les sables marins, sa teneur passe à 42 % dans les sables continentaux. Souvent, dans ces derniers, plusieurs grains détritiques sont réunis entre eux par un ciment calciteux.

Les feldspaths sont variés et peu altérés.

La glauconie existe sporadiquement et toujours en quantité très limitée à la base de la série marine (Saint-Marcellin 41 à 61).

		Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité
Sables saumâtres et Sables continentaux	Valeurs extrêmes	0,12 - 0,27	1,22 - 1,53	0,84 - 1,08	0,23 - 0,28
	Valeur médiane	0,18	1,29	1,0	0,25
Sables marins	Valeurs extrêmes	0,10 - 0,73	1,11 - 2,16	0,72 - 1,04	0,07 - 0,27
	Valeur médiane	0,29	1,22	0,98	0,23
		Epidote	Grenat	Amphiboles	Divers
Sables saumâtres et Sables continentaux	Teneurs extrêmes	20,5 - 27	16,5 - 42,5	28,5 - 51,5	3 - 15,5
	Teneur médiane	24	24	41	8,5
Sables marins	Teneurs extrêmes	43 - 78	13 - 45,5	0 - 7	3 - 12,5
	Teneur médiane	69	24	1,5	5,5

Tabl. 20 - Indices granulométriques et composition minéralogique globale des sables de la coupe Saint-Bonnet-Saint-Antoine (E du Plateau de Chambaran).

L'association minéralogique lourde est toujours à base de minéraux alpins (fig. 47, A ; tabl. 20 et ann. p. A38 et A39). Les sables marins sont riches en épidote, un peu plus que les sables de Saint-Donat. La teneur en grenat est par contre un peu plus faible. Les amphiboles ne sont pas ou sont peu représentées.

Les sables saumâtres et continentaux sont quantitativement très différents de ces sables marins. Les amphiboles, surtout l'actinote, les hornblendes verte et brune, mais aussi quelquefois le glaucophane (13 % à St-Appolinard 12) sont prépondérantes sur les autres minéraux.

La teneur en grenat ne varie guère, celle de l'épidote diminue considérablement.

Enfin, dans les lentilles sableuses existant au sein des conglomérats du Miocène terminal (Bessins), l'association lourde redevient, comme à la base, très riche en épidote et très pauvre en amphiboles.

b - Coupe Vinay - Col de Toutes Aures : (fig. 47 B).

Dans les séries conglomératiques recoupées, j'ai étudié soit des lentilles sableuses dépourvues de galets, soit le ciment du conglomérat lui-même.

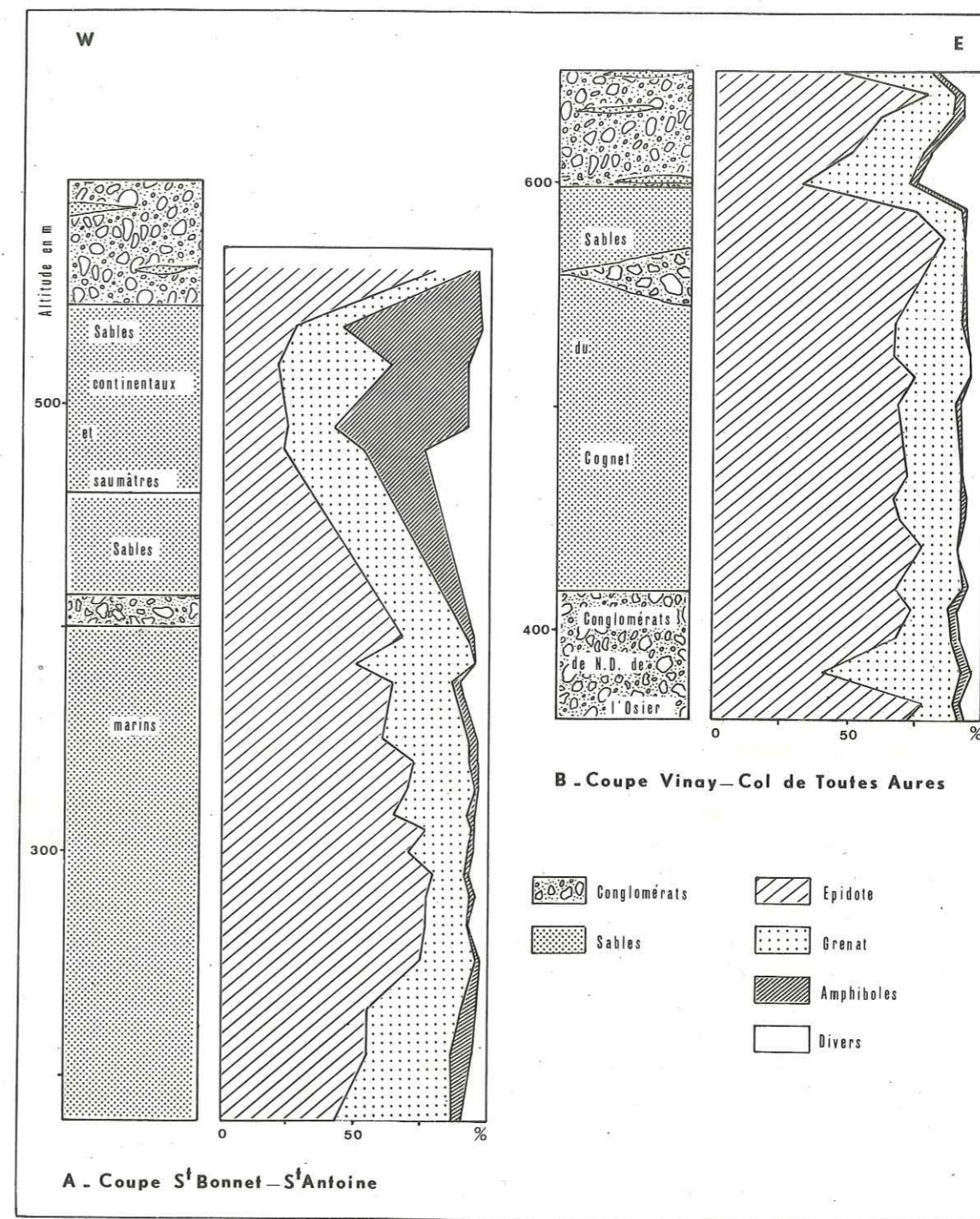


Fig. 47 - Minéraux lourds de l'E du Plateau de Chambaran.

Les conglomérats de Notre-Dame-de-l'Osier, qui forment le début de la coupe, sont pauvres en lentilles franchement sableuses. Le ciment est un grès à ciment calcaire. Il remplit uniquement les vides laissés par les galets ou bien forme aussi une mince pellicule entre les éléments grossiers. Les éléments détritiques de ce grès sont identiques aux sables de la coupe précédente, avec, malgré tout, une distribution plus irrégulière (fig. 48 et ann. p. A11). Les teneurs en calcaire total, calcaire détritique et calcaire du ciment, dépassent 40 %.

Les sables du Cognet qui surmontent ces conglomérats, sont des sables jaunes du même type que les sables de la région de Saint-Antoine.

La médiane granulométrique est très homogène, le classement excellent et l'asymétrie réduite.

Le grain est souvent émoussé-luisant et le calcaire détritique impressionné. Ce dernier, qui forme en moyenne 19 % de l'échantillon, augmente dans les sables surmontant la lentille conglomératique du Pont de Revel tandis que le grain devient plus fin.

Les restes organiques sont rares et mal conservés. Quelques rares foraminifères sont très roulés : *Ammonia beccarii* (L.), *A. beccarii inflata* Seg., *Eponides cf. boucanus* (F. et M.).

Les conglomérats du Col de Toutes Aures ont, eux aussi, un ciment gréseux peu abondant. Par contre, les lentilles sableuses ne sont pas rares. Le grain est assez fin.

L'association minéralogique lourde (fig. 47 et ann. p. A39 et A40) est très homogène, des niveaux conglomératiques de base à ceux du Miocène terminal. L'épidote dépasse 70 % en moyenne et la teneur en grenat reste voisine de 20 %. Les amphiboles n'existent qu'à l'état de traces.

Dans les conglomérats supérieurs, il faut distinguer le ciment du conglomérat lui-même et les lentilles sableuses. Ces dernières (Chasselay 81,91) ont même minéralogie que les sables sous-jacents.

Le ciment du conglomérat (Varacieux 61,71 ; Chasselay B.11) montre une composition minéralogique assez différente : l'épidote (43 %), le grenat (33 %) et les amphiboles sont accompagnés de nombreux minéraux résistants, en particulier de zircon (16 %). Ceci est à rapprocher de la composition pétrographique des galets de cette formation du Col de Toutes Aures. Elle est caractérisée par la "relative abondance des granites arénisés" (J. Bocquet, 1966, p. 77). Au cours du transport, certains galets granitiques ont dû complètement disparaître et leurs éléments ont contribué à la formation du ciment des conglomérats.

Mis à part l'importance des conglomérats à l'extrémité orientale du Plateau, les sables des deux coupes précédentes sont donc très semblables du point de vue granulométrique et du

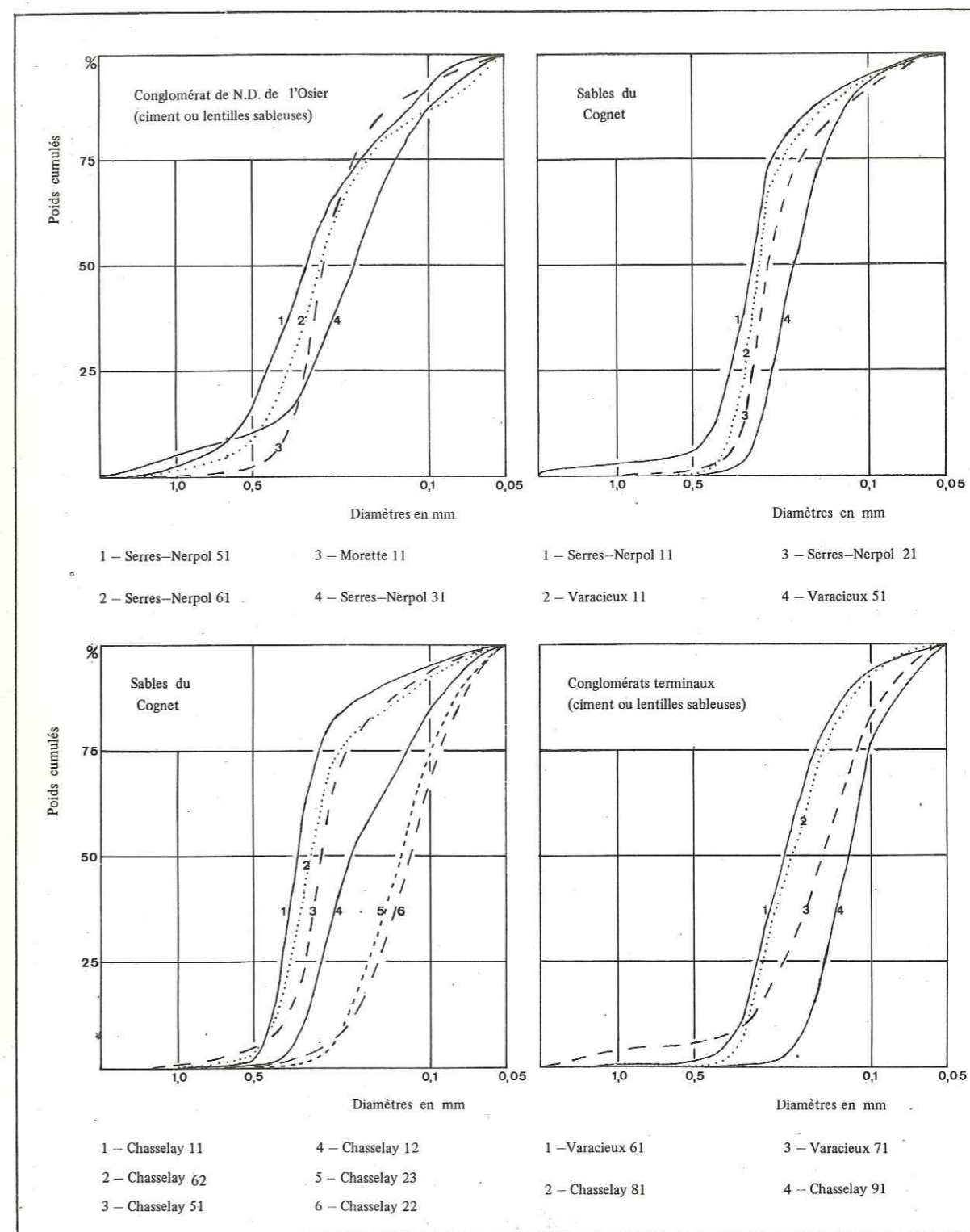


Fig. 48 - Granulométrie des sables de la coupe Vinay-Col de Toutes Aures.

point de vue minéraux légers. Mais, elles révèlent une très importante différence dans l'association minéralogique lourde, au niveau des amphiboles. Celles-ci sont très accessoires à l'extrémité orientale du Plateau, tandis que dans les sables saumâtres et continentaux de la région de Saint-Antoine elles sont au moins aussi abondantes qu'à Tersanne.

Cette répartition pose un problème intéressant que je tenterai d'éclaircir après l'étude complète du Bas-Dauphiné.

2 – BAS-DAUPHINE SEPTENTRIONAL

Le Miocène du Bas-Dauphiné septentrional, au N de la Bièvre-Valloire, est morcelé en nombreuses collines isolées les unes des autres par d'anciennes vallées glaciaires ou fluvio-glaciaires.

La formation du delta de Voreppe s'étale largement sur toute la région, selon une direction SE-NW (fig. 25). Les conglomérats qui la constituent envahissent une grande partie du Vindobonien. Mais tout autour les sables molassiques réapparaissent sous des faciès très voisins de ceux du Bas-Dauphiné méridional.

A l'W du delta, dans le Lyonnais, le Vindobonien sableux vient butter contre le socle du Massif Central.

A l'E du delta, le long de la Chartreuse, dans la région de Pont-de-Beauvoisin, les sables helvétiens surmontent le Burdigalien de Sainte-Marie-d'Alvey.

J'étudierai successivement les divers faciès de la région lyonnaise, puis ceux de Pont-de-Beauvoisin, et finirai par la région centrale où s'étendent les conglomérats du delta de Voreppe.

IIA – REGION LYONNAISE, s. I.

Cette région borde le Massif Central et comprend l'Est lyonnais, le Viennois et le Plateau de Bonnevaux (fig. 1). A l'Est, sa limite se confond avec celle des derniers éléments conglomératiques du delta de Voreppe selon une ligne sensiblement N-S, de la Côte-Saint-André au Sud, à Bourgoin au Nord (fig. 25).

Les faciès du Miocène de la région lyonnaise s'entrecroisent plus encore que ceux du Plateau de Chambaran. Il est néanmoins possible de déterminer la prédominance de chacun d'eux de bas en haut de la série. Le long des terrains anciens du Massif Central, des sables granitiques attestent, comme à l'W du Plateau de Chambaran, que les apports "centraliens" n'étaient pas négligeables au Miocène. Ces sables granitiques sont intercalés dans les sables molassiques marins désignés sous le nom de "sables de Saint-Fons". La dessalure du bassin est marquée par l'apparition des sables à *Nassa michaudi* ou sables d'Heyrieux. Enfin, la série miocène se termine par des sables continentaux que surmontent, au Sud-Est, des conglomérats terminaux (tabl. 10).

1 – SABLES GRANITIQUES

Dans l'ensemble grossièrement détritique bordant le Massif Central, deux faciès sont à considérer :

a – Les "cailloutis du Jardin des Plantes" (L. David, 1963a), composés de galets et graviers de roches centraliennes dans un ciment argilo-ferrugineux. Ils sont localisés "dans les seuls golfes correspondant au débouché d'une rivière dans la mer miocène" (L. David, 1963b, p. 3868).

b – Les sables granitiques, semblables à ceux de Saint-Barthélémy-de-Vals, et dénommés par G. Demarcq (1962) : "sables granitiques de Solaise" pour toute la région lyonnaise. Ils correspondent à l'"entraînement hors des golfes d'une partie des "cailloutis" (L. David, 1963b, p. 3868). Seul ces derniers sont étudiés ici.

Les sables granitiques de la région lyonnaise sont moins épais et plus sporadiques que ceux du Plateau de Chambaran. Ils sont, comme ceux de Saint-Barthélémy, intercalés dans la série marine.

Les affleurements les plus connus ont été cités par G. Demarcq (1962). Du Sud au Nord :

– à Vienne, au lieu dit "Les Guillemottes" (Vienne 51) et au Bérardier (commune de Jardin), les apports granitiques sont intercalés dans les sables molassiques.

– à Saint-Symphorien-d'Ozon (lieu dit Berlandières), ils sont entrecroisés avec les sables marins (Saint-Symphorien 10 à 19).

Dans les niveaux fins existent quelques rares foraminifères : *Ammonia beccarii* (L.), *Elphidium crispum* (L.), *Taxyella* cf. *Fontcaudensis* Anglada, *Globigerina bulloides* (d'Orb.).

– à la base des balmes de Saint-Fons, il existait autrefois un niveau granitique et fossilifère (F. Romans, 1926 ; G. Demarcq, 1962 ; L. David, 1965). Actuellement seul affleure l'extrême sommet de ce niveau (Saint-Fons 11).

– le point le plus bas que j'ai pu étudier se trouve sur la rive droite du Rhône, à Pierre-Bénite. Il a été mis à jour lors de la construction de l'usine du barrage. En dessous de la cote 145 m, les sables helvétiques ont été recoupés sur une dizaine de mètres. De haut en bas, la succession est la suivante :

– alluvions

- sable fin, molassique, jaune (Pierre-Bénite 11). 5 m
- lentille conglomératique à galets de granites et de quartz ; galets marneux plus rares (Pierre-Bénite 12, 13). 2 m
- sable fin, molassique, jaune, faiblement fossilifère : bryozoaires, plaques de balanes, fragments de lamellibranches, (Pierre-Bénite 14). 3 m

Dans toute la coupe, quelques rares foraminifères peuvent se rencontrer : *Ammonia beccarii* (L.), *Elphidium flexuosum* (d'Orb.), *E. rugosum* (d'Orb.), *Cibicides dutemplei* (d'Orb.), *Semivulvulina pectinata* var. *Kollmanni* ? Cicha et Zapletalova.

– enfin, à Solaise, les sables granitiques alternaient (avant la nouvelle exploitation de la carrière) avec un sable très fin et très micacé. Ces sables s'intercalent dans les derniers sables marins (Tortonien inférieur) comme en témoignent les Nasses et surtout la microfaune.

S'il existe seulement deux espèces d'ostracodes : *Leptocythere tersanni* Carbonnel et *Elofsonella amberii* Carbonnel, par contre les foraminifères sont abondants, en particulier dans l'échantillon Solaise 13 : *Ammonia beccarii* (L.), *A. beccarii inflata* Seg., *Elphidium rugosum* (d'Orb.), *E. flexuosum* (d'Orb.), *E. fichtellianum* (d'Orb.), *E. cf. ortenburgense* (Egger), *Nonion depressulum* (W. et J.), *N. sp.*, *Florilus boucanus* (d'Orb.), *Cibicides boucanus* (d'Orb.), *C. ungerianus* (d'Orb.), *Bolivina dilatata* Reuss, *Bulimina fusiformis* Will., *Plectofrondicularia semicostata* Kaner, *Stilostomella monilis laevigata* Silv., *Globocassidulina oblonga* (Reuss), *Lagena gracillina* Seg., "*Bolivinoïdes*" *miocenicus* Gianotti, *Rotalia perlucida* Her. All., *Pullenia bulloïdes* d'Orb.

Et parmi les planctoniques : *Globigerina bulloïdes* d'Orb., *G. quinqueloba* Natland, *G. globorotaloïdea* Colom, *G. parabulloïdes* Blow, *Globorotalia menardii* (d'Orb.) (stade jeune), *Orbulina universa* d'Orb., *O. suturalis* Bron. Cet échantillon représente une vase côtière littorale, à salinité normale. Dans l'échantillon Solaise 11, il faut noter : *Boliniva arta* Mcf. et *Taxyella* ex. gr. *fontcaudensis* Anglada.

1 – GRANULOMETRIE (fig. 49 et 50, tabl. 21 et ann. p. A12).

Le grain des échantillons grossiers s'étale sur une large gamme dimensionnelle, à partir de 20 mm. Le tri est peu net et les courbes sont peu classées, surtout au niveau des valeurs extrêmes.

Les sables fins intercalaires sont bien classés, avec une asymétrie faible et ils sont, dans leur ensemble, très voisins des sables molassiques de Saint-Fons.

Les courbes bimodales de mélanges sont très rares (Pierre-Bénite 13).

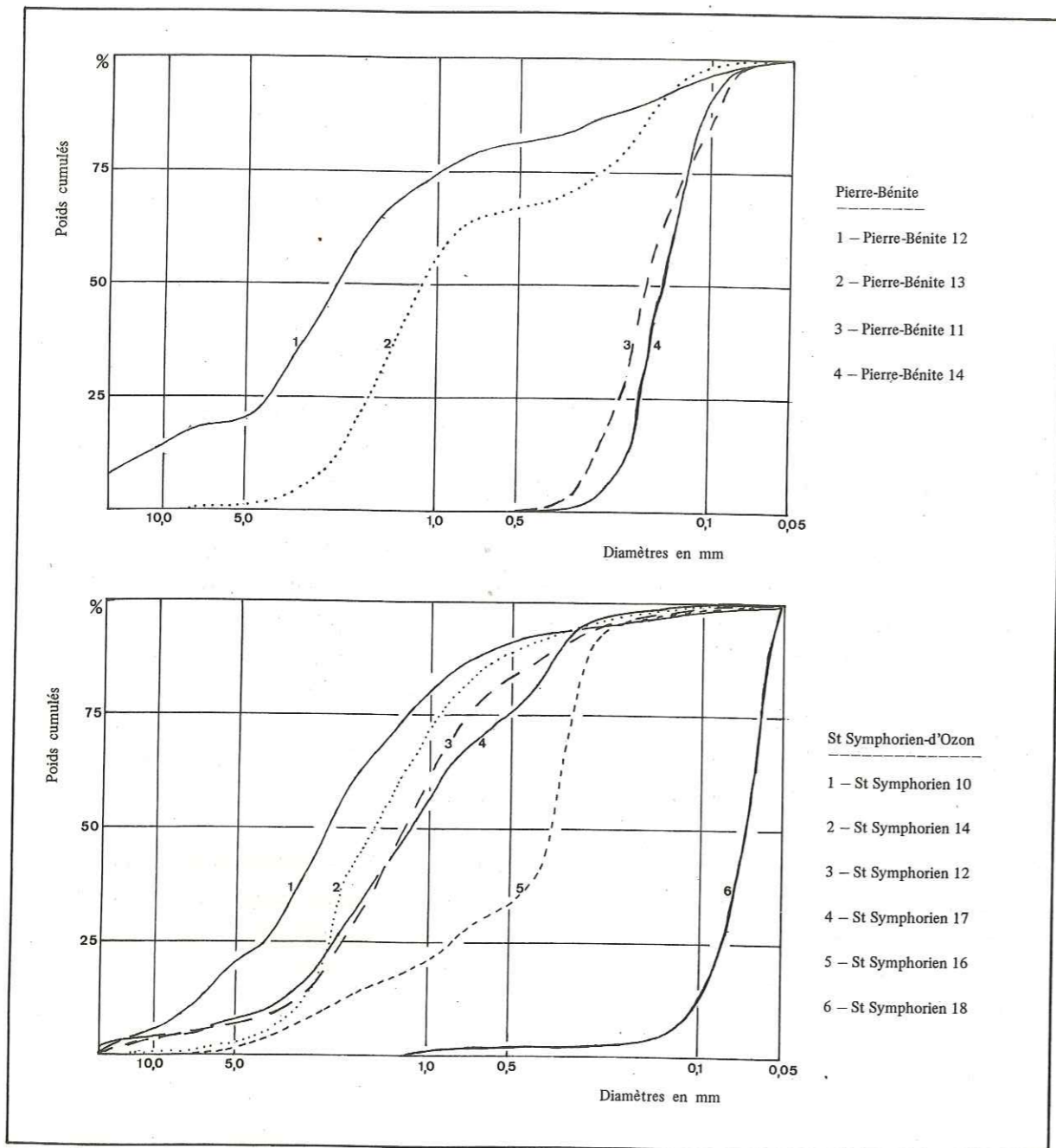


Fig. 49 - Granulométrie des sables granitiques du Lyonnais .

		Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité
Niveaux granitiques	Valeurs extrêmes	0,29 - 2,34	1,35 - 3,79	0,63 - 1,47	0,11 - 0,29
	Valeur médiane	1,60	2,07	0,95	0,21
Sables fins intercalaires	Valeurs extrêmes	0,07 - 0,36	1,13 - 1,32	0,87 - 1,18	0,12 - 0,29
	Valeur médiane	0,17	1,20	0,98	0,22

Tabl. 21 - Indices granulométriques des sables granitiques du Lyonnais.

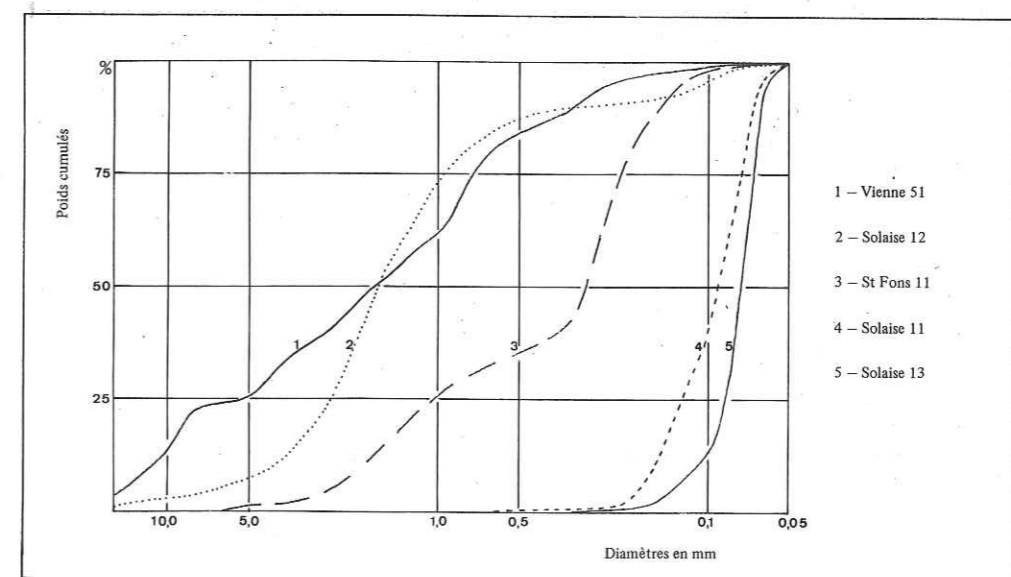


Fig. 50 - Granulométrie des sables granitiques du Lyonnais (suite).

2 - PETROGRAPHIE.

Les sables granitiques du Lyonnais comportent des graviers et des galets anguleux essentiellement quartzeux et granitiques. Les granites sont roses ou gris, à feldspaths assez frais. Les graviers de schistes et micaschistes sont plus rares (Berlandières à Saint-Symphorien-d'Ozon).

Le calcaire détritique est cantonné dans la fraction sable de l'échantillon granitique. Il est peu abondant (10 % environ). A Pierre-Bénite (12 et 13), le calcaire forme le ciment de la lentille conglomératique.

Quelques grains de glauconie peuvent être présents (Pierre-Bénite 12 et 13).

Les sables fins intercalaires sont pétrographiquement semblables aux sables de Saint-Fons.

Minéraux lourds (tabl. 22 et ann. p. A41)

Les niveaux granitiques et les sables intercalaires possèdent le même ensemble minéralogique lourd. Partout, l'épidote et le grenat prédominent largement sur les autres minéraux. Les amphiboles (surtout l'actinote et la hornblende verte) peuvent localement être abondantes (Bé-rardier, commune de Jardin). Le glaucophane, très rare quantitativement, n'est jamais absent. Ensemble tous ces minéraux forment près de 90 % du total lourd.

		Epidote	Grenat	Amphiboles	Minéraux Résistants	Minéraux de Métamorphisme
Niveaux granitiques	Teneurs extrêmes	27 - 59	28,5 - 47,5	+ - 30	1 - 7	0 - 6
	Teneur médiane	40	39,5	11	3	1
Sables fins intercalaires	Teneurs extrêmes	33 - 66	25 - 48	2,5 - 25	+ - 4,5	0 - 4,5
	Teneur médiane	50,5	31,5	6,5	3	0,5

Tabl. 22 - Composition minéralogique globale des sables granitiques du Lyonnais.

La participation des rivières provenant du Massif Central à cet ensemble lourd est difficile à mettre en évidence. En effet, la comparaison entre les différents affleurements ^{de sables} granitiques lyonnais est malaisée car ceux-ci sont sporadiques et intercalés à divers niveaux dans la série marine.

Notons cependant que les minéraux résistants et les minéraux de métamorphisme ne sont guère plus abondants dans les niveaux granitiques que dans les sables intercalaires, mais que par contre le grenat et la hornblende ont peut-être en partie une origine "centralienne" (cf. Ch. 1). Celle-ci pourrait expliquer la légère augmentation de ces deux minéraux dans les niveaux granitiques (tabl. 22).

Quoiqu'il en soit, ici comme dans le Bas-Dauphiné méridional, la participation des éléments centraliens à la fraction 0,50 - 0,05 mm reste très faible comparée à celle des sables orientaux.

2 - SABLES DE SAINT-FONS

Les sables de Saint-Fons, pris comme type des sables helvétiques dans la région lyonnaise, ont maintes fois été décrits.

Ils forment, le long du Massif Central, des escarpements appelés "balmes" : balmes de Saint-Fons, au S immédiat de Lyon et balmes viennoises plus au Sud.

Ces sables affleurent, sur 100 à 150 m d'épaisseur, uniquement à l'W de la région. Vers l'Est, ils disparaissent sous des sables miocènes plus récents. Ils s'épaississent d'Ouest en Est et atteignent, d'après les sondages, 250 à 300 m au centre du bassin.

Ces sables jaunâtres forment un ensemble monotone dont la stratification est souvent soulignée par des consolidations en molasse.

Les gisements fossilifères sont assez rares et situés souvent en bordure de la côte granitique "centralienne" (anciennement Saint-Fons ; Les Guillemottes, près de Vienne).

La microfaune n'est jamais absente, mais, comme pour les sables correspondants du Plateau de Chambaran, elle est toujours pauvre en espèces et en individus.

Parmi les ostracodes, *Cushmanidea elongata* (Brady) est partout l'espèce dominante. Aux Guillemottes, *Leptocythere tersanni* Carbonnel est aussi abondant. Ces deux espèces sont accompagnées, aux Guillemottes, par *Cyamocytheridea strigulosa* (Reuss), *Collistocythere propicornuta* Oertli, *C. canaliculata* (Reuss), *Elofsonella amberii* Carbonnel, *Haplocytheridea dacica dacica* (Hejjas), *Cytheretta orthezenensis* Moyes, *Falunia plicatula* (Reuss), *Loxococoncha* sp. Enfin, à Saint-Fons, existe une espèce lacustre : *Candona neglecta* Sars.

Les foraminifères sont souvent très roulés. Ce sont tous des espèces littorales : *Ammonia beccarii* (L.), *A. beccarii inflata* (Seg.), *A. punctatogranosa* (Seg.), *Elphidium flexuosum* (d'Orb.), *E. crispum* (L.), *E. rugosum* (d'Orb.), *E. macellum* (F. et M.), *Florilus communis* (d'Orb.), *Cibicides ungerianus* (d'Orb.), *C. boucanus* (W. et J.), *C. dutemplei* (d'Orb.), *C. lobatulus* (W. et J.), *C. refulgens* (Mcf.), *Eponides haidingeri* (d'Orb.), *Lenticulina inornata* (d'Orb.), *Pullenia bulloïdes* (d'Orb.), *P. quinqueloba* (Reuss), *Planulina renzi* Cush. et Stampf, *Bolivina arta* (Mcf.), *Anomalina grosserugosa* Gumbel, *Neoconorbina orbicularis* (Terq.), *Criboelphidium* sp., *Globigerina bulloïdes* (d'Orb.), *G. praebulloïdes* Blow, *Globigerinoïdes trilobus* (Reuss).

1 - GRANULOMETRIE (fig. 51, tabl. 23 et ann. p. A12 et A13)

Les sables de Saint-Fons sont, de bas en haut de la série, fins, homogènes, très bien classés et d'asymétrie faible.

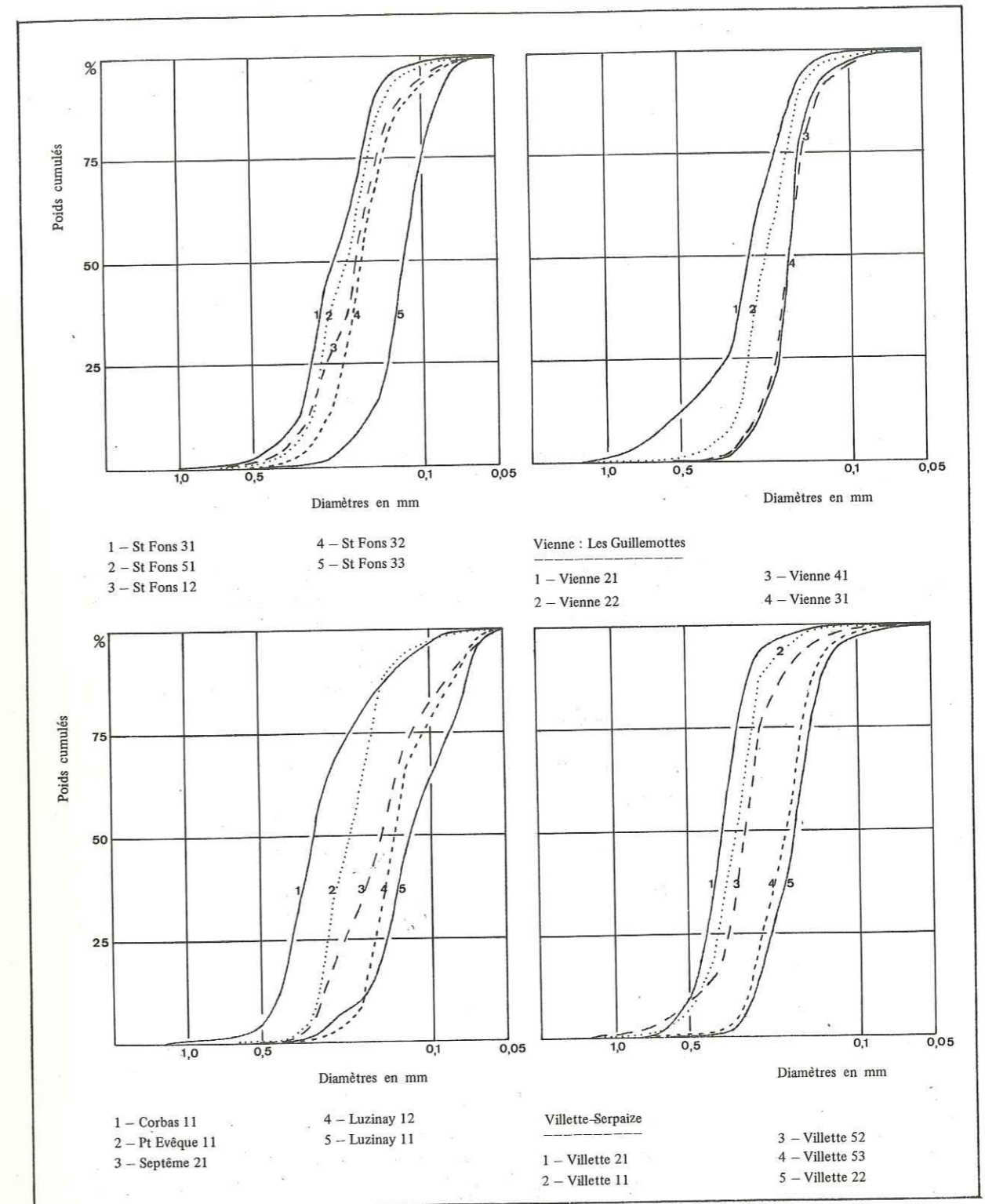


Fig. 51 - Granulométrie des sables de Saint-Fons.

Les lentilles grossières sont très rares. Il n'existe pratiquement jamais de grains dont le diamètre dépasse 1 mm et la fraction comprise entre 1 et 0,5 mm est réduite.

Les valeurs des médianes et des différents indices sont toutes très groupées, plus encore que celles des sables de Saint-Donat (1).

	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité
Valeurs extrêmes	0,08 - 0,36	1,12 - 1,79	0,78 - 1,20	0,10 - 0,32
Valeur médiane	0,21	1,25	1,02	0,25

Tabl. 23 - Indices granulométriques des sables de Saint-Fons.

2 - PETROGRAPHIE

Les sables de Saint-Fons sont toujours quartzeux, calcaires, feldspathiques et micacés. Ils possèdent les mêmes éléments que les sables de Saint-Donat, avec une fraction de calcaire détritique souvent plus abondante car les sables sont plus fins.

Les minéraux lourds (fig. 52, tabl. 24 et ann. p. A42 et A43) sont toujours, pour 90 % au moins, de l'épidote, du grenat et des amphiboles.

Ces dernières sont plus abondantes que dans les sables du Plateau de Chambaran et ceci se répercute sur la teneur en grenat qui diminue.

	Epidote	Grenat	Amphiboles	Minéraux Résistants	Minéraux de Métamorphisme
Teneurs extrêmes	34 - 84	4 - 45	1 - 26	+ - 7	0 - 2
Teneur médiane	63	21,5	9	3	+

Tabl. 24 - Composition minéralogique globale des sables de Saint-Fons.

(1) - Le tunnel routier actuellement en cours de construction sous la colline de Fourvière, à Lyon, recoupe une importante masse de sables molassiques avec intercalations de niveaux à nombreux graviers de granites et de gneiss. Cette coupe (L. David, 1967, p. 49) n'a pas été étudiée ici. Disons simplement que les sables molassiques sont plus fins que ceux de Saint-Fons et plus riches en matériel argileux. Celui-ci peut même former des lentilles ou des lits au sein du sable.

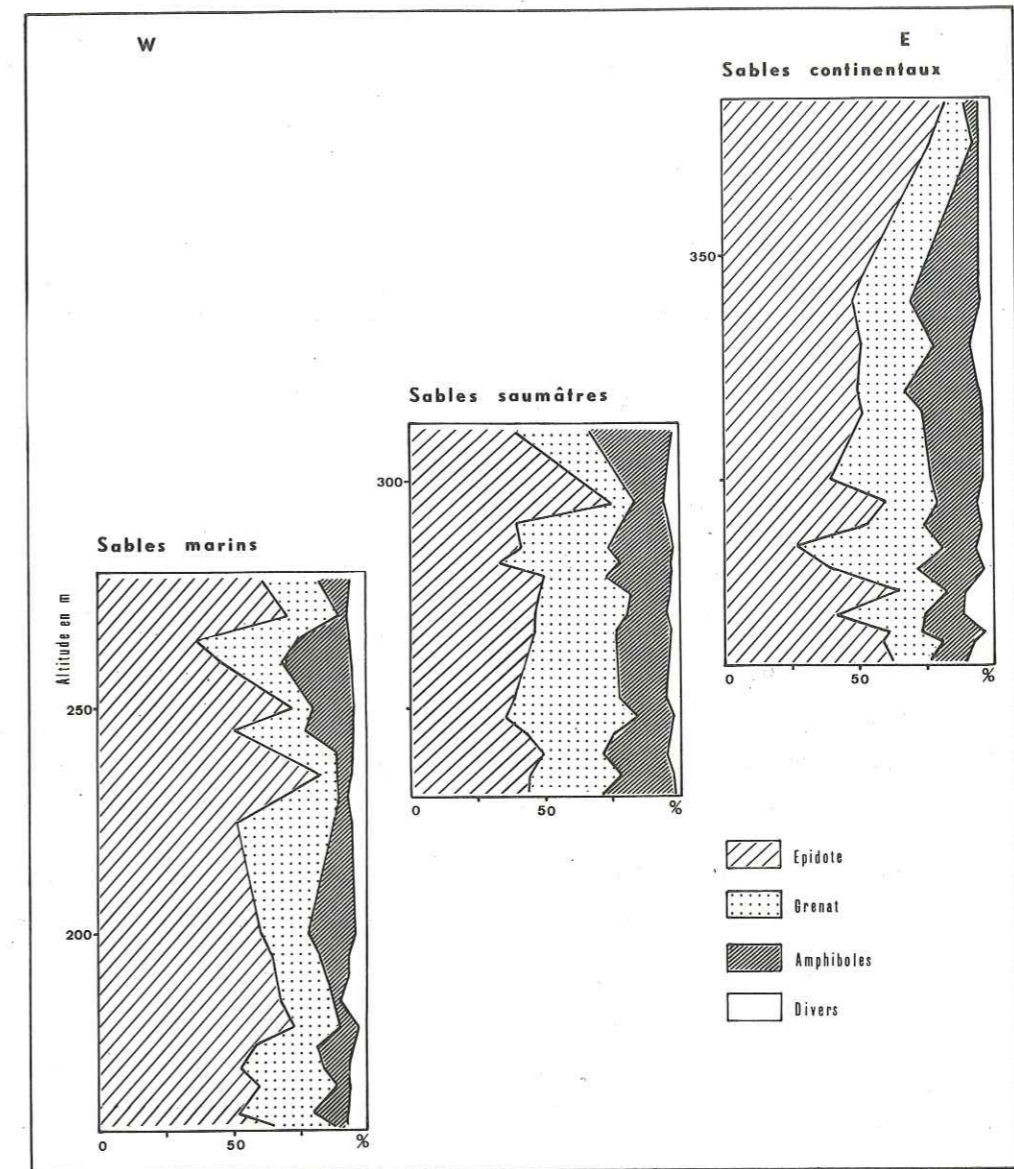


Fig. 52 - Minéraux lourds des sables miocènes de la région lyonnaise.

De plus, comme pour les sables de Saint-Donat, les variations enregistrées dans les teneurs en épidote et en grenat sont fonction du diamètre des sables : l'épidote est d'autant plus abondante que le sable est plus fin.

3 - SABLES D'HEYRIEUX

Les sables à *Nassa michaudi* ou sables d'Heyrieux qui surmontent les sables de Saint-Fons, sont très couramment fossilifères dans la région lyonnaise. Des gisements à Nasses ont été découverts de 1840 à 1895 par C. Lory, F. Fontannes, M. Jourdan et C. Depéret.

Lors du lever cartographique de la deuxième édition de la carte de Lyon au 80 000ème, L. Doncieux (1911-1913) cite d'autres points fossilifères.

La plupart des gisements signalés sur cette carte sont encore visibles (fig. 53). Un des seuls points aujourd'hui inaccessible est la carrière du Compagnon, près d'Heyrieux, choisie comme type de la formation par C. Depéret (1895). Pour le remplacer, G. Demarcq (1962) a choisi une carrière près du carrefour Lafayette (commune de Saint-Just-Chaleyssin).

Très souvent, dans ces gisements, la *Nassa michaudi* est seule. Elle peut toutefois être accompagnée par des *Helix* (Saint-Just-Chaleyssin), des *Auricula viennensis* (Bonne-Famille), ou par une faune voisine de celle de Tersanne (Combe-au-Rieu à Moidieu-Détourbe).

La microfaune est très rare. Elle se limite, sauf en quelques points, à deux ou trois individus : foraminifères ou ostracodes. Localement, il existe des pollens (1) : Saint-Just-Chaleyssin, Bonne-Famille.

Contrairement aux idées de L. Doncieux (1911), les sables d'Heyrieux ne forment pas au dessus des sables marins, un horizon repère à l'altitude constante de 260 m (H. Gauthier, L. David et G. Latreille, 1959). Les affleurements étudiés ici, se situent entre 235 et 310 m d'altitude.

Tous les anciens auteurs ont noté l'existence de lentilles caillouteuses au sein des sables d'Heyrieux. Lentilles à galets bien roulés, dont près de la moitié sont des calcaires de faciès subalpin.

Tous ont également souligné l'abondance des Nasses au sein de ces lentilles caillouteuses, malgré leurs coquilles fragiles. Dans les niveaux sableux, les Nasses sont beaucoup plus rares.

Les sables d'Heyrieux passent latéralement ou s'entrecroisent avec les sables marins de Saint-Fons ou avec les sables continentaux à *Helix delphinensis*. En dehors des gisements fossilifères, ce faciès des sables d'Heyrieux ne peut être individualisé que par la présence des niveaux à galets calcaires et galets de quartz.

(1) - Ces pollens seront étudiés par H. Méon-Vilain.

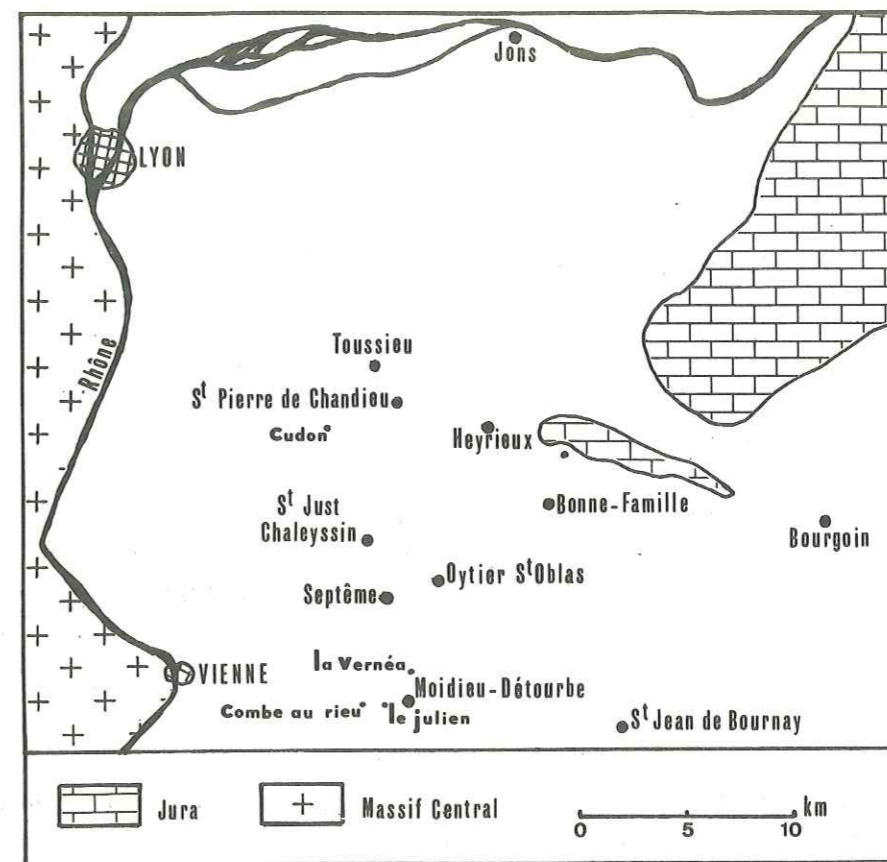


Fig. 53 - Les sables d'Heyrieux : situation des coupes étudiées.

1 - DESCRIPTION DES AFFLEUREMENTS ETUDIÉS.

1 - Saint-Pierre-de-Chandieu : lieu dit Cudon (L. David in H. Gauthier et alii, 1959).

Altitude de base : 230 m

De bas en haut :

- sable jaune, très ferrugineux (Saint-Pierre 21), à stratification entrecroisée soulignée par des passées très fines. 1,50 m
- niveau caillouteux, non fossilifère, à éléments plus grossiers que le niveau supérieur (Saint-Pierre 22). 0,75 à 1 m

— sable jaune (Saint-Pierre 23). 1 m

— sable jaune grisâtre (Saint-Pierre 11, 25), avec de nombreuses passées de sable très fin (Saint-Pierre 12) et des passées caillouteuses à Nasses brisées (Saint-Pierre 24). 5 m

2 — Toussieu (L. Doncieux, 1911).

Altitude de base : 245 m

De bas en haut :

— sable jaune, sans niveaux caillouteux (Toussieu 11, 12). 4 m

— sable gris jaune à stratification entrecroisée (Toussieu 14). Niveaux caillouteux (Toussieu 13) de moins en moins épais de bas en haut, mais ne dépassant pas 0,30 m de haut. 6 m

3 — Oytier-Saint-Oblas (L. Doncieux, 1911).

Altitude de base : 270 m

A l'entrée du chemin menant au cimetière, 0,70 m de cailloutis avec Nasses (Oytier 51) sont surmontés de sable jaune (Oytier 52).

4 — Septême : Chemin de Vervaud (L. Doncieux, 1913).

Altitude de base : 275 m

Cette coupe ne montre pas de macrofaune, mais la présence de nombreux niveaux caillouteux permet de la ranger au sein des sables d'Heyrieux.

Dans les passées de sable fin, la microfaune est assez abondante. Elle indique toujours un milieu très peu profond. Parmi les ostracodes, *Leptocythere tersanni* Carbonnel est le plus fréquent. Il est accompagné par : *Cushmanidea elongata* (Brady), *Haplocytheridea dacica dacica* (Hejjas), *Kangarina abyssicola coarctata* Ruggieri et *Loxoconcha* sp.

Les foraminifères sont plus nombreux et plus variés que les ostracodes : *Elphidium flexuosum* (d'Orb.), *E. rugosum* (d'Orb.), *Cibicides lobatulus* (W. et J.), *C. pseudoungerianus* (Cush.), *C. ungerianus* (d'Orb.), *C. boucanus* (d'Orb.), *Florilus boucanus* (d'Orb.), *F. communis* (d'Orb.), *Ammonia beccarii* (L.), *Protoelphidium granosum* d'Orb., *Criboelphidium* sp., *Nonion depressulum* (W. et J.), *Bolivina scalprata miocenica* Mcf., "*Bolivinoïdes*" *miocenicus* Gianotti. Enfin, les planctoniques sont très rares : *Globigerina microstoma* Cita et autres *Globigerina* indéterminables.

Le long du chemin de Vervaud, sur près de 50 m, les sables (Septême 11, 12 et 13) sont entrecoupés de lentilles caillouteuses. Vers le haut, s'observent, au milieu des cailloutis, quelques galets marneux à fragments de coquilles terrestres et empreintes de racines.

Les consolidations en dalles sont nombreuses.

L'ensemble est surmonté de quelques mètres de marnes sableuses blanchâtres.

5 — Saint-Just-Chaleyssin : carrefour Lafayette (L. Doncieux, 1911).

Altitude de base : 275 m.

De bas en haut :

— sable jaune, ferrugineux (Saint-Just 11, 13). Stratification entrecroisée soulignée par des sables très fins (Saint-Just 12). Quelques petits graviers de quartz épars dans la masse. Fragments de Nasses surtout dans la partie supérieure. 2,50 m

— sable gris avec nombreux lits caillouteux (Saint-Just 14) ravinant les sables inférieurs. Les Nasses sont nombreuses au milieu des graviers et des galets. Présence de pollens. Quelques blocs de marnes renferment des coquilles terrestres. 1,80 m

— sable gris, à stratification entrecroisée, avec rares galets épars (Saint-Just 15, 16). 6 m

6 — Moidieu-Détourbe : Combe-au-Rieu (L. Doncieux, 1913).

Altitude de base : 260 m

De bas en haut :

— sable gris jaune avec quelques rares bryozoaires, *Elphidium* usés et *Ammonia beccarii* (L.) (Moidieu 21). 2 m

— lentilles caillouteuses à bryozoaires et *Dendrophyllia* (Moidieu 22) 0,50 m

— sable gris jaune (Moidieu 23). 10 m

— lit caillouteux où graviers et galets sont emballés dans un sable gris jaune (Moidieu 24).

La macrofaune est riche : *Nasses*, *Dendrophyllia colonjoni* Thiol., *Arca*, bryozoaires. Un seul foraminifère : *Eponides* encrousté. 0,75 m

— sable gris jaune (Moidieu 25). 3 m

7 — Moidieu-Détourbe : lieu dit "Le Julien".

Altitude de base : 270 m

De bas en haut :

— sable gris jaune à rares galets épars (Moidieu 11, 12) et passées fines (Moidieu 11a). 2 m

– lit caillouteux, avec Nasses, quelques bryozoaires et plaques de balanes (Moidieu 13), entrecoupé de lentilles de sable très fin contenant quelques foraminifères : *Elphidium* cf. *crispum* (L), *Lenticulina* cf. *cultrata* (Mcf.), (Moidieu 13 a). Stratification confuse.

1 m

– sable gris jaune avec galets et graviers à stratification entrecroisée (Moidieu 14).

3 m

8 – Moidieu-Détourbe : La Vernea (L. Doncieux, 1911–1913).

Altitude de base : 290 m

De bas en haut :

– cailloutis et galets emballés dans une matrice sableuse ocre ; très nombreuses *Nassa michaudi* Thiol. entières (Moidieu 31,32).

1,20 m

– éboulis sur

1,50 m

– cailloutis

0,10 m

– sable gris (Moidieu 33,34) à stratification entrecroisée soulignée par des passées fines légèrement gréseuses (Moidieu 35).

1,50 m

– sable gris avec graviers de quartz, débris de Nasses et galets marneux contenant des fragments de coquilles terrestres (Moidieu 36).

0,30 m

9 – Bonne-Famille.

Altitude de base : 310 m

De bas en haut :

– formation caillouteuse, non fossilifère (Bonne-Famille 11), visible sur

1,50 m

– sable gris clair ; pollens (Bonne-Famille 12).

0,80 m

– formation caillouteuse, Nasses et *Auricula viennensis* Font., (Bonne-Famille 13).

0,40 m

– sable gris foncé (Bonne-Famille 14).

0,80 m

10 – Jons.

Un sondage effectué par la Société C.O.F.O.R. de Lyon, recoupe les sables d'Heyrieux sur une dizaine de mètres au-dessous des alluvions quaternaires. La faune, macro et microfaune, ainsi que l'analyse minéralogique de ce sondage, ont été récemment publiés (G. Truc et alii, 1966).

2 – FORMATIONS CAILLOUTEUSES – NATURE ET MORPHOMETRIE DES ELEMENTS.

Ces formations, toujours meubles, sont constituées par des graviers et galets emballés dans un sable identique à celui des niveaux purement sableux. Graviers et galets restent toujours de petite taille, ne dépassant que rarement 50 mm.

Les éléments prédominants sont les calcaires et les quartz (tabl. 25). Les calcaires constituent 30 à 40 % des éléments : exceptionnellement ils atteignent 70 % (Moidieu 31). Ce sont surtout des calcaires lithographiques clairs et des calcaires marneux gris ou noirs.

Les quartz sont filoniens ; leur pourcentage est souvent un peu inférieur à celui des calcaires.

Echantillons	Nature des galets en %				
	Calcaires	Quartz	Granites	Divers	
Bonne-Famille	11	51	25	12	12
Bonne-Famille	13	44,5	15	18,5	22
Moidieu-Détourbe	13	31	40	7	22
Moidieu-Détourbe	14	41	25	18	16
Moidieu-Détourbe	22	35	33	21	11
Moidieu-Détourbe	24	42	30	16	12
Moidieu-Détourbe	31	70	20	5	5
Moidieu-Détourbe	32	27	35	8	30
Oytier-St-Oblas	51	46,5	32,5	6,5	14,5
St Pierre-de-Chandieu	22	36	51	4	9
St Pierre-de-Chandieu	24	37	33	14	16

Tabl. 25 – Nature des galets des sables d'Heyrieux.

A côté, il existe aussi des éléments granitiques très altérés, des gneiss, des roches vertes, des laves, des radiolarites, des silex, etc...

Donc l'ensemble pétrographique est voisin de celui des conglomérats de Voreppe (J. Bocquet, 1966). Les proportions relatives entre les différentes catégories de roches ont seules changées : les quartz prennent de l'importance dans les sables d'Heyrieux tandis que dans les conglomérats de Voreppe les calcaires prédominent très nettement.

L'étude morphométrique a été effectuée sur les calcaires et les quartz de quelques échantillons. Elle est résumée dans les tableaux 26 et 27.

Echantillons	CALCAIRES		Emoussé			Aplatissement		
	Longueurs (en mm)	Nombres de galets (en ‰)	Médiane	< 0,1 (en ‰)	> 0,5 (en ‰)	Médiane	< 1,5 (en ‰)	> 2,5 (en ‰)
Bonne-Famille 13	< 10	5	0,44	0	20	2,50	0	20
	10 - 20	70	0,47	0	41	2,33	8	46
	20 - 30	15	0,41	0	14	2,59	0	50
	> 30	10	0,49	0	45	2,29	0	33
Moidieu-Détourbe 22	10 - 20	42	0,62	0	85	2,13	25	25
	20 - 30	38	0,42	0	44	2,10	11	28
	30 - 40	10	0,48	0	20	4,50	0	60
	> 40	10	0,34	0	0	2,0	0	40
Moidieu-Détourbe 24	10 - 20	48	0,53	0	57	2,08	12	27
	20 - 30	30	0,43	0	33	2,13	14	14
	30 - 40	10	0,53	0	57	2,09	1	43
	> 40	12	0,38	0	17	2,13	12	12
Moidieu-Détourbe 32	10 - 20	28	0,50	0	47	2,06	12	35
	20 - 30	45	0,50	0	48	2,30	4	44
	30 - 40	18	0,47	0	36	2,63	9	64
	> 40	9	0,29	0	20	2,78	0	100

Tabl. 26 - Indices d'émoussé et d'aplatissement des galets calcaires des sables d'Heyrieux.

L'émoussé est très fort, plus fort même que pour une plage marine. Il n'existe pas de galets non émoussés, c'est-à-dire dont l'indice soit inférieur à 0,1.

L'aplatissement est légèrement inférieur à celui des galets façonnés sur une plage marine. Il est toujours supérieur à celui des galets d'origine fluviatile. Les galets arrondis, d'indice inférieur à 1,5 sont surtout des quartz. Les calcaires sont, au contraire, très souvent bien aplatis (indice supérieur à 2,5).

Echantillons	QUARTZ		Emoussé			Aplatissement		
	Longueurs (en mm)	Nombre de galets (en ‰)	Médiane	< 0,1 (en ‰)	> 0,5 (en ‰)	Médiane	< 1,5 (en ‰)	> 2,5 (en ‰)
Bonne-Famille 13	< 10	15	0,71	0	100	1,56	50	0
	10 - 20	63	0,52	0	53	1,64	17	33
	20 - 30	22	0,32	0	17	1,88	24	0
	> 30							
Moidieu-Détourbe 22	10 - 20	33	0,53	0	56	1,55	37	12
	20 - 30	33	0,36	0	25	1,62	31	6
	30 - 40	16	0,42	0	0	1,70	12	0
	> 40	18	0,30	0	0	1,65	25	25
Moidieu-Détourbe 24	10 - 20	40	0,47	0	40	1,54	45	0
	20 - 30	46	0,48	0	39	1,63	30	9
	30 - 40	14	0,44	0	0	1,86	0	0
	> 40							
Moidieu-Détourbe 32	10 - 20	40	0,47	0	45	1,55	48	0
	20 - 30	31	0,44	0	33	1,74	29	8
	30 - 40	22	0,43	0	18	2,04	12	18
	> 40	7	0,34	0	17	2,42	0	50

Tabl. 27 - Indices d'émoussé et d'aplatissement des galets de quartz des sables d'Heyrieux.

Les galets des conglomérats de Voreppe, au voisinage de Grenoble, montrent pour des longueurs de galets voisines de 50 mm, des indices très semblables à ceux des galets des sables d'Heyrieux. L'indice d'éroussé est très fort (de 0,4 à 0,5) et l'indice d'aplatissement peu élevé (de 1,60 à 2,10).

Il semble donc possible d'affirmer que les formations à galets des sables d'Heyrieux constituent l'extrémité du delta conglomératique de Voreppe. La mer, en redistribuant les éléments conglomératiques, édifie des flèches pré littorales successives qui émergent rapidement et délimitent des lagunes temporaires.

Au cours du transport, l'aplatissement des galets calcaires a augmenté (de 2,10 à 2,40 en moyenne), celui des galets de quartz n'a guère changé.

3 - GRANULOMETRIE (fig. 54 à 56, tabl. 28 et ann. p. A13-A14).

Les niveaux purement sableux sont très homogènes, très bien classés et d'asymétrie très faible. Ils sont légèrement plus grossiers que les sables de Saint-Fons.

Les formations caillouteuses sont des mélanges. Les courbes granulométriques montrent un palier subhorizontal très prononcé entre les deux constituants du mélange qui sont ainsi aisément dissociables (correction de P. Macar). La position de ce palier permet de chiffrer la teneur de chacun des constituants. La teneur en éléments grossiers, galets et graviers, varie d'un point à un autre de 10 à 85 %, avec une tendance à diminuer de SE au NW.

L'indice de classement de ces formations caillouteuses complètes est très fort. Si l'on sépare les deux constituants du mélange, le classement et l'asymétrie de la fraction fine sont très semblables à ceux des niveaux purement sableux. Les parties grossières sont elles-mêmes assez bien triées et d'asymétrie faible.

4 - PETROGRAPHIE (fig. 52, tabl. 29 et ann. p. A43 à A45).

Les minéraux légers sont identiques à ceux des sables de Saint-Fons.

Les minéraux lourds sont, eux aussi, semblables à ceux des sables de Saint-Fons mais avec des teneurs différentes. Il y a, en effet, diminution de la teneur médiane en épidote et par contre augmentation de celle du grenat et des amphiboles.

De plus, les variations quantitatives sont extrêmement rapides d'un point à un autre.

L'ensemble de ces variations s'explique par les changements brusques dans la sédimen-

Echantillons	Fraction grossière	Fraction sableuse	Echantillons	Fraction grossière	Fraction sableuse
Bonne-Famille 11	67	33	Moidieu-Détourbe 32	72	28
Bonne-Famille 13	84	16	Oytier 51	57	43
Moidieu-Détourbe 14	21	79	St Just-Ch. 14	32	68
Moidieu-Détourbe 22	71	29	St Pierre.de.Ch. 22	30	70
Moidieu-Détourbe 24	50	50	St Pierre.de.Ch. 24	15	85
Moidieu-Détourbe 31	47	53	Toussieu 13	46	54

1 - Teneur des deux constituants dans les formations caillouteuses.				
2 - Indices granulométriques				
		Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie
Sables	Valeurs extrêmes	0,07 - 0,42	1,10 - 2,09	0,42 - 1,28
	Valeur médiane	0,29	1,19	0,98
Formations caillouteuses	Valeurs extrêmes	0,42 - 32,0	5,16 - 10,1	
	Valeur médiane	5,00	7,02	

Tabl. 28 - Granulométrie des sables d'Heyrieux.

tation et dans la granulométrie des sables. Les sédiments les plus grossiers possèdent de fortes teneurs en grenat. Les sédiments plus fins sont riches en épidote et en amphiboles.

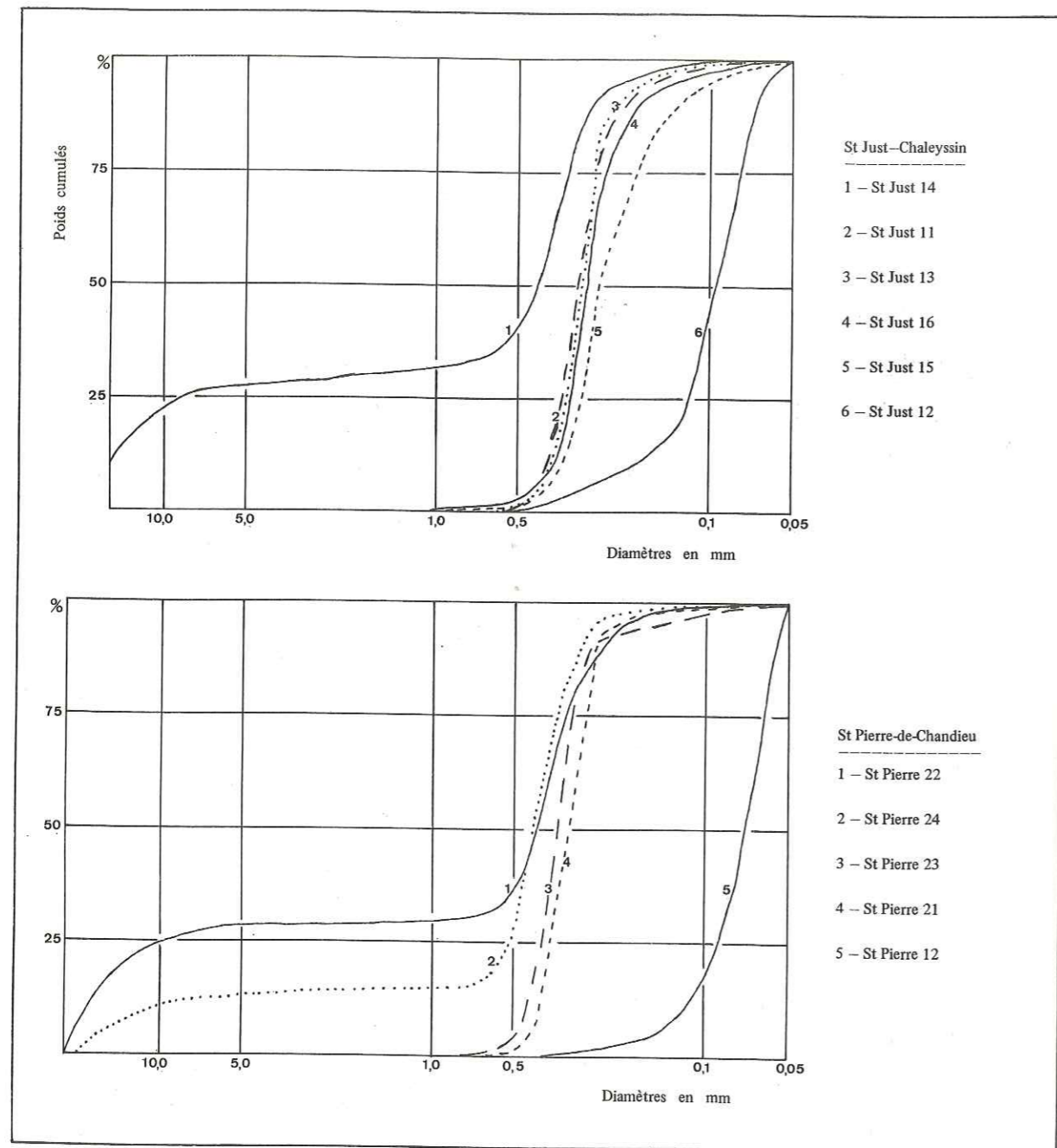


Fig. 54 — Granulométrie des sables d'Heyrieux (Saint-Just-Chaleyssin, Saint-Pierre-de-Chandieu).

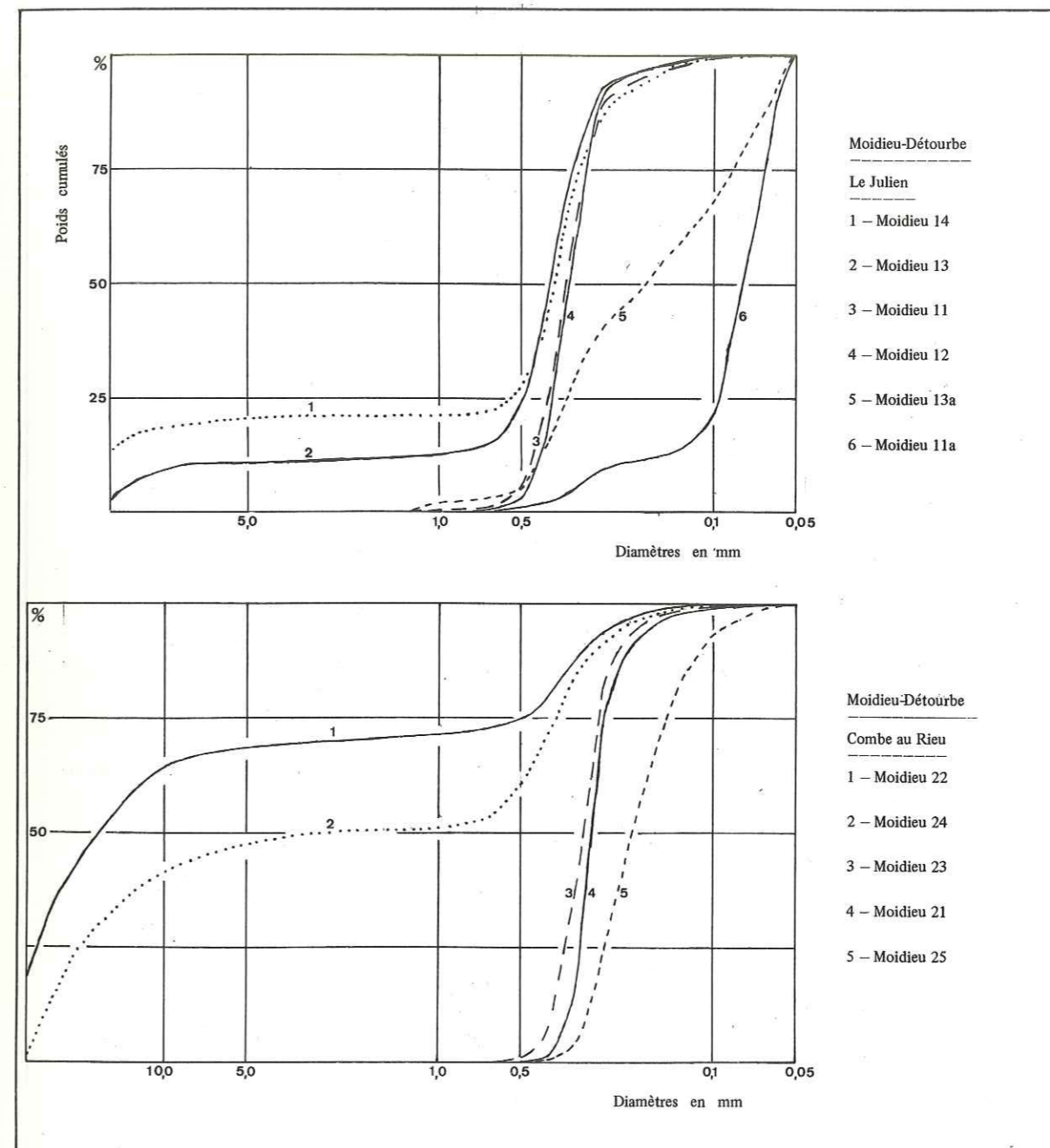


Fig. 55 — Granulométrie des sables d'Heyrieux (Moidieu-Détourbe).

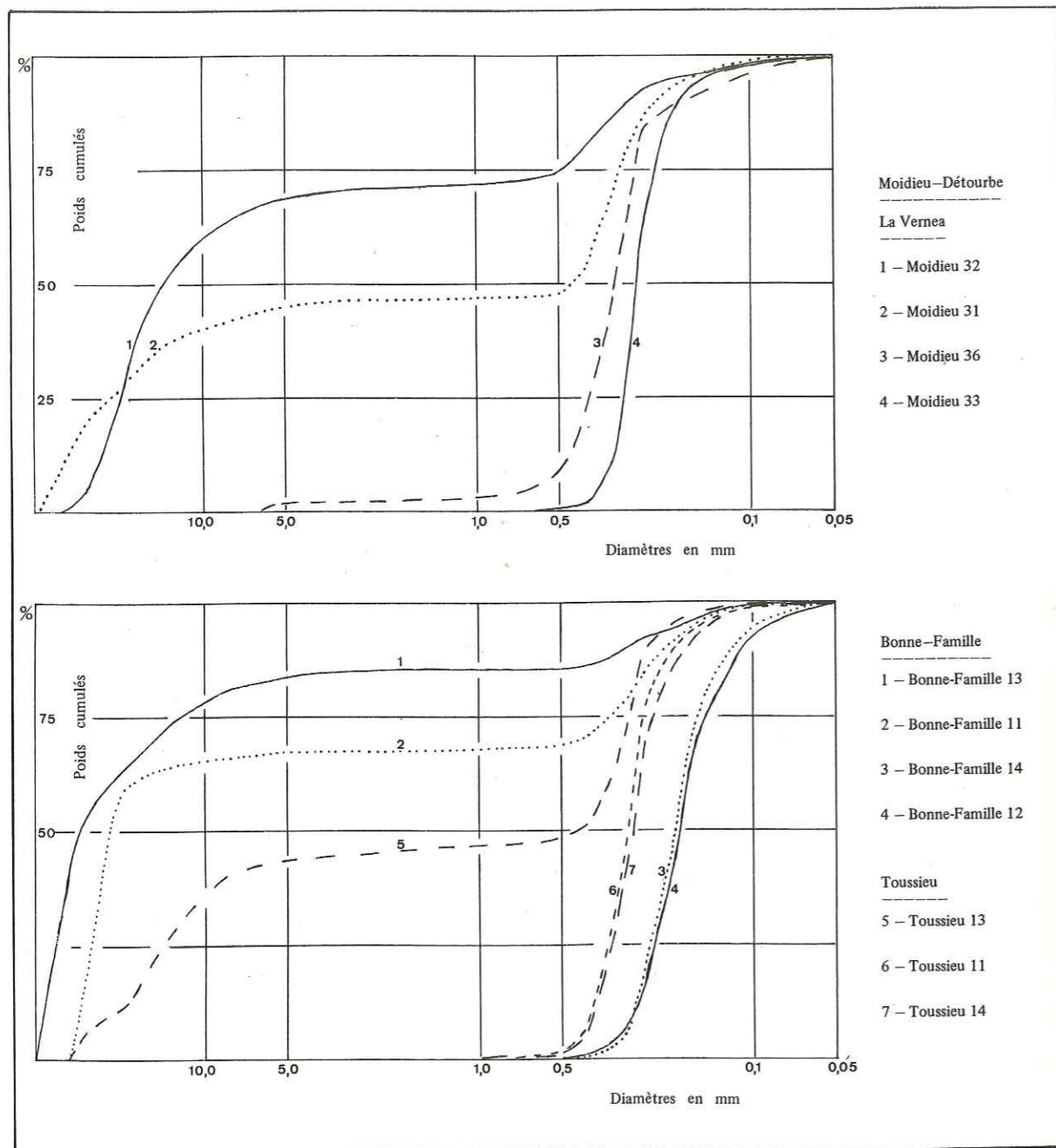


Fig. 56 - Granulométrie des sables d'Heyrieux (La Vernea, Bonne-Famille, Toussieu).

	Epidote	Grenat	Amphiboles	Minéraux Résistants	Minéraux de Métamorphisme
Teneurs extrêmes	28,5 - 75	9 - 56	8 - 35	0 - 7	0 - 2
Teneur médiane	42,5	33,5	18	1,5	+

Tabl. 29 - Composition minéralogique globale des sables d'Heyrieux.

5 - CONCLUSION

Les sables d'Heyrieux qui terminent la série marine dans la région lyonnaise montrent de nombreuses analogies avec les sables de Montchenu et de Tersanne qui terminent, eux aussi, la série marine du Plateau de Chambaran.

a - partout, il existe des arrivées grossières. A l'E du Plateau de Chambaran, elles sont continues. Elles appartiennent au delta conglomératique de Voreppe (conglomérats de Notre-Dame-de-l'Osier). Dans la région lyonnaise, elles sont sporadiques et correspondent à l'étalement par la mer du matériel détritique de ce même delta.

b - ces sables sont souvent riches en fossiles. Cette richesse permet de souligner l'enchevêtrement sur une même horizontale, de faciès encore marins, de faciès plus franchement saumâtres à *Nassa michaudi*, et de faciès continentaux.

c - enfin, la stratification de ces sables est très tourmentée. Elle est soulignée par l'intrication de lentilles de granulométrie variée et les rapides changements dans les pourcentages minéralogiques.

4 - SABLES CONTINENTAUX.

Aux sables d'Heyrieux succèdent des sables continentaux avec, localement, des marnes blanchâtres à la base (Septême : Chemin de Vervaud).

Les conglomérats qui terminent cette série continentale, sont absents dans le Lyonnais sensu stricto, mais se retrouvent à l'Est (Saint-Georges-d'Espéranche) et au N de la Bièvre-Valloire (Plateau de Bonnevaux). Ils seront étudiés avec la partie septentrionale du delta de Voreppe.

Les sables continentaux affleurent sur une centaine de mètres, sans aucune stratification apparente, ou avec une stratification entrecroisée. Celle-ci est alors soulignée par des durcissements en molasse, des passées finement sableuses ou par des galets marneux.

La macrofaune est très rare, souvent réduite à *Helix delphinensis* (Saint-Georges-d'Espéranche : le Baret). La microfaune est elle aussi très pauvre. Quelques échantillons m'ont livré des opercules de gastéropodes continentaux et des oogones de charophytes.

1 - GRANULOMETRIE (fig. 57, tabl. 30 et ann. p. A14 et A15).

Ce sont des sables fins, la médiane de la partie sableuse ne dépassant pas 0,30 mm. Les éléments supérieurs à 0,5 mm sont très rares. La fraction détritique fine peut atteindre 30 % de l'échantillon.

Le classement est excellent et l'asymétrie extrêmement faible.

	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité
Valeurs extrêmes	0,17 - 0,30	1,13 - 1,34	0,88 - 1,08	0,18 - 0,31
Valeur médiane	0,25	1,22	0,97	0,24

Tabl. 30 - Indices granulométriques des sables continentaux de la région lyonnaise.

2 - PETROGRAPHIE

Les sables continentaux sont gris ou gris jaunâtres, à grosses paillettes de muscovite. Ils sont toujours quartzeux, calcaires et feldspathiques. La teneur en calcaire (calcaire essentiellement détritique) augmente toujours avec la finesse du grain, mais reste cependant assez faible.

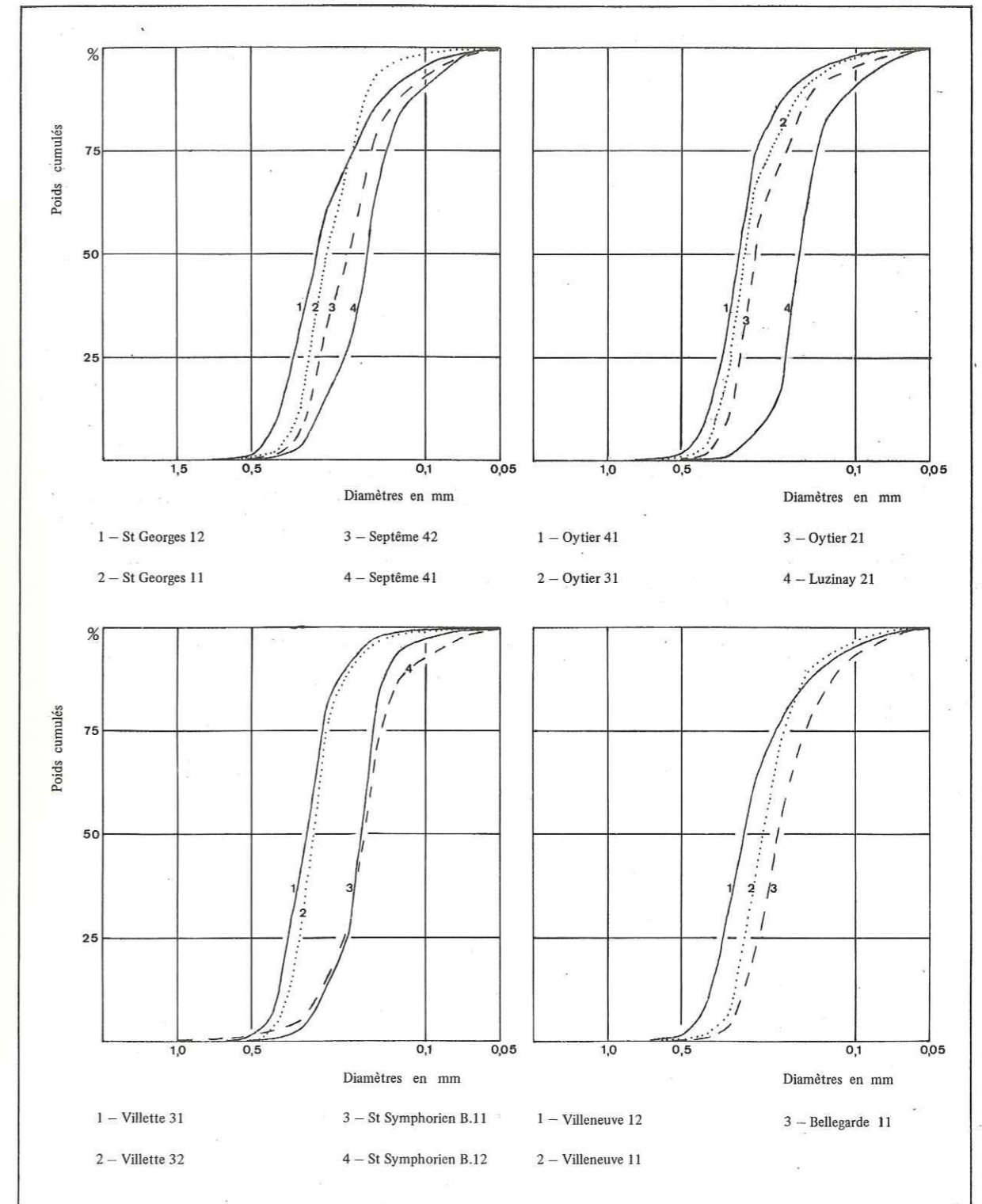


Fig. 57 - Granulométrie des sables continentaux de la région lyonnaise.

L'association minéralogique lourde (fig. 52, tabl. 31 et ann. p. A45 et A46) demeure toujours la même que précédemment, avec épidote, grenat et amphiboles. Les variations quantitatives, par rapport aux sables d'Heyrieux, consistent en une augmentation de la teneur en épidote et une diminution de celle du grenat, la teneur en amphiboles restant sensiblement la même.

Ces variations sont toujours liées au diamètre du grain sableux qui diminue des sables d'Heyrieux aux sables continentaux.

	Epidote	Grenat	Amphiboles	Minéraux résistants	Minéraux de métamorphisme
Teneurs extrêmes	27 - 83,5	6 - 54	2 - 28	+ - 6	0 - 1
Teneur médiane	52	21,5	15	2,5	0

Tabl. 31 - Composition minéralogique globale des sables continentaux de la région lyonnaise.

5 - CONCLUSIONS

L'originalité du Vindobonien de la région lyonnaise est la présence de formations caillouteuses au sein des sables d'Heyrieux.

Ces niveaux mis à part, les conclusions que l'on peut tirer de l'étude précédente sont voisines de celles déjà obtenues dans l'W du Plateau de Chambaran.

a - La contribution du Massif Central à l'alimentation détritique du bassin n'est importante que sur la bordure occidentale du bassin, directement au pied du massif.

Cet apport grossier est toujours granitique et quartzeux.

b - Les sables de Saint-Fons, les niveaux sableux d'Heyrieux et les sables continentaux sont remarquablement triés dans un intervalle granulométrique réduit (fig. 58).

Le grain sableux est légèrement plus fin dans les sables de Saint-Fons que dans les sables supérieurs.

Les valeurs médianes des indices de classement et d'asymétrie sont très voisines de bas en haut de la série, mais l'intervalle de variations est toujours plus important pour les sables d'Heyrieux que pour les sables qui les encadrent.

c - La fraction détritique légère est toujours quartzeuse, calcaire, feldspathique et micacée. Les minéraux sont toujours peu façonnés.

d - La composition minéralogique lourde est formée pour plus de 90 % par les trois minéraux alpins. Epidote et grenat évoluent en sens inverse l'un de l'autre, en fonction de la taille des éléments sableux. Les amphiboles, présentes partout, mais moins abondantes que les deux minéraux précédents, augmentent ou diminuent en même temps que le grenat (fig. 58).

Donc, dans le Lyonnais comme dans le Plateau de Chambaran, la caractéristique principale des sables est d'être parfaitement triés et pétrographiquement peu évolués.

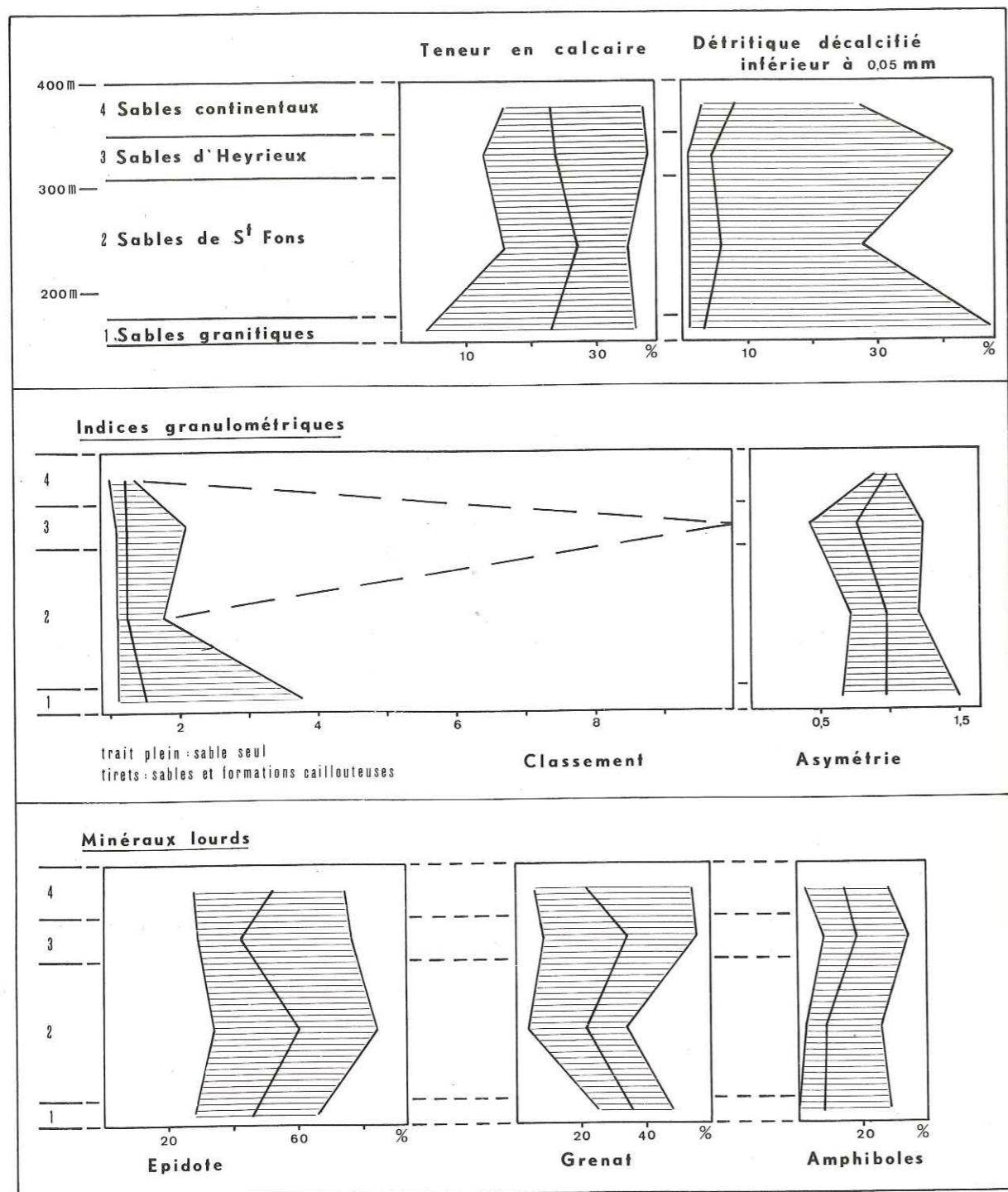


Fig. 58 — Résumé des principales caractéristiques granulométriques et minéralogiques du Miocène de la région lyonnaise.

Pour chaque formation, les teneurs et les valeurs d'indice sont matérialisées par trois points : deux correspondent aux échantillons extrêmes, le troisième à l'échantillon médian.

IIB — REGION DE PONT-DE-BEAUVOISIN.

La région de Pont-de-Beauvoisin correspond à la partie orientale et méridionale des Terres Froides (fig. 1).

Les assises miocènes sont fortement redressées en bordure de la Chartreuse. Elles sont de plus en plus récentes d'Est en Ouest.

Elles débutent par le Burdigalien : grès calcaire glauconieux de Sainte-Marie-d'Alvey (cf. Ch. III). Au dessus, l'Helvétien est sableux : sables molassiques de Pont-de-Beauvoisin. Il est surmonté par des sables, souvent fossilifères, voisins de ceux de Tersanne, dits "sables de Chimilin". Enfin, le Miocène se termine par une puissante série de conglomérats, où sont intercalés, mais en lentilles plus ou moins importantes, des sables continentaux (tabl. 10).

J'étudierai les deux premières unités, réunissant les conglomérats avec l'ensemble des conglomérats du delta de Voreppe.

1 — SABLES DE PONT-DE-BEAUVOISIN.

Les sables de Pont-de-Beauvoisin, décrits d'abord par C. Lory (1860), puis par H. Douxami (1895 à 1899), affleurent le long de la Chartreuse, de part et d'autre de la vallée du Guiers. Vers l'Ouest, ils disparaissent sous des sables miocènes plus récents. Leur épaisseur estimée varie de 250 à 400 m environ (G. Demarcq, 1962).

Ces sables sont gris clair, rarement jaunâtres, à stratification entrecroisée. Ils sont très homogènes ; les lentilles grossières ou fines sont rares. Les consolidations en molasse sont beaucoup moins fréquentes et plus petites que celles des sables de Saint-Fons.

Il existe presque toujours des graviers ou de petits galets épars dans la masse sableuse, mais ceux-ci ne forment que rarement de véritables lentilles grossières.

Les gisements où les fossiles sont bien conservés sont rares (Pont-de-Beauvoisin). Par contre, des fragments coquilliers de petite taille sont souvent dispersés dans la masse sableuse. Les coquilles recueillies — Natices, Patelles, Helix — ont un caractère mi-littoral, mi-fluvio-lacustre. Je citerai aussi *Leucochroa praedepressula* Font. (1) à Saint-Albin-de-Vaulserre (Saint-Albin 12).

(1) — Détermination G. Truc.

La microfaune est toujours localisée. Elle est constituée presque uniquement de foraminifères : *Ammonia beccarii* (L), *A. beccarii* cf. var. *inflata* Seg., *Cibicides lobatulus* (W. et J.), *C. pseudoungerianus* (Cush.), *C. boucanus crassus* Lackowska, *Pullenia quinqueloba* Reuss, *Nonion padanum* Perconig, *Florilus communis* d'Orb., *F. boucanus* (d'Orb.), *Trifarina bradyi* Cush., *Bolivina scalprata miocenica* Mcf., *Elphidium crispum* (L), *E. flexuosum* (d'Orb.), *E. flexuosum subtypicum* Papp., *E. rugosum* (d'Orb.), *E. fichtellianum praeforme* Papp., *Stilostomella verneuili* d'Orb. (fragment), *Textularia* sp., *Globorotalia* cf. *mayeri* Cush. et Ellis, *Globigerina microstoma* Cita, *G. cf. woodi* Jenkins, *Globigerinoïdes trilobus* (Reuss).

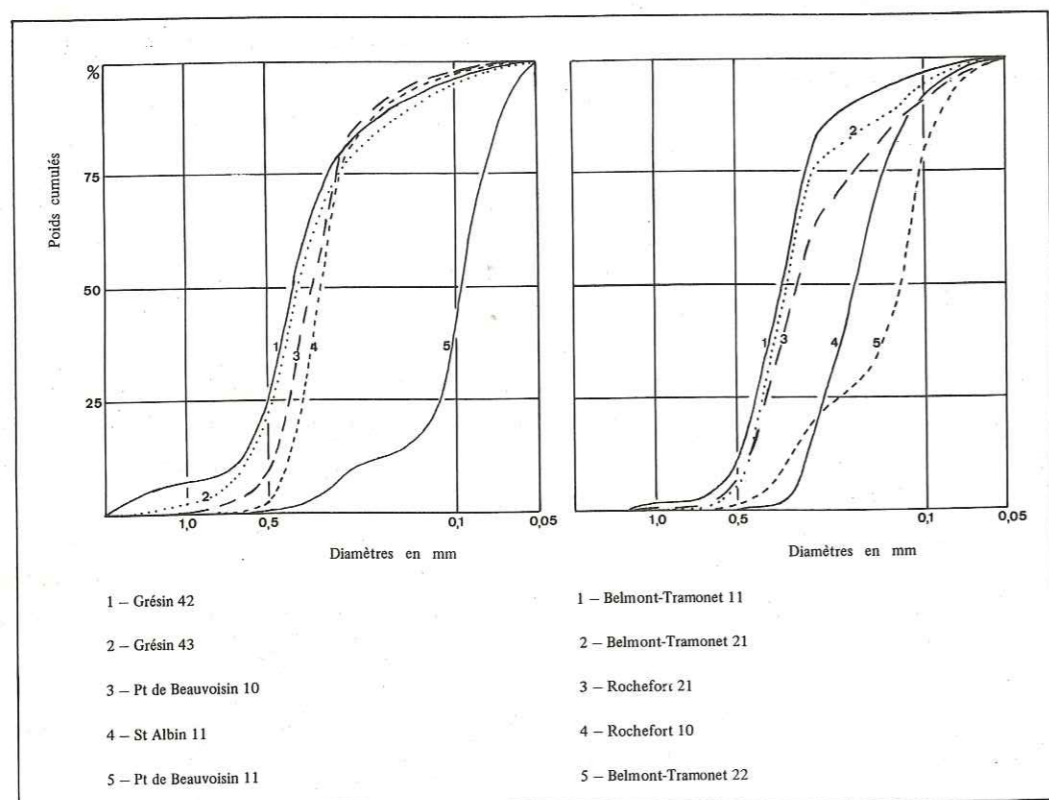


Fig. 59 - Granulométrie des sables de Pont-de-Beauvoisin.

A - GRANULOMETRIE (fig. 59, tabl. 32 et ann. p. A16).

Les sables de Pont-de-Beauvoisin montrent une gamme dimensionnelle relativement étalée. Si les éléments de diamètre supérieur à 0,50 mm sont rares, les éléments fins (inférieurs à 0,05 mm) sont, au contraire assez abondants. Ils forment en moyenne 20 % de la fraction détritique décalcifiée.

La fraction sableuse - supérieure à 0,05 mm - est toujours très homogène, très bien classée et d'asymétrie faible. Le tri est malgré tout un peu moins prononcé dans les quelques lentilles de sables très fins.

		Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité
Sables de Pont-de-Beauvoisin	Valeurs extrêmes	0,09 - 0,40	1,21 - 1,47	0,78 - 1,46	0,11 - 0,29
	Valeur médiane	0,30	1,28	0,97	0,23
Sables de Chimilin	Valeurs extrêmes	0,08 - 0,41	1,22 - 1,51	0,84 - 1,11	0,23 - 0,27
	Valeur médiane	0,31	1,29	0,99	0,24

Tabl. 32 - Indices granulométriques des sables de Pont-de-Beauvoisin et de Chimilin (Chimilin 12 excepté).

2 - PETROGRAPHIE.

Les sables de Pont-de-Beauvoisin sont quartzeux, feldspathiques, calcaires et micacés.

- le quartz n'est jamais émoussé même pour les plus gros grains.

- les feldspaths sont frais.

- le calcaire est presque uniquement détritique. Il peut, en outre, cimenter quelques grains entre eux et donner ainsi de petits agglomérats de diamètre compris entre 0,8 et 0,5 mm. Sa teneur moyenne est de 18 %.

- les micas sont parmi les plus gros éléments détritiques. La muscovite est la plus fréquente et la chlorite n'est pas rare.

- il n'y a pas de glauconie.

- de petits fragments schisteux ou des éclats de radiolarite complètent ce stock léger.

Les galets et graviers épars dans la masse du sable sont surtout des quartz laitoux, plus rarement des calcaires ou des granites pourris.

Minéraux lourds (fig. 60, tabl. 33 et ann. p. A47).

Epidote, grenat et amphiboles sont toujours les minéraux essentiels de l'association

lourde. Ils forment plus de 90 % du stock. L'épidote demeure le minéral le plus abondant (48,5 %). Vient ensuite le grenat (37,5 %) et enfin les amphiboles (8 %). Parmi ces dernières, le glaucophane n'est présent qu'à l'état de traces.

		Epidote	Grenat	Amphiboles	Minéraux résistants	Minéraux de métamorphisme
Sables de Pont-de-Beauvoisin	Teneurs extrêmes	37,5 - 61	31 - 51,5	2 - 14	0,5 - 4	+ - 3,5
	Teneur médiane	48,5	37,5	8	2	1
Sables de Chimilin	Teneurs extrêmes	24 - 55	19 - 58,5	10 - 26	0,5 - 3,5	0,5 - 3
	Teneur médiane	33	45,5	15	2,5	1,5

Tabl. 33 - Composition minéralogique globale des sables de Pont-de-Beauvoisin et de Chimilin.

Cette association est très homogène de bas en haut de la série et les variations à l'échelle de l'échantillon sont peu importantes. Cette homogénéité est liée à l'homogénéité granulométrique des sables plus nette encore pour les sables de Pont-de-Beauvoisin que pour les sables de Saint-Donat et de Saint-Fons.

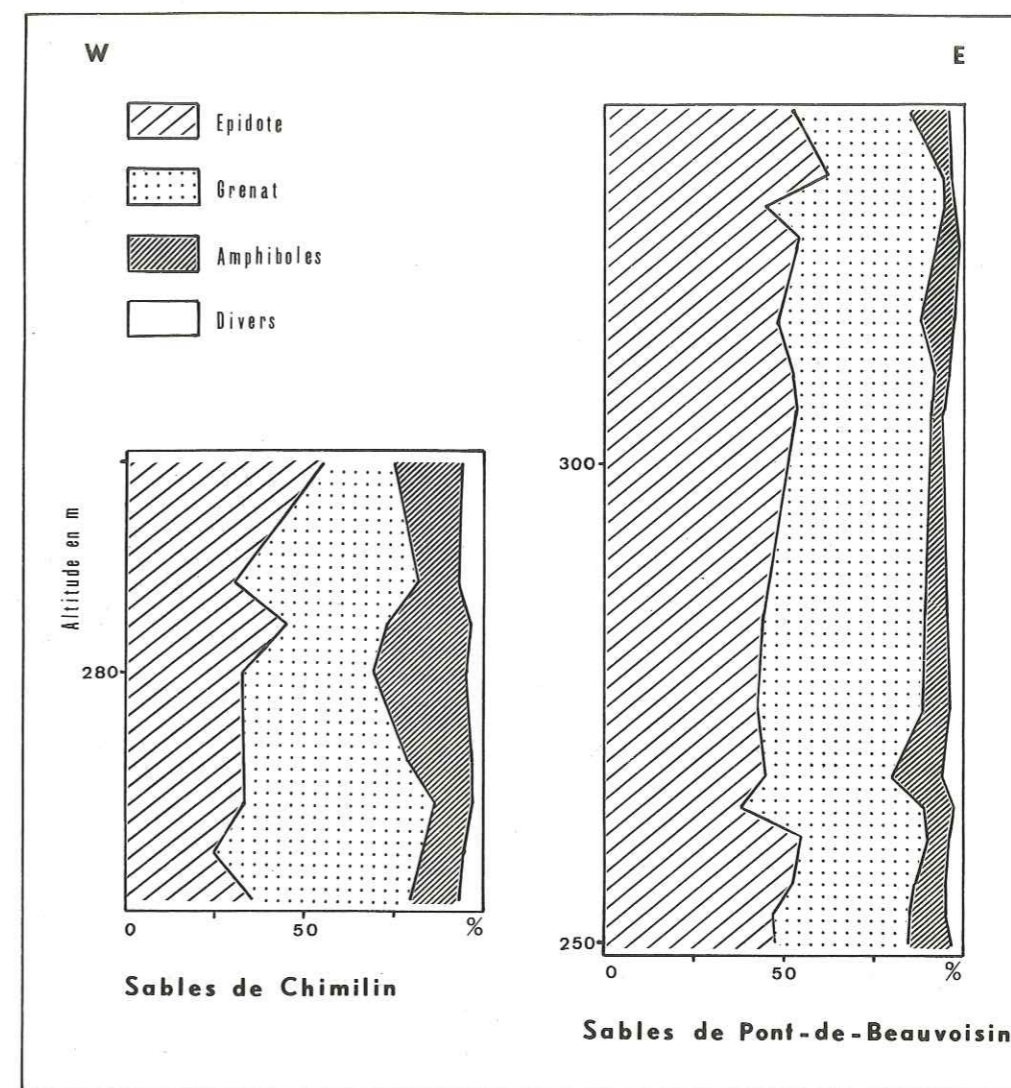


Fig. 60 - Minéraux lourds des sables de Pont-de-Beauvoisin et de Chimilin.

2 - SABLES DE CHIMILIN

Les sables de Chimilin, encore appelés sables à *Arca turonica* surmontent les sables de Pont-de-Beauvoisin. Ils affleurent sur la bordure orientale des plateaux de la rive gauche du Guiers.

Ces sables sont fréquemment fossilifères. Une partie des gisements notés par H. Douxami, sur la carte de Chambéry au 80 000ème, sont encore visibles actuellement. Mais souvent, les fossiles sont fragmentés et les coquilles entières sont rares. Le gisement le plus riche reste celui du hameau de Leyssins (commune de Chimilin), puis vient celui de Veyrins. Dans ces gisements, à côté de *Arca*, Les Nasses de petite taille ne sont pas rares.

Ces deux affleurements - Leyssins et Veyrins - montrent, au sein de la masse sableuse, des lentilles à galets et graviers. La macrofaune, comme pour les sables d'Heyrieux, est plus répandue dans ces lentilles grossières que dans les sables.

La microfaune est toujours présente. Dans les zones grossières et dans les sables, il n'existe que quelques individus. Par contre, les foraminifères sont relativement abondants, dans les rares lentilles de sable très fin : *Ammonia beccarii* (L.), *Elphidium crispum* (L.), *E. rugosum* (d'Orb.), *Cibicides haidingeri* (d'Orb.), *C. ungerianus* (d'Orb.), *C. pseudougerianus* (Cush.), *C. ex. gr. mexicanus* Wultal., *Lenticulina inornata* (d'Orb.), *Florilus boucanus* (d'Orb.), *Textularia articulata* (d'Orb.), *Globigerina bulloides* d'Orb., *G. foliata* Leroy, *Globorotalia pseudopachyderma* Cita, *Orbulina suturalis* Bronn.

1 - DESCRIPTION DES AFFLEUREMENTS ETUDIÉS.

1 - Saint-Sorlin.

De part et d'autre du cimetière affleure, sur une dizaine de mètres, une alternance de sables gris à rares petits galets de quartz (Saint-Sorlin 11,13) et de sables ocres, ferrugineux, à plaquettes de limonite et aétites (Saint-Sorlin 21). Ces derniers sont confusément entrecroisés avec des sables fins à foraminifères (Saint-Sorlin 12) et avec des passées marneuses.

Les fragments coquilliers, brisés, existent partout.

2 - Veyrins.

Le long du CD 16h affleurent, sur une dizaine de mètres, des sables gris (Veyrins 11) alternant avec une formation à galets et graviers (Veyrins 12).

Galets et graviers sont des quartz (45 %), des calcaires (25 %), des granites pourris (13 %); quelques silex, des grès, des aétites et des galets marneux complètent l'ensemble.

Les fossiles, rarement bien conservés, sont presque toujours cantonnés dans les zones grossières.

3 - Granieu.

L'affleurement, très réduit, montre un sable jaune avec débris de Nasses, surmonté d'un lit sinueux de galets marneux jaunâtres.

4 - Leyssins - Commune de Chimilin (C. Lory, 1860).

Dans les formations à galets (Chimilin 12) qui s'entrecroisent avec le sable gris (Chimilin 11), les fossiles sont nombreux et bien conservés. Ils sont plus rares dans les zones sableuses.

2 - LES FORMATIONS A GALETS ET GRAVIERS.

Elles sont meubles et constituées de galets de petite taille dans un sable identique à celui des niveaux purement sableux. Les galets les plus nombreux sont les quartz, puis les calcaires.

Les caractères morphométriques des galets de quartz sont résumés dans le tableau 34. Comme pour les sables d'Heyrieux, l'éroussé est très fort, plus fort même que pour une plage marine.

Le mode de façonnement est donc le même pour les galets des sables de Chimilin que pour ceux des sables d'Heyrieux.

Echantillons	QUARTZ		Emoussé			Aplatissement		
	Longueurs (en mm)	Nombre de galets (en %)	Médiane	< 0,1 (en %)	> 0,5 (en %)	Médiane	< 1,5 (en %)	> 2,5 (en %)
Chimilin 12	10 - 20	60	0,50	0	39	1,63	39	0
	20 - 30	24	0,48	0	44	1,67	11	11
	> 30	16	0,39	0	17	1,70	33	0
Veyrins 12	10 - 20	43	0,46	0	40	1,50	33	0
	20 - 30	28,5	0,49	0	30	1,60	40	0
	> 30	28,5	0,48	0	40	1,86	20	10

Tabl. 34 - Indices d'éroussé et d'aplatissement des galets de quartz des sables de Chimilin.

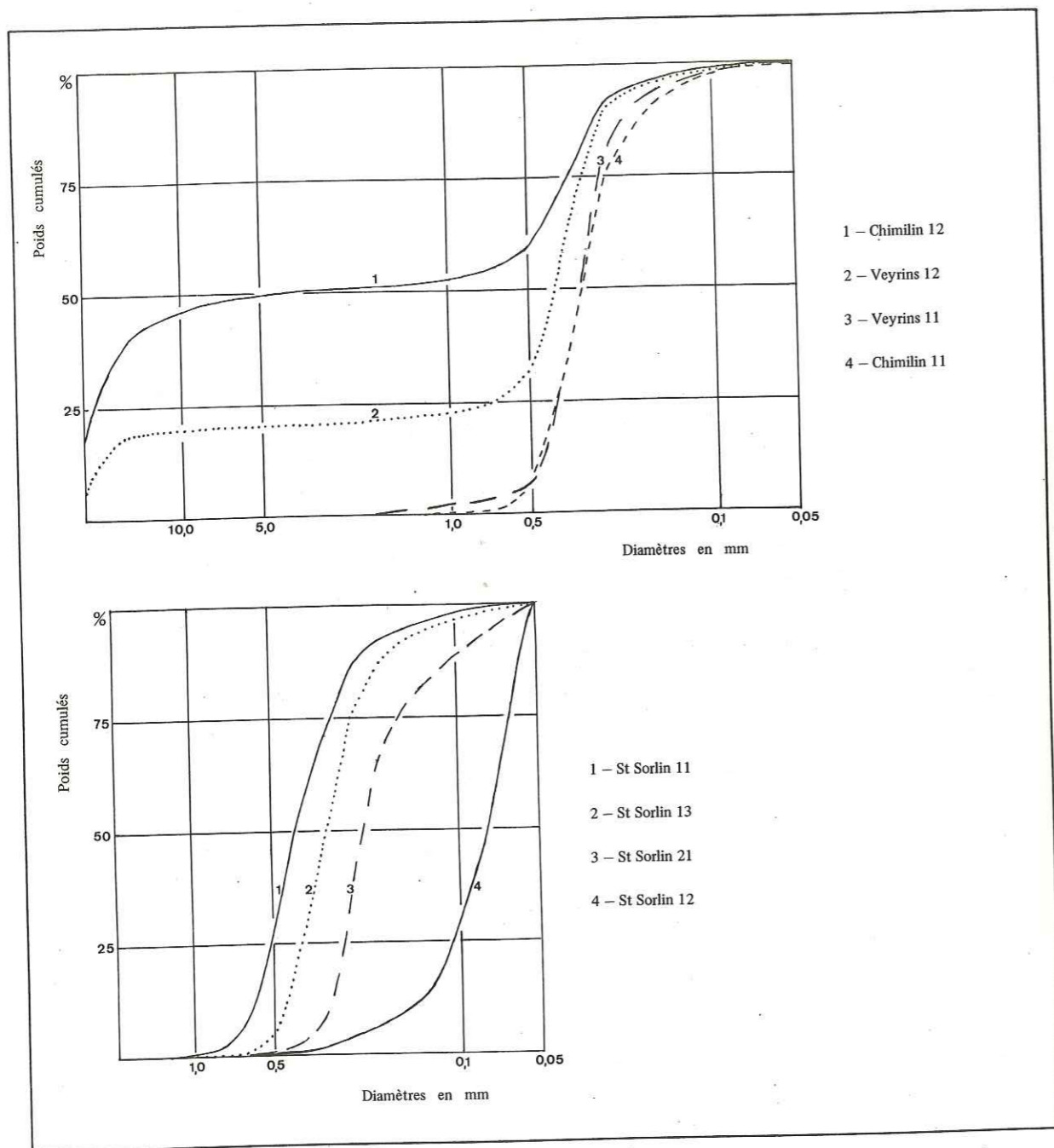


Fig. 61 - Granulométrie des sables de Chimilin.

3 - GRANULOMETRIE (fig. 61, tabl. 32 et ann. p. A16).

Les niveaux purement sableux sont semblables aux sables de Pont-de-Beauvoisin. Ils sont très bien classés et d'asymétrie presque nulle.

Les formations caillouteuses sont des mélanges dans lesquels les galets sont plus nombreux au Sud (Chimilin) qu'au Nord (Veyrins).

4 - PETROGRAPHIE.

Les minéraux légers sont les mêmes que ceux des sables de Pont-de-Beauvoisin.

Les minéraux lourds (fig. 60, tabl. 33 et ann. p. A47 et A48) sont de même nature que dans les sables sous-jacents, mais avec une répartition un peu différente : la teneur en épidote diminue tandis que celle du grenat et des amphiboles augmente.

3 - CONCLUSIONS

Nous retrouvons donc, sur la bordure occidentale de la Chartreuse, une série vin-dobonienne possédant les mêmes caractères que dans le reste du Bas-Dauphiné. Les sables marins forment une épaisse série monotone au sommet de laquelle apparaissent les formations caillouteuses constituant l'extrémité du delta conglomératique de Voreppe.

Ces sables sont toujours très bien triés et pétrographiquement peu évolués.

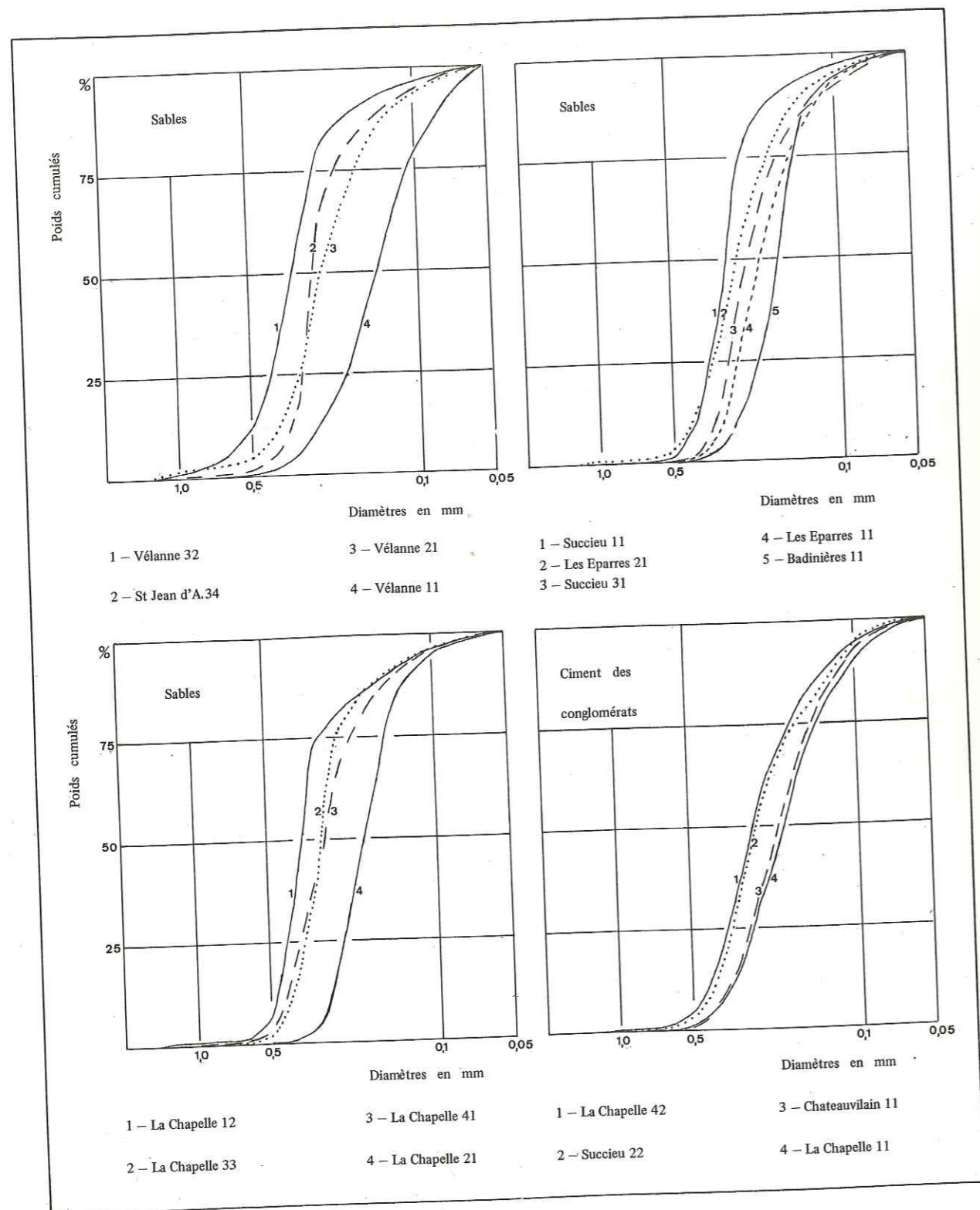


Fig. 62 - Granulométrie des sables du delta de Voreppe.

IIC - REGION DU DELTA CONGLOMERATIQUE DE VOREPPE.

Le delta conglomératique de Voreppe s'étale largement dans le Bas-Dauphiné septentrional (fig. 25). De direction SE-NW (J. Bocquet, 1966), il sépare, nous l'avons vu, les formations sableuses de ce secteur en deux unités : région lyonnaise s.l. et région de Pont-de-Beauvoisin.

Il est constitué, à la base, par la formation dite du "Bas-Dauphiné" dont le faciès devient ici essentiellement conglomératique. En direction des bordures du delta, les conglomérats se chargent en lentilles sableuses de plus en plus nombreuses et de plus en plus grande extension. Pour finir, les conglomérats n'apparaissent plus qu'en lentilles au milieu des sables.

En même temps que diminuent les conglomérats, le ciment qui réunit les galets entre eux prend de l'importance. Il devient de moins en moins calcaire. Finalement sur les bordures, on passe à des formations meubles où les galets sont emballés dans un sable identique aux sables encaissants. Ainsi, par exemple, les formations à galets des sables d'Heyrieux et des sables de Chimilin.

Au dessus de la formation du Bas-Dauphiné, s'étalent les conglomérats terminaux ou formation du Col de Toutes Aures. Cette formation est, comme dans le Plateau de Chambaran, très largement développée, puisqu'elle couronne la plupart des collines du Bas-Dauphiné septentrional.

Les caractéristiques pétrographiques et sédimentologiques des conglomérats étant connues (J. Bocquet, 1966), mon étude porte essentiellement sur les lentilles sableuses intercalées dans les conglomérats et sur le ciment du conglomérat lui-même.

Deux coupes synthétiques ont été réalisées dans ce secteur.

La première (décrite par G. Demarcq, 1962), est située au NE du Lac de Paladru. Elle s'échelonne, le long du ruisseau de Malafossant, par le CD 28C, du village de Saint-Jean-d'Avelanne à celui de Vélanne. Elle recoupe l'ensemble du Tortonien. Le faciès est conglomératique et les intercalations sableuses ou plus rarement marneuses, s'amenuisent de la base au sommet (fig. 63).

La deuxième coupe est située à l'extrémité aval du delta, au S de Bourgoin (G. Demarcq, 1962). Elle recoupe aussi tout le Tortonien. Cette fois la base est entièrement sableuse et ne comporte que des lentilles conglomératiques éparses. Les conglomérats ne se développent vraiment que dans la partie supérieure de la coupe (fig. 64A).

En dehors de ces deux coupes complètes, quelques échantillons épars ont été étudiés ainsi qu'une coupe partielle effectuée à La-Chapelle-de-La-Tour, au N de La-Tour-du-Pin, en bordure du delta. Elle recoupe les formations meubles, sableuses et conglomératiques du Tortonien qui surmontent les sables de Chimilin (fig. 64B).

1 - COUPE SAINT-JEAN-D'AVELANNE - VELANNE.

Les caractéristiques des sables sont semblables de bas en haut de la coupe. Ce sont des sables gris ou gris jaunâtre, à fraction fine (inférieure à 0,05 mm) assez abondante (de 25 à 30 %). La fraction sableuse est toujours très bien classée et d'asymétrie très faible (fig. 62 et ann. p. A17).

Les éléments détritiques légers sont le quartz, le calcaire, les feldspaths et les micas. Parmi ces derniers, la muscovite domine. Elle est en grosses paillettes de diamètre supérieur au diamètre du reste des grains. Au calcaire détritique s'ajoute, parfois, un ciment calcaire donnant une certaine consistance à l'ensemble. Le sable devient alors plus compact et passe à un grès tendre.

Les galets des conglomérats sont surtout des calcaires, souvent impressionnés, et aussi des quartz. Vers le haut, la formation se charge de plus en plus en galets de granites arénisés. Le ciment de ces conglomérats est un calcaire sableux toujours très peu abondant. Il remplit uniquement les interstices entre les galets. Sa teneur en calcaire est très forte, souvent voisine de 50 %.

L'association minéralogique lourde, toujours à épidote, grenat et amphiboles, montre des variations quantitatives importantes de bas en haut de la série (fig. 63). A la base, l'épidote et le grenat sont sensiblement aussi abondants l'un que l'autre (autour de 40 %) et les amphiboles sont bien représentées (10 à 17 %). Puis l'épidote augmente considérablement alors que le grenat diminue (15 %) et que les amphiboles ont tendance à disparaître (1 à 3 %). Ceci est valable pour l'ensemble des sables.

Le ciment des conglomérats terminaux est un peu différent. En effet, il comprend, à côté de l'épidote et du grenat, un fort pourcentage de zircon (jusqu'à 30 %). Cette teneur importante en zircon a déjà été notée dans le ciment des conglomérats terminaux de l'E du Plateau de Chambaran. Dans les deux cas, elle est liée à la présence de nombreux galets de granites arénisés, dont les éléments dissociés ont dû contribuer à la formation du ciment.

2 - COUPE LES EPARRES - BADINIERES, AU SUD DE BOURGOIN.

Cette coupe située à l'extrémité distale du delta, recoupe à la base près de 120 m de sables à lentilles grossières meubles. Les consolidations en dalles molassiques ne sont pas rares. Ces sables surmontent dans cette région les sables à *Nassa michaudi*. La partie supérieure de la coupe est presque entièrement conglomératique.

Tous les sables sont jaune à jaune gris. Ils ne livrent jamais de microfaune. Ils sont tous assez fins puisque la fraction inférieure à 0,05 mm atteint souvent 30 % de l'échantillon. Ils sont toujours très bien classés et d'asymétrie faible (fig. 62 et ann. p. A17).

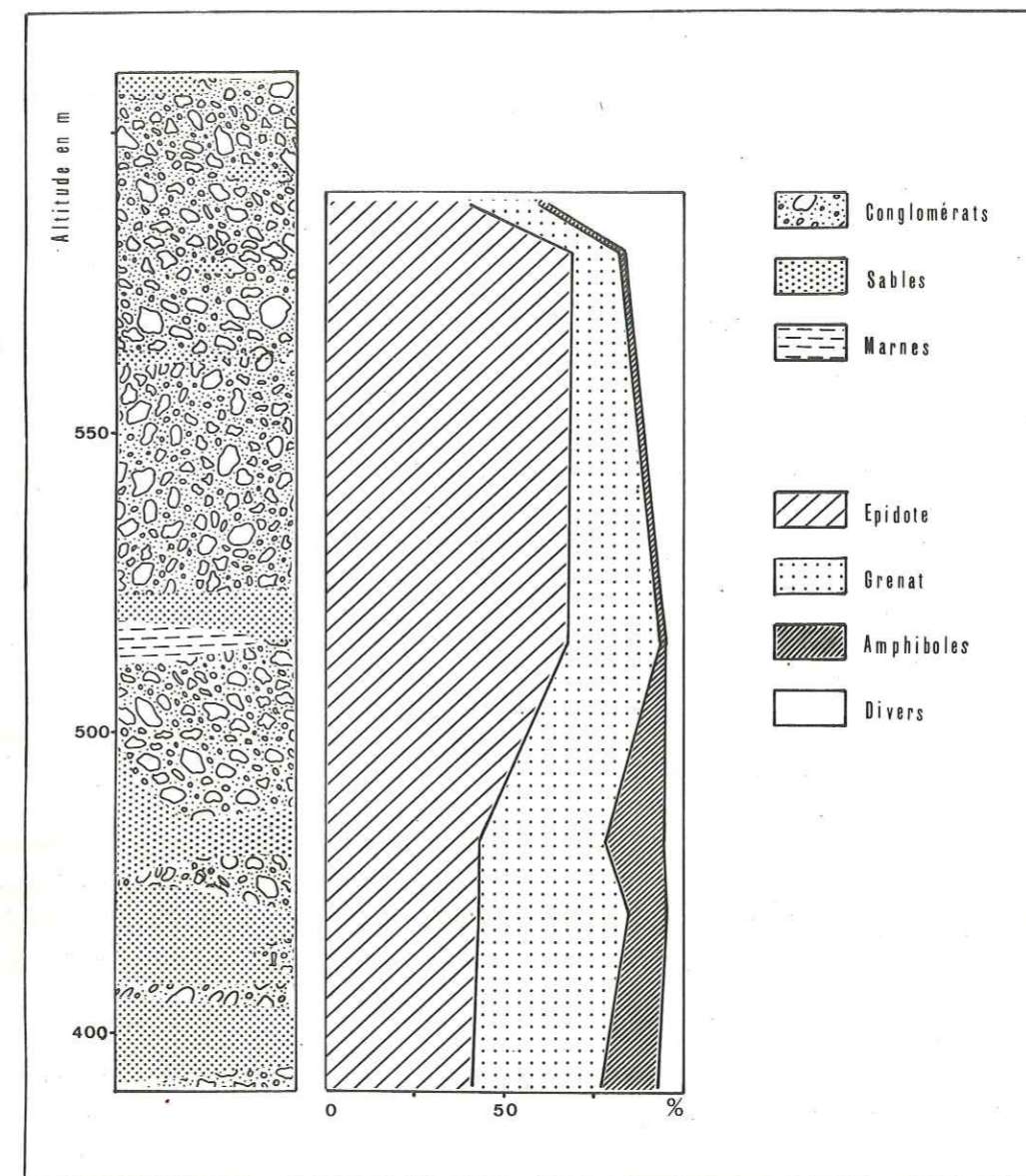


Fig. 63 - Minéraux lourds des sables du delta de Voreppe : coupe Saint-Jean-d'Avelanne - Velanne.

Les minéraux légers sont toujours peu ou pas façonnés. Le quartz est le plus abondant. Viennent ensuite le calcaire et les feldspaths. Les micas, en particulier la muscovite, sont présents. Plus le sable est fin, plus sa teneur en calcaire augmente.

Les lentilles grossières intercalées dans les sables sont des formations à galets passant rarement à un véritable conglomérat. Le sable interstitiel ou le ciment sont toujours plus abondants qu'à l'amont du delta. Ainsi, dans les niveaux indurés, le ciment remplit non seulement les vides mais encore sépare les galets entre eux. Les galets calcaires ne sont plus alors, garnis de cupules d'impression. Comme dans l'ensemble du delta, l'éroussé est très fort et l'aplatissement assez important.

Les conglomérats supérieurs sont en général plus indurés que ceux de la base et leur ciment est peu abondant. Leur teneur en galets de granites arénisés augmente.

L'association minéralogique lourde (fig. 64 et ann. p. A48 et A49) montre des variations assez voisines de celles de la coupe précédente. A la base, les amphiboles sont nombreuses et elles deviennent ensuite de plus en plus rares. L'épidote augmente de bas en haut de la coupe, sauf dans les conglomérats terminaux où elle diminue tandis que le zircon augmente. La teneur en grenat varie peu et se maintient aux environs de 20 %.

3 - COUPE LA-CHAPELLE-DE-LA-TOUR (fig. 64).

J'ai réalisé cette coupe partielle afin de comparer le façonnement des galets de ce secteur avec celui des galets du reste du delta.

La coupe est située sur la bordure NE du delta, directement au N de La-Tour-du-Pin. Elle est constituée presque uniquement de formations meubles, avec des galets emballés dans un sable gris. Les sables intercalaires sont en lentilles à stratification très tourmentée. Ils sont quelques fois relayés par des marnes grises. Certaines lentilles fines sont consolidées et forment des surplombs.

La macrofaune, très réduite, est néanmoins souvent présente, en particulier dans les niveaux caillouteux. On trouve de nombreux fragments d'*Helix* et aussi *Tryptychia* sp. (La-Chapelle-de-la-Tour 11).

Les galets des formations grossières forment 75 à 80 % du volume total de la roche. Les plus nombreux sont des calcaires (40 % environ), surtout des calcaires marneux gris ou noirs, mais aussi des calcaires lithographiques clairs. Viennent ensuite les quartz laiteux (30 % environ). Enfin, des granites "pourris", quelques gneiss, roches vertes, radiolarites, grès etc... terminent l'ensemble.

Ces galets sont toujours de petite taille puisque près de 90 % ont une longueur ne

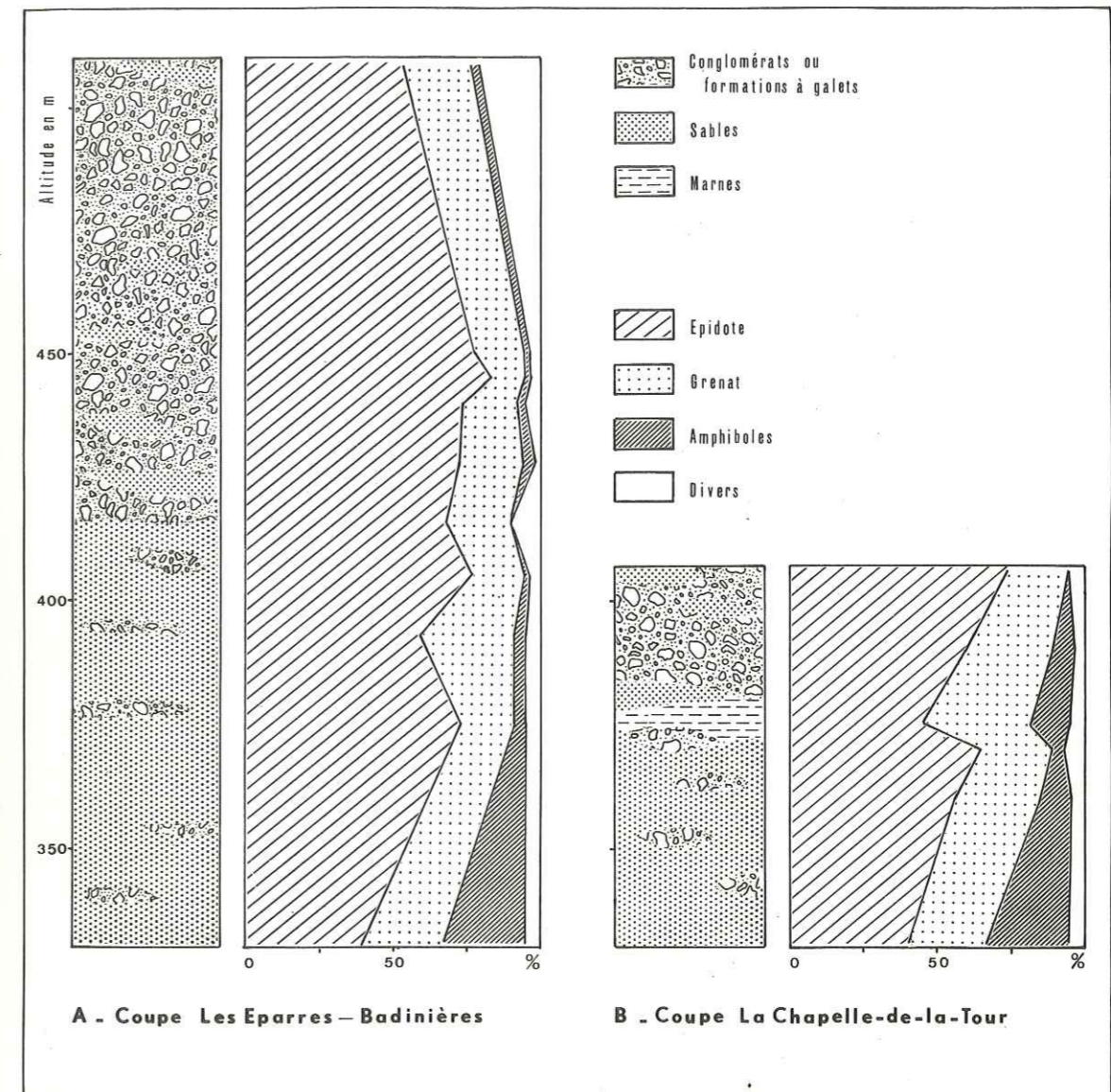


Fig. 64 - Minéraux lourds des sables du delta de Voreppe (suite)

dépassant par 50 mm. Les indices morphométriques, calculés pour les calcaires et les quartz dont la longueur est comprise entre 10 et 40 mm, sont du même ordre que les indices des galets des sables d'Heyrieux (tabl. 35) :

– l'éroussé est très fort et il n'existe pas de galets non éroussés d'indice inférieur à 0,1.

– l'aplatissement est toujours intermédiaire entre celui de galets fluviaux et celui de galets marins.

Echantillons	CALCAIRES		Emoussé			Aplatissement		
	Longueurs (en mm)	Nombre de galets (en %)	Médiane	< 0,1 (en %)	> 0,5 (en %)	Médiane	< 1,5 (en %)	> 2,5 (en %)
La Chapelle de la Tour 11	10 – 20	45,5	0,42	0	40	1,70	20	17
	20 – 30	27	0,50	0	47	2,10	14	19
	> 30	27,5	0,40	0	29	1,90	14	19
La Chapelle de la Tour 31	10 – 20	62	0,48	0	33	2,40	12	38
	20 – 30	16	0,46	0	45	2,60	0	64
	> 30	22	0,47	0	33	2,40	0	40
QUARTZ								
La Chapelle de la Tour 11	10 – 20	61	0,36	0	20	1,40	51	3
	20 – 30	26	0,40	0	0	1,70	15	8
	> 30	13	0,51	0	43	1,70	14	14
La Chapelle de la Tour 31	10 – 20	49	0,44	0	40	1,60	31	3
	20 – 30	33	0,38	0	26	1,90	9	22
	> 30	18	0,39	0	23	1,90	0	8

Tabl. 35 – Indices d'éroussé et d'aplatissement des galets à La-Chapelle-de-la-Tour.

Il est donc possible de conclure au façonnement de l'ensemble des galets de tout le delta par un même agent de transport.

La fraction sableuse entourant les galets de ces formations grossières est granulométriquement et minéralogiquement identique au matériel des lentilles sableuses disséminées dans les affleurements (fig. 62 et 64 et ann. p. A17 et A48).

Notons enfin que certaines lentilles marneuses contiennent quelques grains de glauconie assez frais.

4 – CONCLUSION

Les conglomérats du delta de Voreppe montrent, de l'amont à l'aval, une augmentation de la teneur en ciment. Celui-ci est d'abord un calcaire sableux. Il devient ensuite un véritable sable.

Les galets calcaires, prédominants à l'amont, ont tendance à diminuer vers l'aval, tandis que la proportion des galets de quartz varie en sens inverse.

Partout, les galets sont normalement aplatis et très éroussés. Le façonnement deltaïque est donc probable. Mais il est vrai que "les références manquent concernant ces influences" (J. Bocquet, 1966).

L'ensemble détritique sableux du delta, soit en lentilles, soit en ciment, est très semblable à celui de tout le reste du Bas-Dauphiné. Une fois encore, nous retrouvons des sables très bien triés et d'asymétrie faible (tabl. 36), toujours quartzueux, calcaires, feldspathiques, micacés et à minéraux lourds "alpins" (tabl. 37).

	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité
Valeurs extrêmes	0,15 – 0,37	1,17 – 1,54	0,62 – 1,21	0,18 – 0,33
Valeur médiane	0,26	1,29	0,94	0,26

Tabl. 36 – Indices granulométriques des sables du delta de Voreppe.

	Epidote	Grenat	Amphiboles	Minéraux résistants	Minéraux de métamorphisme
Teneurs extrêmes	39 - 83	12,5 - 41	0 - 26,5	0,5 - 32	0 - 6
Teneur médiane	59,5	24,5	2,5	2,5	0,5

Tabl. 37 - Composition minéralogique globale des sables du delta de Voreppe.

3 - CONCLUSIONS

L'histoire géologique du Bas-Dauphiné est liée, pendant tout le Miocène, à l'évolution d'un important fleuve alpin qui apporte à la mer une masse énorme d'alluvions terrigènes.

Les Alpes forment un réservoir considérable de matériel frais, souvent grossier. Ce matériel est transporté par les rivières jusqu'à un vaste tronç fluvial commun, véritable "Isère miocène" (M. Gignoux et L. Moret, 1952 ; G. Demarcq, 1962 ; J. Debelmas, 1963).

Dans le bassin, la sédimentation se fait sous une très faible épaisseur d'eau et c'est par subsidence seule que peuvent s'accumuler des séries détritiques importantes. Cette subsidence commence à l'E de notre région et gagne ensuite progressivement, au cours de l'Helvétien, la partie ouest, jusqu'au Massif Central.

Au Burdigalien, le bassin de sédimentation est extrêmement étroit. Il forme un sillon sur l'emplacement des chaînes subalpines actuelles. Puis, à partir de l'Helvétien, la mer s'étale vers l'Ouest.

Une des caractéristiques fondamentales du bassin bas-dauphinois, commune d'ailleurs à l'ensemble des bassins molassiques alpins, est son alimentation détritique unilatérale. Les apports détritiques viennent tous de l'Est et se répartissent toujours sur la totalité du bassin. Des apports d'origine différente sont toujours locaux, restreints et mélangés à l'apport oriental. Ainsi, au Burdigalien, le synclinal du Vercors est alimenté par l'Est et par l'île de Vercors. De même, au Vindobonien, le long de la côte occidentale du bassin, les sables granitiques de Clérieux, de Saint-Barthélémy-de-Vals et du Lyonnais, sont des mélanges d'une partie grossière centralienne associée à une partie sableuse venant de l'Est.

Le Bas-Dauphiné représente donc l'aire de dispersion de l'ensemble du détritique apporté par l'"Isère miocène". La situation du centre de dispersion est le point où le fleuve arrive dans le bassin. Ce point s'est probablement déplacé au cours du Miocène le long de la bordure alpine, tout en gardant une direction générale stable. Les éléments grossiers - galets et graviers - sont déposés sur place ou presque sur place tandis que les sables, limons et argiles sont répartis par les courants.

1 - GRANULOMETRIE

Au cours du Miocène, "l'Isère" va progressivement édifier un delta. L'aire deltaïque est restreinte au Burdigalien. Elle s'étendra progressivement vers l'Ouest.

La direction générale d'arrivée des éléments grossiers est SE-NW. L'étude granulométrique des galets montre "la marque d'un unique agent, ici un fleuve, dont la compétence peut se rap-

procher de celle du Rhône supérieur ou moyen, ou encore d'une Durance en période de crues moyennes" (J. Bocquet, 1966).

1 – A l'Helvétien, au delà du delta, dans le Bas-Dauphiné, l'apport sédimentaire sableux compense à peu près la subsidence.

Les courants marins étalent et distribuent les sables dans toutes les directions. La figure 65 précise cette répartition. Elle est effectuée à partir des médianes des sables les plus grossiers de chacune des coupes étudiées.

Les particules les plus grossières gagnent l'W du Plateau de Chambaran. Ce sont les sables de Saint-Donat dont la médiane générale est de 0,32 mm. Il y a diminution de cette médiane de l'Est vers l'Ouest : de 0,36–0,35 mm au S des vallées moyennes de l'Herbasse et de la Galaure, elle passe à 0,27–0,29 mm en bordure du Massif Central. La médiane du sable le plus grossier étudié, atteint 0,69 mm.

Les sables les plus fins s'étalent sur la région lyonnaise. Ce sont les sables de Saint-Fons, dont la médiane générale est de 0,21 mm. Ici, il n'existe pas de sable grossier, la médiane la plus forte des échantillons étudiés ne dépassant pas 0,36 mm.

Au N du delta, dans la région de Pont-de-Beauvoisin, le matériel sableux est relativement grossier (médiane générale 0,30 mm).

Au S, dans la région de Saint-Antoine, la médiane générale des sables est de 0,29 mm. Ils sont donc eux aussi relativement grossiers. Mais le delta en construction joue le rôle d'un épi en travers des courants marins et provoque des remous. Le régime est donc, dans ce secteur, beaucoup plus turbulent que dans le reste du Bas-Dauphiné. Il y a un important brassage du matériel. C'est le seul point en Bas-Dauphiné, où le grain est très souvent émoussé-luisant.

2 – Dès la partie supérieure de l'Helvétien et au début du Tortonien, il y a augmentation des apports grossiers. Cette augmentation est sans doute liée à des saccades dans le soulèvement alpin (J. Debelmas, 1963) et peut-être aussi à des changements climatiques.

Le delta conglomératique envahit franchement le Bas-Dauphiné en progressant d'Est en Ouest. En même temps la subsidence commence à diminuer.

La partie amont du delta forme un vaste cône de déjection très surbaissé, où le cours principal doit divaguer sur une aire de plus en plus large et se divise en plusieurs troncs fluviaux. Ceux-ci remblaient un lit puis le délaissent, "déplaçant ainsi continuellement leurs cours sur leurs propres dépôts" (A. Bersier, 1958). Ainsi alternent et s'entrecroisent des dépôts à galets, des sables et plus rarement des limons. En quelques points même, des lignites peuvent se former.

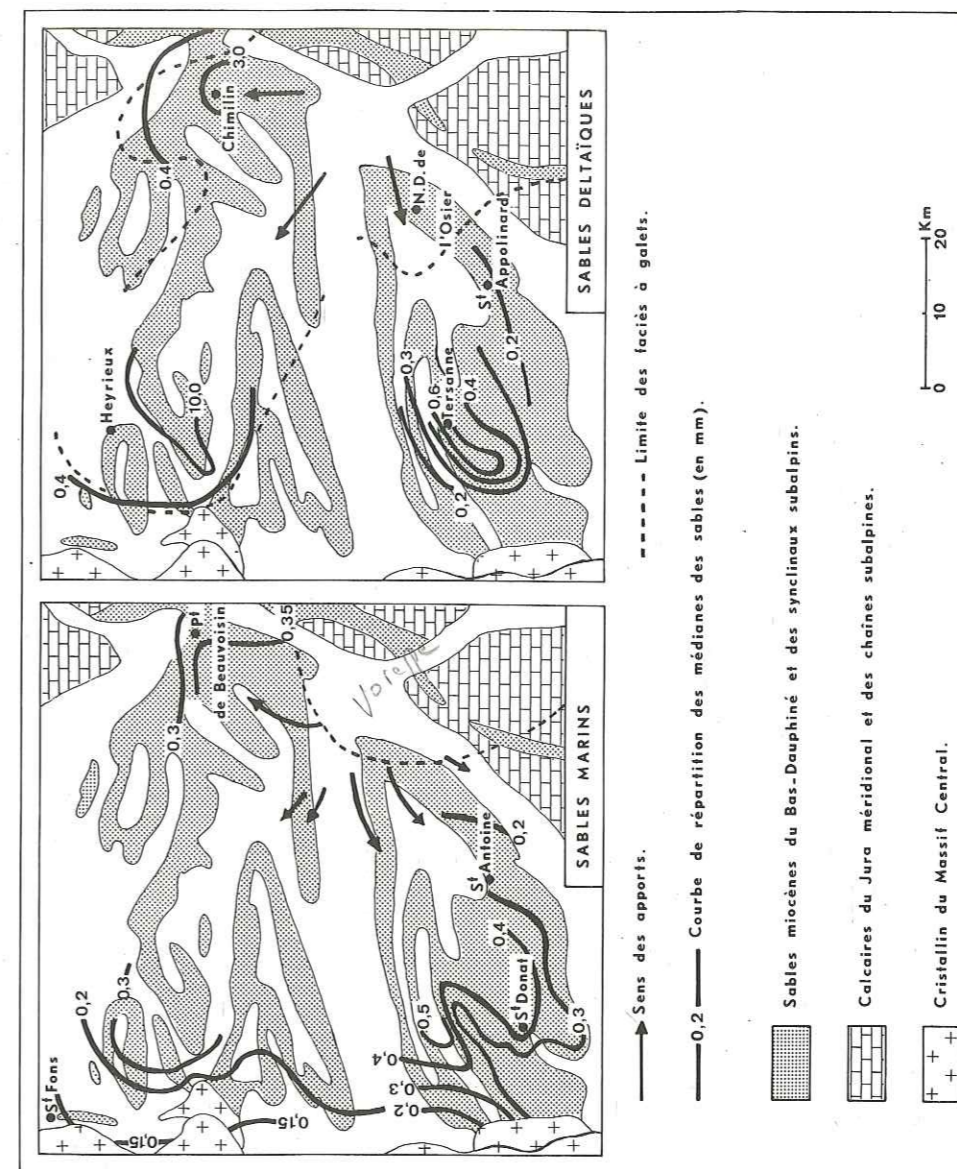


Fig. 65 — Courbes de répartition des médianes des sables marins et deltaïques du Bas-Dauphiné.

Il y a alors trois directions principales d'apports (fig. 65). La première et la plus ancienne, au Sud, rejoint l'E du Plateau de Chambaran. Ce sont les conglomérats de Notre-Dame-de-l'Osier et les quelques apports graveleux des sables de Montchenu et de Tersanne.

La deuxième atteint la région lyonnaise avec les formations à galets des sables d'Heyrieux.

Enfin, la troisième se dirige vers le Nord, en direction de l'île Crémieu. Ce sont les formations à galets des sables de Chimilin.

La partie distale du delta forme une zone littorale à pente plus faible encore qu'à l'amont. La dispersion par la mer des sédiments apportés est beaucoup moins bien réalisée qu'au début du Vindobonien.

Dans la région de Pont-de-Beauvoisin, le delta fait obstacle aux courants marins qui ne peuvent évacuer ce matériel fin. Celui-ci est mélangé à l'apport sableux où il constitue en moyenne 25 % de l'échantillon total.

Au fur et à mesure qu'arrivent les alluvions fluviales, la partie émergée du delta augmente considérablement, tandis que la partie immergée se restreint. Il n'y a pas de limite franche entre zones immergées (faciès des sables de Saint-Donat, de Saint-Fons et de Pont-de-Beauvoisin), zones lagunaires (faciès des sables d'Heyrieux et de Chimilin) et même zones aériennes. En de très nombreux points, des espèces saumâtres et continentales coexistent avec des espèces marines (Tersanne, Moidieu-Détourbe, Chimilin), ou les remplacent (Saint-Just-Chaleyssin, Oytier-Saint-Oblas, etc...).

La stratification entrecroisée, souvent confuse, de ces dépôts, traduit le régime turbulent des divers bras fluviaux relayés ou non, par les derniers courants marins.

Dans les nappes d'eau tranquille, en dehors des zones de courants, la décantation des éléments fins peut se produire. De même, dans les zones lagunaires calmes, les Nasses vivent et prolifèrent. Une nouvelle arrivée grossière, à galets, déblaye la surface de ces zones de calme et entraîne avec elle, pour les déposer un peu plus loin, des fragments marneux et aussi de nombreuses coquilles de Nasses. Ainsi, c'est dans les dépôts les plus grossiers que sont concentrés les galets marneux (contenant quelquefois des gastéropodes continentaux) et aussi les coquilles entières ou brisées de *Nassa michaudi*.

Au S du delta, dans la région de Saint-Antoine, les arrivées grossières sont peu nombreuses. Mais, là encore (sables de Saint-Appolinard), la stratification confuse, les passées fines en poches, les lits ou passées de galets marneux à coquilles fluvio-lacustres, attestent des variations rapides dans la turbulence des divers courants.

Enfin, il faut signaler que l'apport détritique est toujours considérable. Les périodes de calme sont extrêmement transitoires. Il est donc rarement possible d'observer, sur une même verticale, une granodécroissance dans le diamètre des grains détritiques. Si l'on excepte les formations à galets, la médiane des sables est sensiblement la même partout, sauf au S du delta, où les sables sont plus fins.

A l'ensemble de ces sables intercalés entre les sables franchement marins et les sables franchement continentaux, je donne le nom de "sables deltaïques".

3 — Ainsi, progressivement, le régime continental du **Tortonien supérieur** va s'installer. Le Bas-Dauphiné se présente alors comme une vaste plaine légèrement inclinée vers le Nord-Ouest et l'Ouest.

Les rivières qui coulent sur cette plaine, vont divaguer vers les points bas en apportant toujours d'importantes masses détritiques grossières. Une nappe de galets s'étale largement en direction de l'île Crémieu, où les dépôts au-dessus des sables de Chimilin, sont essentiellement conglomératiques (Vélanne, La-Chapelle-de-la-Tour).

Le façonnement des galets, du même type que précédemment, indique toujours un régime à courants rapides.

En direction de la région lyonnaise, les dépôts sont sableux avec quelques passées à galets. Aux environs de Bourgoin, entre les sables à *Nassa michaudi* et les conglomérats terminaux, il existe "une grande masse de sables gréseux (120 m), pratiquement dépourvue de galets" (G. Demarcq, 1962). De même, près de Lyon, le continental est sableux. La médiane générale des sables de tout ce secteur Nord reste toujours très stable (0,26 à 0,25 mm) avec des variations très peu étendues. Donc la compétence des rivières ne varie guère.

Vers le Sud-Ouest, dans le Plateau de Chambaran, après l'épisode grossier de Notre-Dame-de-l'Osier, le continental est sableux et légèrement plus fin que dans la région lyonnaise (médiane générale : 0,22 mm).

Donc, dans l'ensemble, les sables continentaux sont plus fins et plus homogènes que les sables marins (fig. 66).

Dans les zones calmes des rivières, les particules fines peuvent se décanter. Si une nouvelle arrivée fluviale se manifeste, le courant remanie ces jeunes marnes en galets qui seront déposés ensuite presque sur place.

Sur les surfaces momentanément abandonnées par les rivières, un certain ruissellement peut s'installer, provoquant le remaniement des sables sous-jacents.

Enfin, des marécages où se forment des lignites (La-Tour-du-Pin, Saint-André-le-Gaz, Pommiers, Col de Toutes Aures) et des lacs (Roybon) occupent les zones basses et calmes.

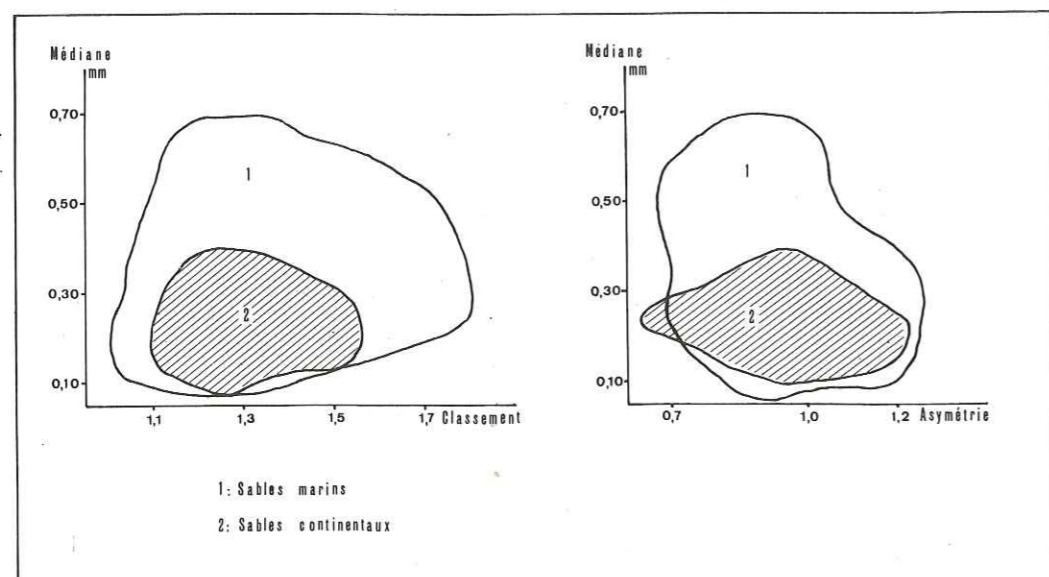


Fig. 66 - Diagrammes Médiane-Classement et Médiane-Asymétrie des sables miocènes du Bas-Dauphiné.

Une nouvelle saccade dans le soulèvement alpin provoque une augmentation de l'apport détritique grossier. L'ancien delta "fait place à un véritable piedmont alpin intéressant une grande partie de la région rhodanienne" (J. Debelmas, 1963). C'est l'apparition des conglomérats terminaux. Ces conglomérats couronnent l'ensemble du Bas-Dauphiné. Ils surmontent soit des conglomérats (Velanne), soit des sables continentaux (W du Bas-Dauphiné).

Dans cet ensemble uniquement détritique du Bas-Dauphiné, il y a homogénéisation des sables du régime marin au régime continental, avec une zone de transition, deltaïque, beaucoup plus diversifiée.

2 - PETROGRAPHIE

a - Minéraux légers

Le massif alpin, fournisseur du matériel détritique, est au Miocène, une jeune chaîne

encore en voie de surrection. Elle est soumise à une intense désagrégation physique. Par contre, l'altération chimique doit être presque nulle (couvert végétal très réduit ou absent).

Le transport jusqu'au bassin de réception est relativement court. La fragmentation et l'usure n'ont guère le temps d'intervenir.

Enfin, l'apport est très abondant. L'enfouissement rapide des matériaux déposés les protège d'éventuelles altérations superficielles (en particulier dans les sédiments continentaux).

Ainsi, les sables molassiques sont frais et peu évolués. Ils voient coexister des minéraux fragiles et des minéraux résistants, et aussi des minéraux instables et stables devant l'altération chimique. Ils sont toujours quartzeux, calcaires, feldspathiques et micacés.

A côté de cette phase solide apportée par les fleuves alpins au bassin bas-dauphinois, les apports solubles ont dû être restreints. Les seules traces de ces apports sont les rares organismes, le ciment calcitique blanchâtre qui réunit entre eux plusieurs grains détritiques et surtout le ciment calcaire des "molasses". Ces molasses forment des dalles de quelques dizaines de centimètres d'épaisseur, des miches, des cylindres étroits (cigares ou fausses bélemnites) disséminés au milieu des sables.

Dans ces consolidations, le ciment est fait de calcite macro ou plus rarement microgranulaire, presque sans trace d'argile. Les grains détritiques sont complètement isolés les uns des autres au sein de ce ciment. Ce grès n'est donc pas obtenu par l'adjonction d'un ciment postérieur au dépôt, mais formé au moment même du dépôt.

Ceci est un caractère propre à un grand nombre de molasses miocènes de la Vallée du Rhône (A. Cayeux, 1929) et aux molasses suisses. Là, dit A. Bersier, "malgré l'abondance du carbonate de chaux, de véritables calcaires n'ont pu prendre naissance, car l'apport des matières clastiques s'est poursuivi sans relâche" (1938, p. 110).

Il y a, dans les molasses, association d'une sédimentation détritique et d'une sédimentation carbonatée.

Dans le Bas-Dauphiné, le premier type de sédimentation l'emporte largement sur le second. La sédimentation carbonatée n'est en effet que sporadique.

Le ciment s'ajoute tout simplement au sable, car les dalles de molasse ont exactement les mêmes caractéristiques que les sables qui les entourent :

- leur fraction détritique possède la même distribution granulométrique.
- leurs éléments détritiques sont les mêmes, en particulier les grains de calcaire

détritique. Ce n'est donc pas la dissolution de ces grains puis leur recristallisation qui a donné naissance au ciment.

La formation du ciment doit donc être envisagée de la même façon que celle de tout autre dépôt calcaire. Il doit vraisemblablement s'agir d'un calcaire organique formé à partir des tests de divers organismes. Après leur mort, il y a décomposition de la matière organique des tests (sous l'influence d'une eau riche en oxygène, par exemple). Le calcaire ainsi libéré évolue vers de la calcite pure. Ou bien encore, par activité bactérienne, l'alcalinité du milieu augmente et provoque une sursaturation des carbonates qui précipitent.

De toute façon, aucun mode de formation n'explique le caractère temporaire et local des "molasses" du Bas-Dauphiné.

Il semble possible de rapprocher ces "molasses" du Bas-Dauphiné des grès de plage (beach-rock) qui se forment, dans les mers chaudes, sur les plages ou sous quelques mètres d'eau. Ces conditions sont réalisées en Bas-Dauphiné. Le bassin reste toujours franchement littoral. La microfaune l'atteste. Et il règne sur la Vallée du Rhône, de l'Aquitainien à l'Helvétien compris, un climat de type "subtropical, voire même tropical" (R. Hoffstetter, 1958). Dans la seconde partie du Miocène, le climat devient moins chaud et plus sec. Il paraît néanmoins encore convenir à la formation des grès de plage puisqu'"au Maroc et en Méditerranée orientale, ces consolidations littorales ressemblent étroitement au beach-rock tropical" (A. Guilcher, 1961, p. 118).

Ces grès de plage présentent toujours une forme discontinue, avec souvent plusieurs bancs distincts, chacun ayant une épaisseur de 10 à 60 cm environ. Leur ciment peut être plus ou moins développé.

Leur mode de formation est encore très controversé. Pour certains auteurs, le ciment calcaire est obtenu de façon purement physico-chimique par évaporation de l'eau de mer (P. Kuenen, 1950). Pour d'autres, il s'agit d'un calcaire organique. Ainsi W. Nesteroff (1954) a mis en évidence, en Mer Rouge, dans le ciment calcaire des grès de plage nouvellement constitués, "une trame organique bourrée de bactéries". Lors de l'évolution de la roche, la "cristallisation détruit la trame organique et donne au calcaire des caractères de dépôt physico-chimique".

Sur les plages, "les dalles sont fréquemment déchaussées et, de ce fait, se brisent, ce qui conduit à des blocs ou à des galets libres" (A. Guilcher, 1961). C'est ainsi, je pense, que se forment les miches, les cigares et les boules car leur structure est exactement la même que celle des dalles. Des fragments de ces dernières seraient, sur les plages, roulés et façonnés comme des galets.

b — Minéraux lourds.

Les minéraux lourds les plus fréquents dans les sables molassiques bas-dauphinois sont les minéraux appelés "alpains" par A. Vatan : épidote, grenat et amphiboles diverses.

Il n'est pourtant pas exclu que les minéraux résistants d'une part et les silicates de métamorphisme d'autre part, ne viennent pas aussi des Alpes. Les minéraux résistants existent un peu partout dans la série miocène, toujours en très petit nombre. Les silicates de métamorphisme se raréfient dans le continental. Les deux ensembles ne sont guère plus abondants sur la bordure du Massif Central que dans le reste du bassin, sauf dans quelques rares niveaux granitiques. Ces minéraux ne sont jamais caractéristiques et ils ne peuvent être utilisés, au Miocène, comme marqueurs de la province alpine.

La recherche d'associations caractéristiques dans le Bas-Dauphiné, au cours du Vindobonien, doit, donc, être tentée à partir des trois "minéraux alpins" :

Partant de la moyenne des teneurs de chacun des minéraux, les variations dans l'ensemble du Bas-Dauphiné sont assez marquées (fig. 67, diagrammes généraux).

— à la base, les sables marins sont riches en épidote (58,5 %) et pauvres en amphiboles (6 %). La teneur en grenat est voisine de 30 %.

— les sables deltaïques sont marqués par une très nette augmentation des amphiboles (23 %). La teneur en grenat reste du même type que pour les sables précédents. Par contre, l'épidote diminue considérablement (38,5 %).

— enfin, les sables continentaux voient l'épidote redevenir largement prépondérante (60 %). Le grenat diminue légèrement (22 %), de même que les amphiboles dont la teneur est inférieure à 10 %.

En fait, dans le détail, les variations sont très importantes d'E en W du bassin. Elles sont plus faibles du S au N (fig. 67). Ces variations sont étroitement liées :

- a — au comportement différent des trois minéraux au sein de l'association lourde.
- b — à la granulométrie des sables, donc à la compétence de l'agent de transport.
- c — au remaniement possible des sables marins sous-jacents, en particulier dans le continental.

Le comportement des minéraux lourds dépend étroitement de la forme des grains de chaque espèce minéralogique et surtout, je l'ai bien souvent signalé, de leur différence de densité.

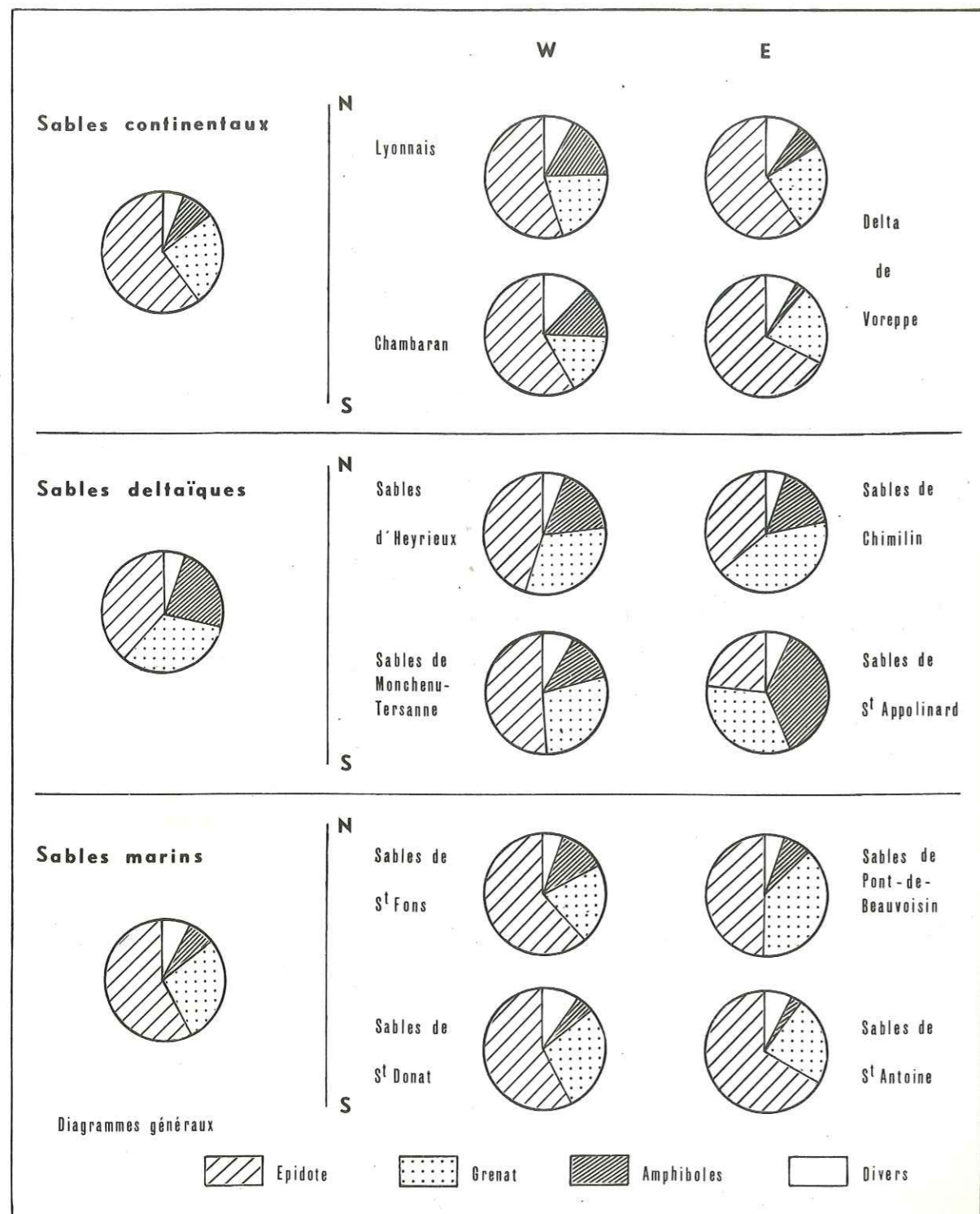


Fig. 67 - Associations minéralogiques des sables miocènes du Bas-Dauphiné.

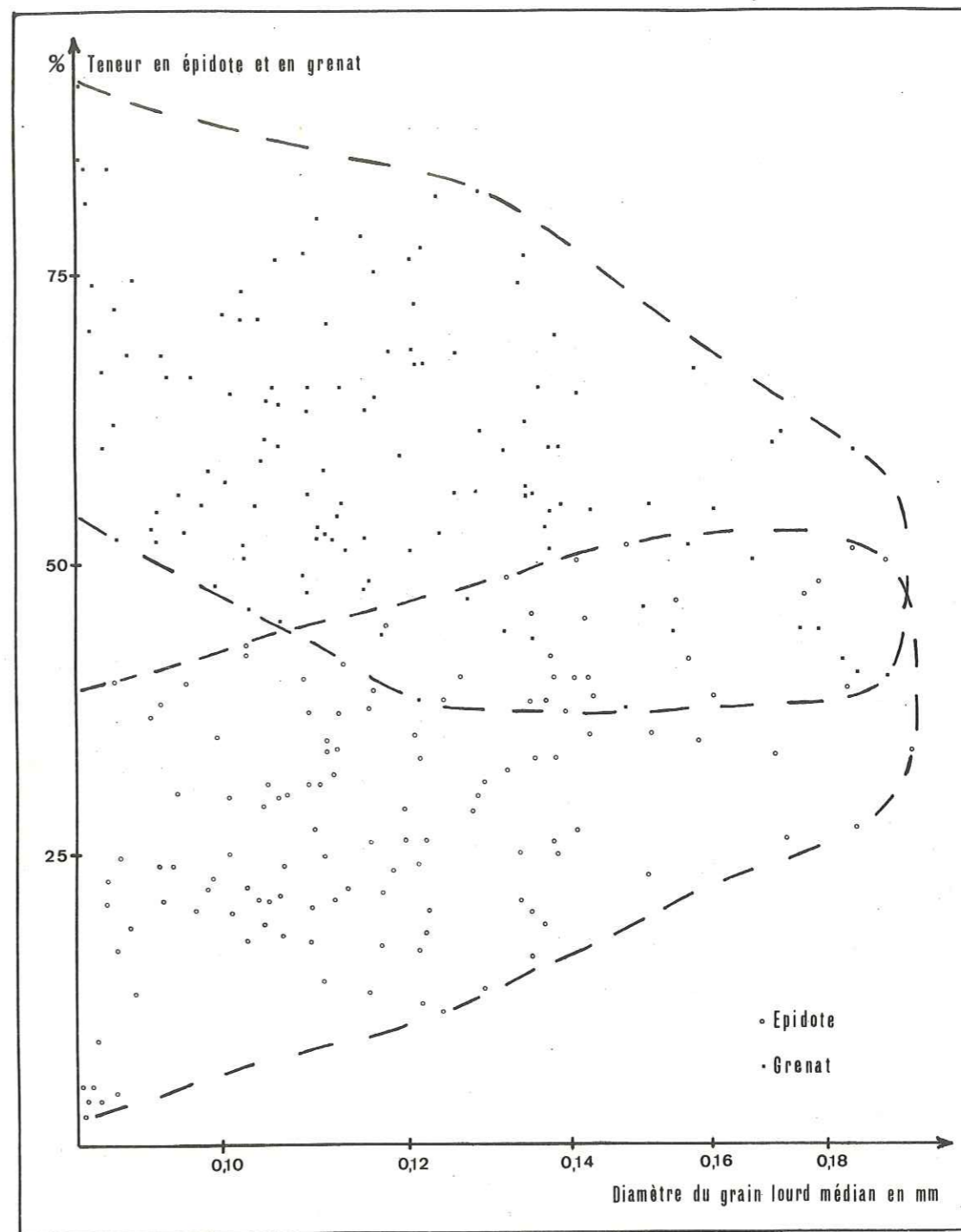


Fig. 68 - Répartition de l'épidote et du grenat en fonction du diamètre du grain lourd médian dans les sables miocènes marins du Bas-Dauphiné.

Ce sont les amphiboles les moins denses ($d : 3,1$), puis vient l'épidote ($d : 3,3$) et enfin le grenat ($d : 4$ environ).

Dans l'association coexistent donc deux minéraux lourds "légers" (C. Pomerol, 1965), ce sont l'épidote et les amphiboles et un minéral lourd "lourd" : le grenat.

L'épidote se présente le plus souvent en grains sans forme définie, plus rarement en prismes courts. Le grenat est toujours arrondi, avec des formes propres aux angles à peine émoussés.

Ces deux minéraux ont donc des grains de même forme que l'ensemble du matériel détritique léger en particulier le quartz.

Les variations dans leurs teneurs suivent ainsi les variations de la granulométrie des minéraux légers. Plus le grain est fin, plus l'association est riche en épidote (fig. 68).

Les figures 69 à 71 donnent la répartition de ces minéraux dans l'ensemble du Bas-Dauphiné. Elles soulignent l'augmentation de l'épidote du centre à la périphérie du bassin et la diminution du grenat.

Ainsi dans le Plateau de Chambaran, les sables de Saint-Antoine plus fins (médiane générale 0,29 mm) que ceux de Saint-Donat (médiane 0,32 mm), sont les plus riches en épidote.

De même, et plus nettement encore, dans le Bas-Dauphiné septentrional, les sables de Saint-Fons (médiane 0,21 mm) ont une teneur en épidote supérieure à celle des sables de Pont-de-Beauvoisin (médiane 0,30 mm).

Au sein des sables deltaïques, les variations quantitatives dues à la densité des minéraux et à la granulométrie, sont tout aussi nettes. Ainsi, dans les sables de la coupe de Saint-Just-Chaleyssin, par exemple, le sable fin Saint-Just 12, de médiane 0,10 mm possède 62 % d'épidote et 15 % de grenat ; dans le sable grossier Saint-Just 14, la teneur en grenat (56 %) est bien supérieure à celle de l'épidote (31,5 %).

Ces variations sont atténuées dans les sables continentaux car la granulométrie de l'ensemble est beaucoup plus homogène.

Les amphiboles qui sont, comme l'épidote, des minéraux lourds "légers" se présentent toujours en prismes allongés. Cette forme, qui exclut tout déplacement sur le fond, explique sans doute leur comportement différent de celui de l'épidote. Il y a, comme pour le grenat, une diminution du pourcentage des amphiboles du centre vers la périphérie du bassin (fig. 70 et 71).

Enfin dans les sables continentaux, les variations dans l'association minéralogique peu-

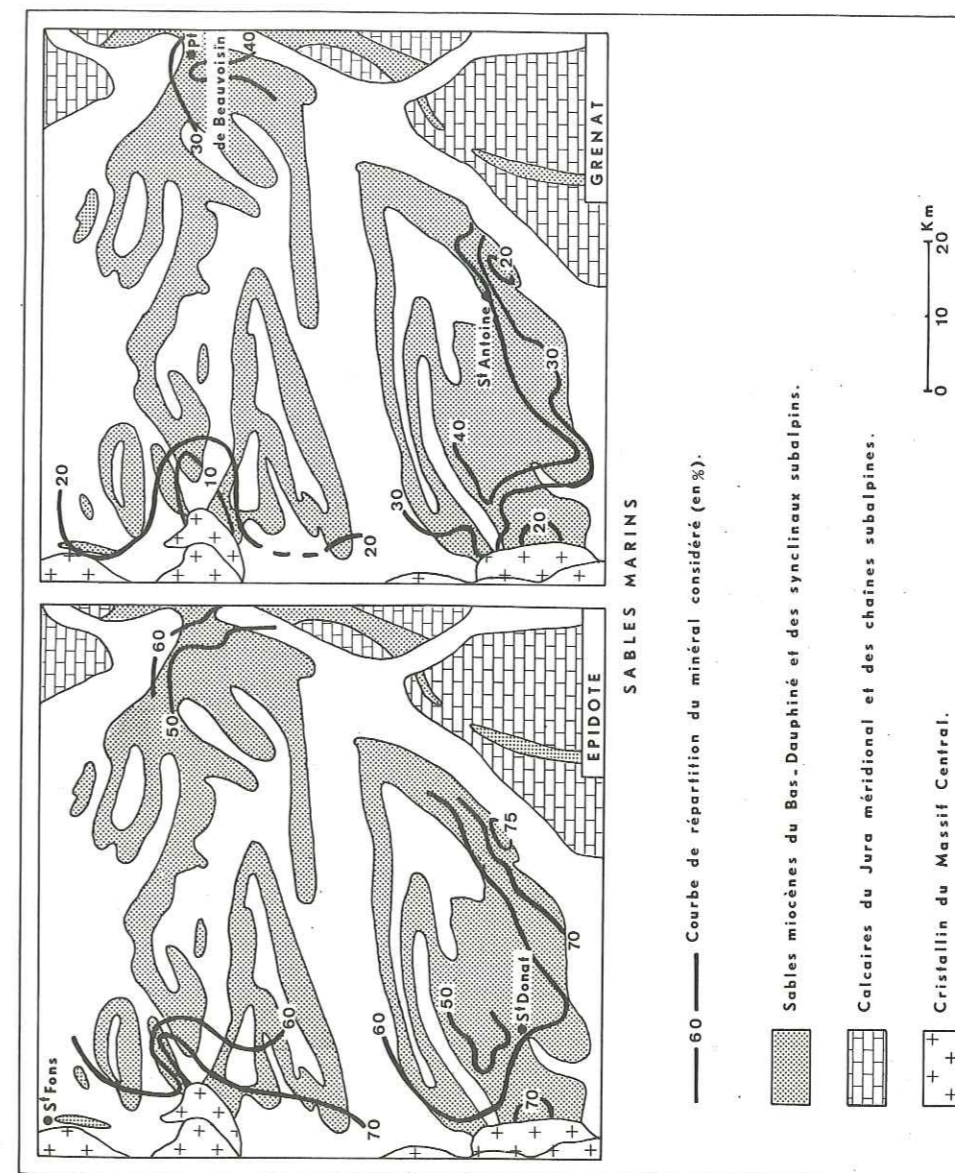


Fig. 69 - Courbes de répartition des minéraux alpins dans les sables marins du Bas-Dauphiné.

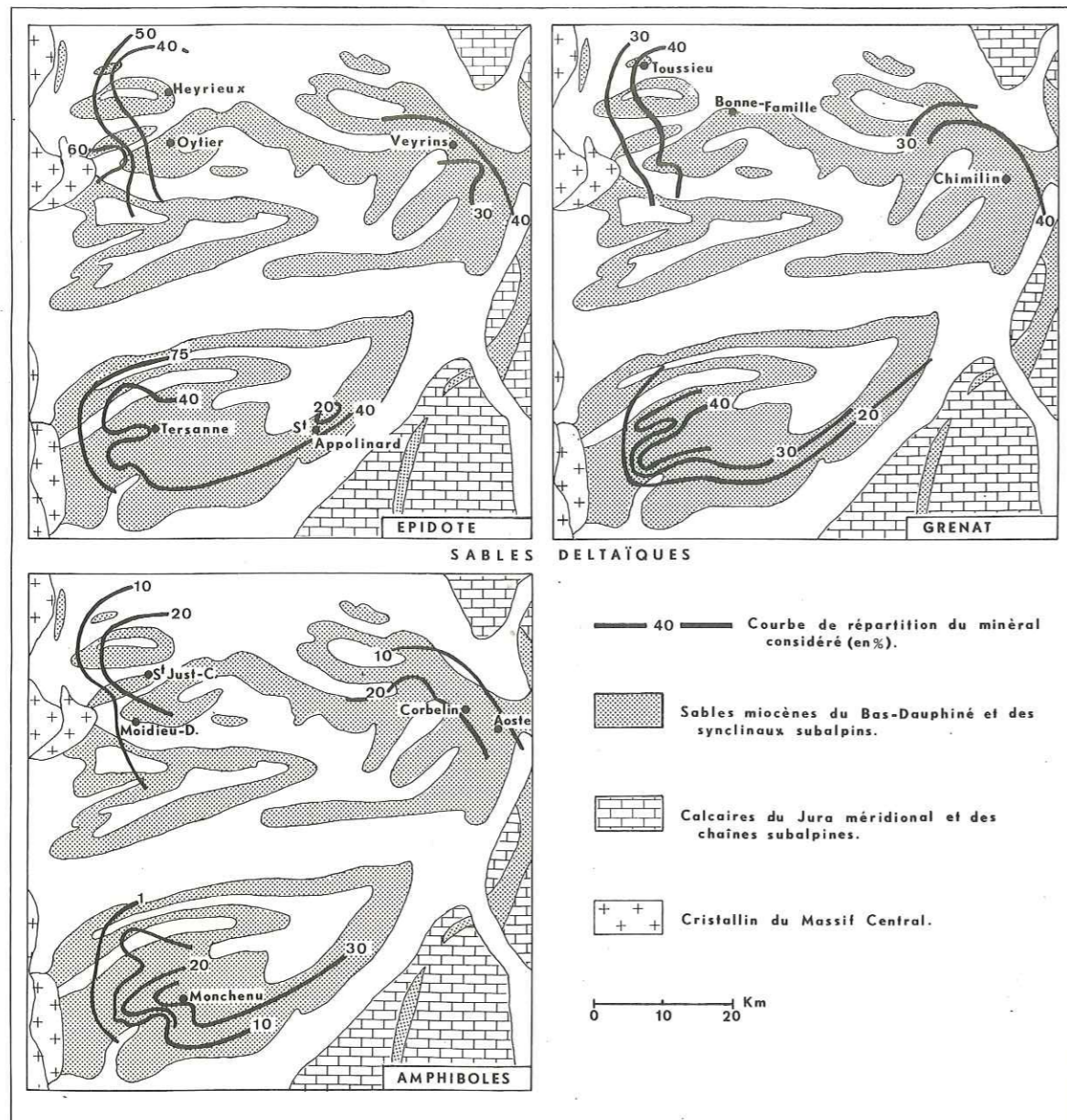


Fig. 70 – Courbes de répartition des minéraux alpins dans les sables deltaïques du Bas-Dauphiné.

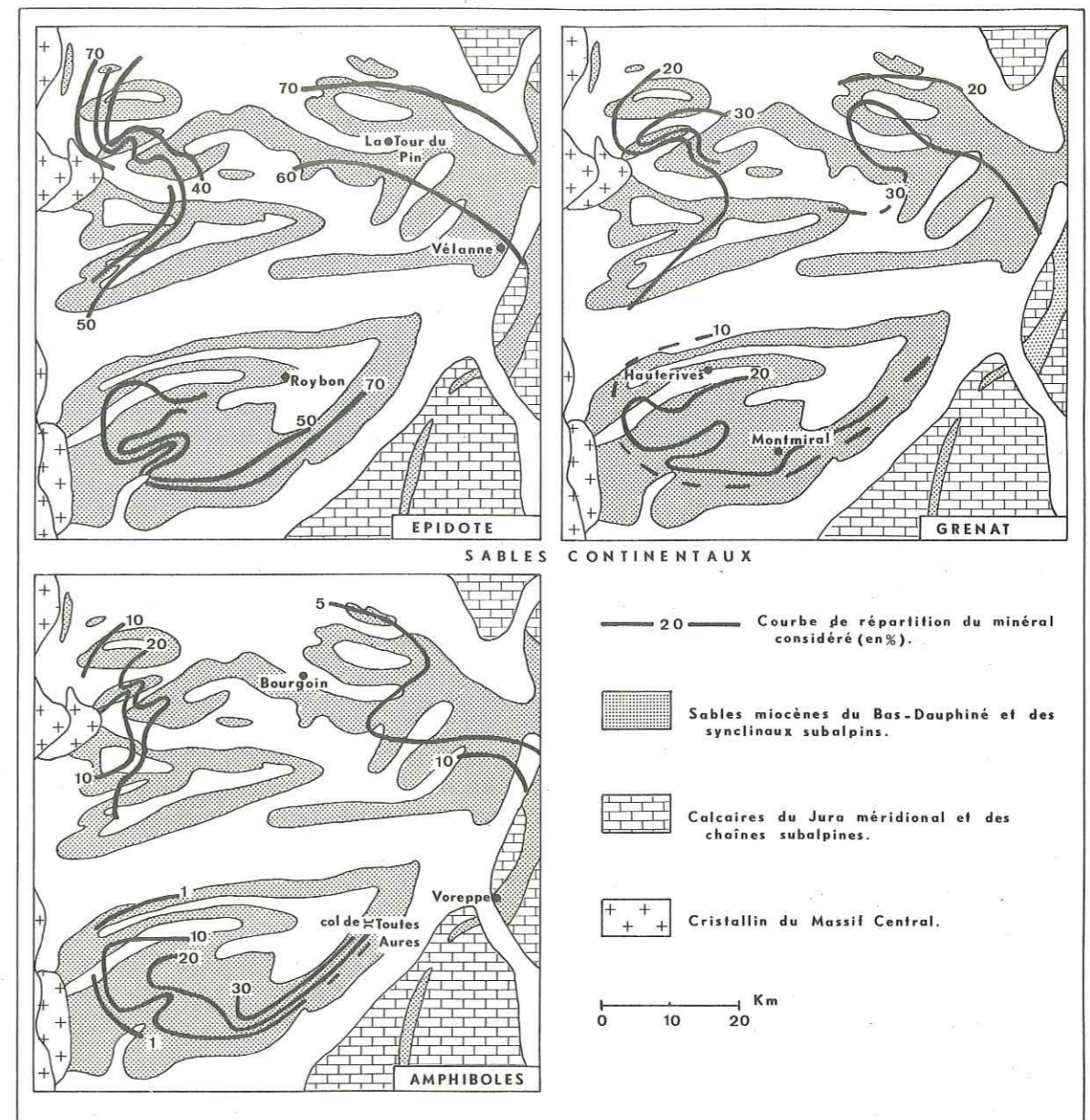


Fig. 71 – Courbes de répartition des minéraux alpins dans les sables continentaux du Bas-Dauphiné.

vent provenir du remaniement des sables marins sous-jacents. Au village de Montchenu, par exemple, dans les prélèvements Montchenu 22, 31 et 41, de situation très voisine et de même type granulométrique, les amphiboles passent de 23 % (Montchenu 22) à 1,5 %.

c — Minéraux argileux (d'après S. Arslan, 1968).

La fraction argileuse contenue dans les sables marins est toujours très peu importante. Elle augmente dans les passées les plus fines.

Quand les conditions deltaïques puis continentales sont réalisées, les galets marneux, les passées et les lits de marnes sont beaucoup moins rares.

Partout dans le Vindobonien du Plateau de Chambaran, deux groupes minéralogiques sont présents : les illites et les montmorillonites. Parmi ces dernières, les montmorillonites sodiques sont prépondérantes. Elles sont assez rarement accompagnées de montmorillonite calcique.

Les minéraux chloritiques ne sont pas représentés dans le Plateau de Chambaran, sauf dans les marnes lacustres de Roybon. Par contre, ils existent toujours, en faible proportion dans les marnes de l'Helvétien inférieur du Royans et du synclinal du Vercors.

La répartition des minéraux argileux dans tout le Plateau de Chambaran reste très monotone tant horizontalement que verticalement. Cependant, dans quelques cas, l'un ou l'autre des deux groupes minéralogiques est seul présent. Ainsi, dans les conglomérats de Notre-Dame-de-l'Osier, les minéraux illitiques sont seuls. Au-dessus, dans les sables du Cognet, ils sont remplacés par des montmorillonites. De même, dans les sables de Montchenu et de Tersanne, il semble possible de reconnaître une région à illite dominante (Saint-Martin-d'Août : Les Rigauds ; Tersanne : Les Ponçons ; Ratières) et une autre, autour de Montchenu, à dominante de montmorillonite.

Ces minéraux argileux sont allochtones et proviennent directement "des roches sédimentaires et métamorphiques préexistantes". Les formations ayant fourni ce matériel "vont des assises mésozoïques alpines les plus occidentales jusqu'aux schistes métamorphiques des régions internes".

B — LE VINDOBONIEN EN BORDURE DU BAS-DAUPHINE

Le Vindobonien forme la partie supérieure des dépôts miocènes dans les synclinaux du Vercors et de la Chartreuse.

Dans le Jura interne oriental, la mer, débordant le bassin suisse, atteint les principales dépressions mais ne dépasse pas la limite Saint-Claude-Pontarlier.

A l'W de cette future chaîne, la mer, provenant du N du Bas-Dauphiné forme un golfe sur les Dombes et la Bresse jusqu'aux environs de Lons-le-Saunier.

Ainsi, seule la partie occidentale du Jura est émergée. L'île Crémieu termine peut-être cette terre en presqu'île (G. Demarcq, 1962) ou en haut-fond. Cet ensemble sépare le domaine nord-oriental, savoyard, et le domaine bressan.

I — VERCORS

Dans les synclinaux du Vercors, le Vindobonien termine la série tertiaire. Seul, le Vindobonien du Royans est entièrement sableux. Dans les autres synclinaux, les sables sont cantonnés vers le Sud. Au Nord, c'est le domaine des conglomérats de Voreppe.

I — — ROYANS

L'Helvétien sableux occupe le centre du synclinal (fig. 7). Au Sud, vers Bouvante et Oriol-en-Royans, les sables jaunes surmontent directement les marnes grises (fig. 23).

Par contre, au Nord, non loin d'Oriol, entre marnes et sables est intercalé un niveau détritique grossier considéré comme "Helvétien moyen" (P. Giot, 1944 ; G. Demarcq, 1962).

Ce niveau détritique, de quelques mètres d'épaisseur seulement, est, stratigraphiquement et lithologiquement, comparable aux grès de Suze du bassin de Valréas et aux grès du Comtat du bassin d'Avignon.

Il forme de gros bancs stratifiés de grès grossier localement vacuolaire, à ciment calcaire abondant. Les débris d'huîtres, de *Chlamys*, de balanes et de bryozoaires ne sont pas rares.

Les graviers ne dépassent pas 4 à 5 mm. Ce sont surtout des quartz, souvent verdis par un enduit de glauconie finement divisée. La glauconie existe aussi en gros grains vert foncé.

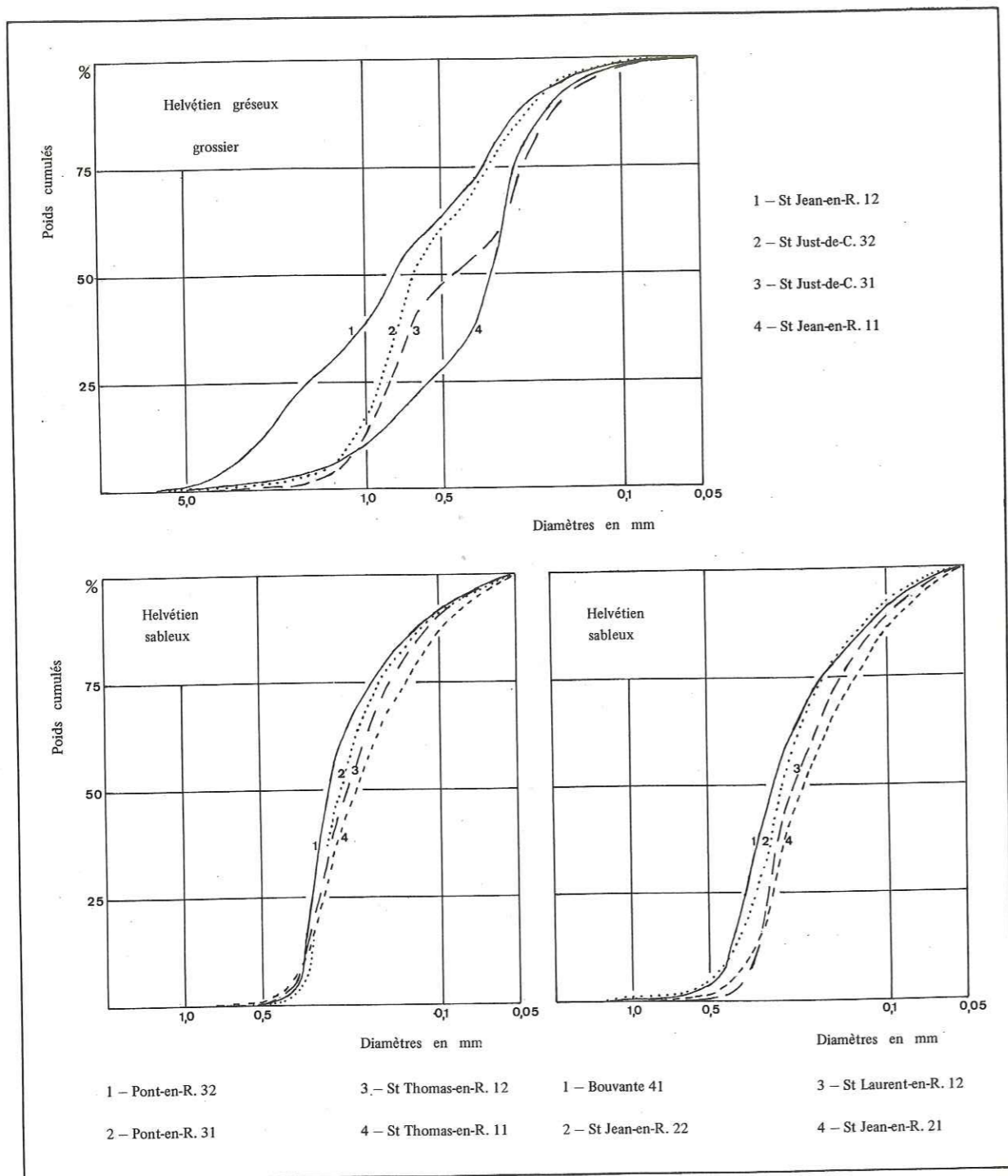


Fig. 72 - Granulométrie de l'Helvétien du Royans.

La fraction détritique est assez mal distribuée (fig. 72 et ann. p. A18). Le classement est supérieur à 1,50 et l'asymétrie est forte.

Les minéraux lourds (fig. 23 et ann. p. A51) sont du même type que ceux des marnes sous-jacentes. Epidote, grenat et amphiboles constituent 93 % de l'ensemble. Au Sud, à Saint-Jean, le grenat (55 %) domine sur l'épidote (32 %). Au Nord, à Pont-de-Manne, il y a 52 % d'épidote et 36 % de grenat. Les amphiboles (5 %) sont surtout des actinotes et des hornblendes vertes; le glaucophane est très rare.

Le reste de l'Helvétien se présente sous forme d'une masse monotone d'une centaine de mètres d'épaisseur (P. Giot, 1944) de sables jaunes très voisins de ceux du Bas-Dauphiné. Les durcissements en molasse sont fréquents. Dans la région de Pont-en-Royans, ils peuvent montrer des rides de courants presque symétriques.

La granulométrie de ces sables est très homogène (fig. 72 et ann. p. A18). Le sable est toujours fin : sa médiane ne dépasse jamais 0,30 mm et se situe en moyenne à 0,24 mm. Le classement est excellent (1,37 en moyenne) et l'asymétrie, inférieure à 1, indique un meilleur tri des éléments grossiers que des éléments fins.

Ce sont des sables quartzeux, calcaires, feldspathiques et micacés. La glauconie est très rare.

Là encore, les minéraux lourds "alpins" forment 95 % du stock lourd (ann. p. A51). L'épidote domine (54 %) sur le grenat (34 %), et les amphiboles sont rares (4,5 %).

2 - - SYNCLINAL DU VERCORS

Dans toute la partie nord du synclinal, du Col de Romeyère au Pont sur la Drévenne, l'Helvétien est conglomératique. Au Sud, jusqu'à la Balme-de-Rencurel, il est sableux.

La coupe du Pont sur la Drévenne, débutant avec le Burdigalien (Ch. III), se prolonge par les marnes grises de l'Helvétien inférieur qui, nous l'avons vu, se chargent de plus en plus de détritique sableux vers le haut de la série.

La coupe passe ensuite à une assise conglomératique de près de 100 m d'épaisseur. Le ciment est sableux et son induration reste faible. Il n'y a aucune stratification visible dans cette masse. Quelques bancs sableux, complètement dépourvus de galets, interrompent la monotonie de l'ensemble.

Le long de la Route des Ecouges, du Col de Romeyère au Pont sur la Drévenne, le ruisseau de la Drévenne coule sur les marnes helvétiques, au pied de cette énorme falaise conglomératique.

Ces conglomérats font partie du delta de Voreppe. Ils correspondent à la formation de La Placette-Romeyère (J. Bocquet, 1966).

Depuis La Balme-de-Rencurel, au N de la Bourne, jusqu'au voisinage du Col de Romeyère, les sables jaunes surmontent les marnes grises de l'Helvétien inférieur. Les affleurements sont rares, car le plus souvent cachés par des éboulis.

J'ai étudié quelques échantillons sableux de ces deux coupes.

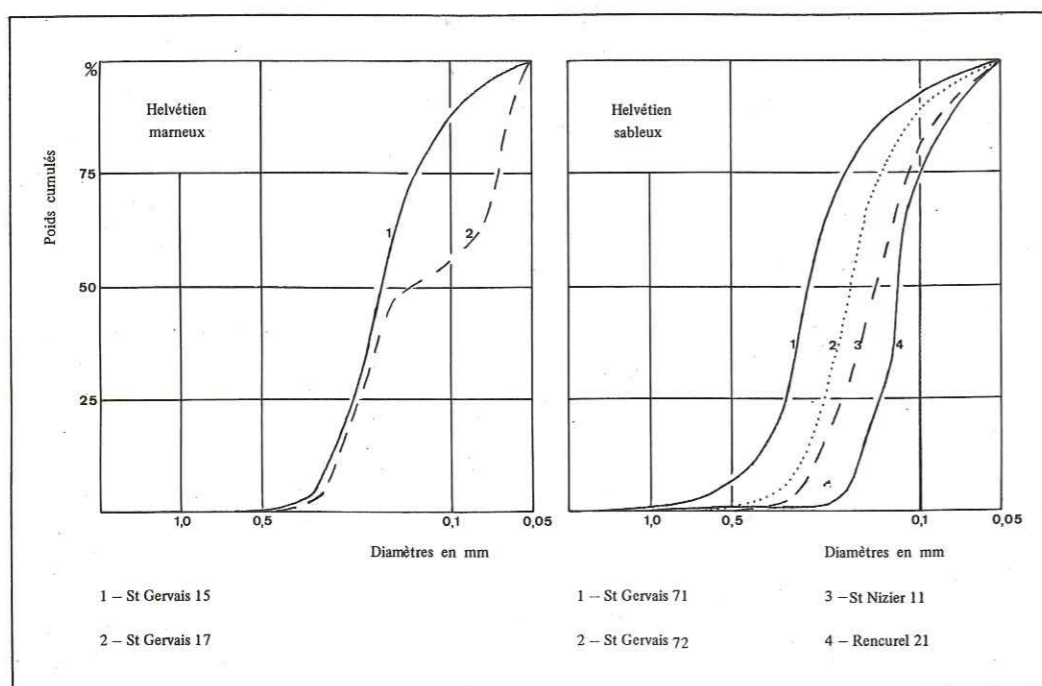


Fig. 73 - Granulométrie de l'Helvétien du Vercors.

Ce sont des sables jaunes, de même aspect que ceux du Royans et du Bas-Dauphiné. Ils sont fins (médiane générale 0,19 mm), bien classés (1,30) et d'asymétrie faible (fig. 73 et ann. p. A18). Leur association lourde (ann. p. A52) est riche en épidote (56 %) et en grenat (32 %). Les amphiboles sont assez rares (5 %).

3 - - SYNCLINAL DE LANS

Dans ce synclinal, je n'ai étudié qu'un seul échantillon sableux au sein des conglomérats de Voreppe (formation de la Vence). Ce sable (Saint-Nizier 11) est de même type que les précédents tant du point de vue granulométrique que minéralogique (fig. 73, ann. p. A18 et A52).

Ainsi le matériel détritique sableux du Vercors est plus fin que celui du Royans. Comme à l'Helvétien inférieur, le Royans est donc alimenté par le Nord et non directement par l'Est. Ses sables ont même provenance que les sables de la région de Saint-Antoine.

Les minéraux lourds de tout l'ensemble du Vercors sont très voisins de ceux des sables marins du reste du Bas-Dauphiné.

II - CHARTREUSE

- En Chartreuse méridionale, les synclinaux de Voreppe et de La Monta sont tous deux occupés, presque en totalité, par les conglomérats de Voreppe. Ils représentent l'axe même du delta, avec, à la base, la formation de la Vence (synclinal de La Monta), puis la formation de La Placette-Romeyère bien développée dans le synclinal de Voreppe (fig. 45).

Dans ce dernier synclinal, entre le Burdigalien de Miribel-les-Echelles et les conglomérats, s'intercale, sur plus de cinquante mètres, une série alternante sables-marnes, à pendage Est (St-Laurant-du-Pont 11 à 17).

Les sables, gris-jaune, très fins (médiane générale 0,12 mm), très bien distribués (fig. 74 et ann. p. A19), dominent dans cet ensemble. Ils sont très micacés : la muscovite est le mica le plus courant, la chlorite n'est pas rare et la biotite n'est jamais absente. Il existe aussi un peu de glauconie en très petits grains.

Les bancs marneux sont plus réduits que les bancs sableux. Ils sont constitués de marnes, gris-noir, compactes et litées. Celles-ci existent aussi localement en galets dans les sables. Elles sont à peine plus riches en calcaire que les sables (27 % pour les marnes et 21 % pour les sables), mais sont pauvres en détritiques sableux (moins de 20 %).

Au sommet de la série, des fragments de lignite soulignent le contact marnes-sables ou se trouvent dispersés dans les sables supérieurs.

L'ensemble ne contient absolument aucune faune. Cet important affleurement représente une zone calme à l'abri des arrivées conglomératiques.

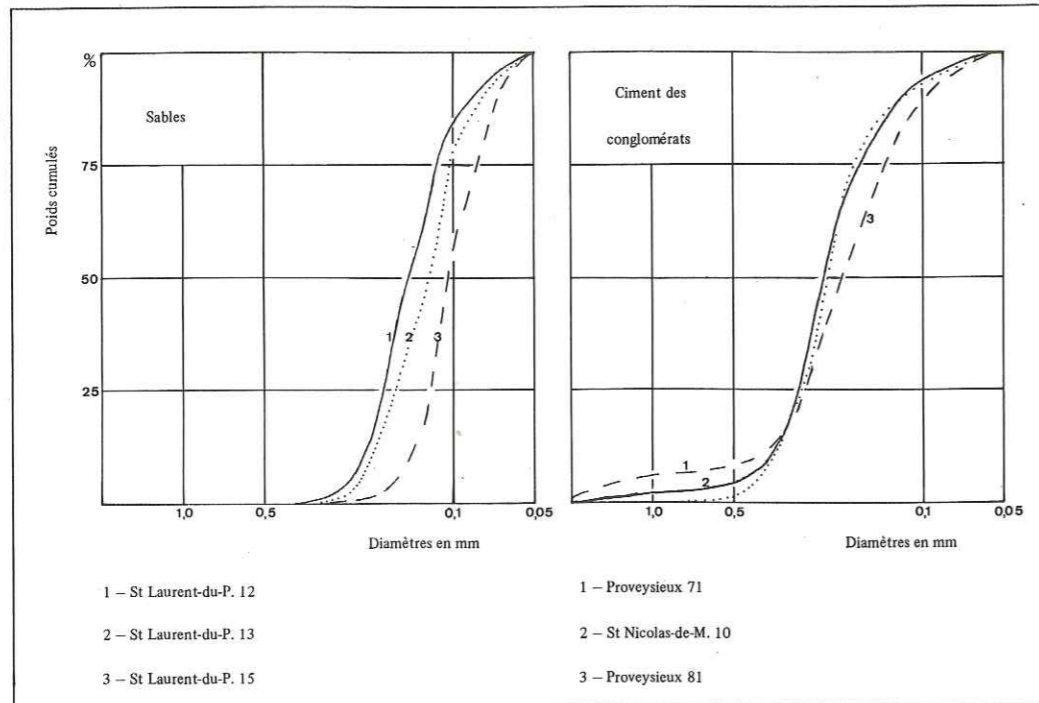


Fig. 74 - Granulométrie du Vindobonien de Chartreuse méridionale.

Le ciment des conglomérats est très fortement chargé en calcaire (50 %). Sa fraction détritique sableuse, bien triée reste assez fine (médiane 0,22 mm).

Les minéraux lourds de l'ensemble des sables, des marnes et du ciment des conglomérats sont très homogènes (ann. p. A53). L'épidote représente plus de 50 % du total lourd, puis vient le grenat (37,5 %) et enfin les amphiboles qui restent rares (4,5 %). Cette association est proche de celle des sables du Royans et du Vercors.

— au N de la Chartreuse, dans le bassin de Novalaise, à l'W de la chaîne de l'Épine, A. Vatan et ses collaborateurs (1957) donnent pour les sables vindoboniens (probablement marins) une répartition minéralogique se rapprochant de celles des sables de Pont-de-Beauvoisin. Il y a cependant un peu plus d'amphiboles (14 %). Epidote et grenat sont presque équivalents (40 et 35 %).

		Epidote	Grenat	Glaucofane	Autres Amphiboles	Minéraux résistants	Andalousite-Staurolite-Disthène	Divers	Nombre d'échantillons
SUISSE	Imihübel (Stratotype de l'Helvétien) (S. Duplaix et alii, 1965)	63	28	+	+	7	1	1	5
JURA	Région de Bâle et de Neuchâtel	28	39			24	7,5	1,5	5
	W du lac de Joux (S. Duplaix et alii, 1965)	73,5	17,5	0,5	2	3,5	1	2	4
BRESSE	Cousance conglomérat MD 121 sables	36 68,5	16 19			43 5	5 2		1 2
	Coligny	63,5	12,5		+	10	10	4	5
	Ratte (sondage) (S. Duplaix et alii, 1965)	40	9	+		39	11	1	1
ET	S de Bourg (sondage BR 1) 340 - 475 m	66,5	19	1	3	8	1,5	1	4
	475 - 500 m (G. Tchimichkian et alii, 1958)	32	40	+	1	1,5	21	4,5	1
DOMBES	S. d'Ambérieu-en-Bugey (sondage) 17 - 39 m	40,5	37,5	0,5	10,5	9	2	+	7
	40 - 60 m	19,5	16		7	42,5	14	1	3
	60 - 80 m	56	17	1	19	6	+	1	4
	80 - 139 m (G. Latreille et alii, 1966)	48	25,5	+	21			1	6

Tabl. 38 - Composition minéralogique des sables vindoboniens de la Bresse, du Jura et de la Suisse.

III — SUISSE ET JURA

En Suisse, le stratotype de l'Helvétien, Imihübel (canton de Berne) est caractérisé minéralogiquement (S. Duplaix et alii, 1965) par l'épidote et le grenat. L'épidote est toujours très abondante (50 à 70 %), et la teneur en grenat varie de 15 à 40 %. Les amphiboles sont à peine représentées.

Dans les sables vindoboniens du Jura interne, l'association peut être du même type que ci-dessus. Mais, dans certains cas, le groupement épidote-grenat diminue et ne représente plus que 60 à 70 % du total lourd. A côté, les minéraux résistants et les silicates de métamorphisme, en particulier la staurotide, sont importants (tabl. 38). Ils démontrent une alimentation locale aux dépens des terrains crétacés émergés.

IV — DOMBES ET BRESSE

Au Vindobonien, la transgression marine dépasse la région lyonnaise, atteint les Dombes et une partie de la Bresse jusqu'aux environs de Lons-le-Saunier.

Au N du golfe, les foraminifères du sondage de Ratte indiquent des conditions en partie lagunaires. Au Sud, près de Bourg (sondage BR1), la faune est "beaucoup plus normale et plus franchement marine". (A. Lefavrais-Raymond, 1962).

La proximité du rivage oriental est attestée par les faciès grossiers du sondage de Courlans, par les conglomérats de Cousance et de Coligny, et aussi par la répartition des ostracodes sensibles aux arrivées d'eau douce (sondage près d'Ambérieu-en-Bugey), (G. Carbonnel et G. Demarcq, 1965).

Ces influences locales sont aussi très nettement mises en évidence par la répartition des minéraux lourds (tabl. 38). Au centre du golfe (Bourg-Ambérieu), l'association minéralogique comporte 90 % de minéraux alpins.

Par contre, ces minéraux alpins sont beaucoup moins nombreux dans les niveaux conglomératiques soit de la base de la transgression (sondage de Ratte), soit de bordure (Cousance MD 121). Ils ne représentent plus que la moitié du stock lourd. L'autre moitié est constituée de minéraux résistants : tourmaline, zircon, oxydes de titane, plus rarement de monazite, et aussi de silicates de métamorphisme, staurotide, disthène et andalousite. Ces minéraux sont empruntés au Crétacé des terres jurassiennes émergées.

Des apports d'eau douce peuvent aussi être décelés au sein de la série marine. Ainsi, dans

le sondage d'Ambérieu, à l'arrivée d'eau douce (-40 à -60 m), soulignée par les variations dans la répartition des ostracodes (G. Carbonnel et alii, 1965), est liée une association minéralogique riche en minéraux résistants et en silicates de métamorphisme. Ils relayent en grande partie les minéraux alpins qui dominent dans le reste de la série (G. Latreille et H. Méon-Vilain, 1966).

L'association alpine de ces sables miocènes bressans comporte partout épidote et grenat. Seul le sondage d'Ambérieu révèle la présence non négligeable des amphiboles à côté de ces deux minéraux. Elles peuvent atteindre 20 % du total lourd. Ces sables d'Ambérieu ont ainsi une association très voisine de celle des sables de Tersanne et d'Heyrieux et des sables situés immédiatement au-dessous.

D'après les données minéralogiques fournies par le Bas-Dauphiné, cette répartition des amphiboles en Bresse permet d'envisager une transgression ayant atteint rapidement son maximum d'extension (dépôts pauvres en amphiboles à paralléliser avec les sables de Saint-Fons). La régression commence ensuite par le Nord et l'Ouest. Seul, un golfe sur la région d'Ambérieu-Jujurieux reste encore marin pendant le Tortonien inférieur.

Le détritique du Vercors, de la Chartreuse et du golfe bressan a donc pour l'essentiel, la même source que celui du Bas-Dauphiné. Le bassin est alimenté par une série de torrents alpins, se réunissant pour donner "l'Isère miocène".

En Suisse, l'alimentation est toujours alpine. Elle a la même source que les molasses plus anciennes.

CHAPITRE V

LE PLIOCENE

L'étude du Pliocène, qui devrait logiquement terminer ce travail sur le Tertiaire du Bas-Dauphiné, n'a été que très superficiellement abordée.

J'ai étudié quelques affleurements dans le Plateau de Chambaran afin de connaître l'association minéralogique lourde et sa répartition dans l'ensemble de l'étage.

Les échantillons étudiés se rapportent aux différents termes du Pliocène (subdivisions adoptées conformément à la carte de Saint-Etienne au 80 000ème, 2ème édition).

Ce sont :

1 — des marnes argileuses et des sables fins du Pliocène inférieur marin. Ils affleurent sur la rive gauche du Rhône et à la base des vallées affluentes, fossilisant ainsi le réseau fini-miocène.

2 — des marnes argileuses grises du Pliocène inférieur d'eau douce, dans la région d'Hauterives.

3 — des sables jaunes, fins et micacés, très calcaires, du Pliocène moyen fluviatile. Ils sont bien développés entre la plaine de Valloire et la vallée de la Galaure. Ce sont les sables de Lens-Lestang. (1).

(1) — Tous ces échantillons m'ont été aimablement communiqués par R. Ballésio.

Ce Pliocène du Plateau de Chambaran possède la même association minéralogique que le Miocène sous-jacent (ann. p. A54). Les minéraux alpins forment 85 à 98 % du total lourd. Les autres minéraux sont surtout des minéraux résistants. Les silicates de métamorphisme sont très rares (1 %).

Parmi ces minéraux alpins, l'épidote est dominante. Les grenats ne dépassent pas 25 %. Les amphiboles sont communes et, parmi elles, le glaucophane ne manque jamais.

Les variations sont réduites au Pliocène inférieur. Elles sont importantes au sein du Pliocène moyen. Là, la teneur en amphiboles peut atteindre 20 % ou descendre à 2 %. De même la teneur en épidote passe de 42 à 80 % et celle du grenat de 11 à 25 %.

Cette association est-elle due à une reprise des sédiments détritiques miocènes ? Si l'on ne peut exclure totalement cette éventualité, certains faits permettent de penser à une alimentation nouvelle, propre au Pliocène :

— les minéraux alpins pliocènes sont aussi frais que ceux du Miocène.

— le glaucophane, toujours uniquement à l'état de traces dans les sédiments vindoboniens, est ici relativement moins rare et surtout beaucoup moins altéré que celui du Miocène.

Cette étude, même sommaire, permet donc de penser que le Pliocène du Plateau de Chambaran est alimenté directement par la même source alpine que le Miocène.

CHAPITRE VI

CONCLUSIONS

Sommaire :

I – SUCCESSION DES PRINCIPALES UNITES STRATIGRAPHIQUES, GRANULOMETRIQUES ET MINERALOGIQUES.

II – LES BASSINS D'ALIMENTATION DES COURS D'EAU ALPINS.

III – SOURCE DES MINERAUX LOURDS ALPINS.

IV – SOURCE DES MINERAUX LEGERS ALPINS.

V – EVOLUTION DU BASSIN VERSANT.

VI – CONCLUSION GENERALE.

I – SUCCESSION DES PRINCIPALES UNITES STRATIGRAPHIQUES, GRANULOMETRIQUES ET MINERALOGIQUES.

A l'Eocène, le Bas-Dauphiné et les régions limitrophes sont émergés. Le régime est partout continental. L'alimentation détritique a lieu d'une part à partir des reliefs crétacés et d'autre part, en particulier pour le Bas-Dauphiné, à partir des terrains cristallins du Massif Central.

Partout, l'association minéralogique lourde est formée de minéraux résistants et de minéraux de métamorphisme.

Avec l'Oligocène commence l'enfoncement du Bas-Dauphiné. Il débute à l'Ouest par la fosse de Valence. A l'Est, la chaîne dauphinoise s'amenuise de plus en plus et donne ses derniers dépôts détritiques (Oligocène du Royans).

En Haute-Savoie et en Suisse, dans la zone subalpine, la mise en place des nappes pré-alpines, commencée dès la fin de l'Eocène, se poursuit. A ces mouvements correspond une érosion intense qui se traduit par une accumulation de sédiments détritiques de type molassique. Les centres de dispersion les plus importants, matérialisés par l'accumulation d'épais conglomérats, jalonnent, en Suisse, l'extérieur de la chaîne.

Le plus méridional de ces centres de dispersion, le seul qui touche l'extrémité de l'ensemble régional étudié, est le delta du "Rhône chattien" près de Vevey. Les conglomérats de ce delta (conglomérats du Mont Pélerin) s'accumulent sur près de 1000 m d'épaisseur. Les bancs conglomératiques sont séparés par d'épaisses couches marneuses. Ce n'est qu'au sommet de la formation qu'ils deviennent plus abondants et plus grossiers. Sur les bords extérieurs du delta, les bancs de conglomérats "se perdent progressivement dans la molasse chattienne grés-marneuse" (R. Trümpy et A. Bersier, 1954).

A cette époque, le relief alpin diminue de l'Est vers le Sud-Ouest. En effet, les conglomérats ont des éléments de plus en plus petits de l'Est vers l'Ouest et ils disparaissent en bordure des Alpes françaises (R. Trümpy et A. Bersier, 1954).

Deux zones minéralogiques lourdes très différentes coexistent dans cet ensemble régional. La première, qui s'étend sur le Bas-Dauphiné et les chaînes subalpines du Vercors et de la Chartreuse, a même minéralogie que pendant l'Eocène. Les minéraux lourds résistants et les silicates de métamorphisme sont seuls. La deuxième, qui s'étend du N de la Savoie jusqu'en Suisse, est marquée par l'apparition des minéraux alpins.

Au cours de l'Aquitanién, des mouvements verticaux simples provoquent l'affaissement et la subsidence du Bas-Dauphiné. Celle-ci s'étend progressivement d'Est en Ouest, permettant ainsi la nouvelle transgression marine à partir du Burdigalien supérieur.

Pendant tout le Miocène, les massifs cristallins alpins externes se soulèvent progressivement, accentuant encore le rôle de dépression joué par le Bas-Dauphiné. Celui-ci est alors un véritable piedmont alluvial où apparaissent les faciès détritiques de type molassique. Le centre de dispersion le plus important est près de Voreppe. C'est le delta conglomératique d'une "Isère miocène". Ce delta commence à se former dès le Burdigalien (formation de La Vence) et se développe très largement sur le Bas-Dauphiné à partir de l'Helvétien supérieur. Sur les bords externes du delta, les bancs conglomératiques se perdent dans les sables vindoboniens marins, puis saumâtres et continentaux.

Partout l'alimentation détritique est uniquement alpine sauf sur la bordure occidentale dauphinoise où l'apport des rivières descendant du Massif Central se traduit par la présence des sables granitiques de Saint-Barthélémy-de-Vals et de Solaise (Ch. IV, IA et IIA).

Dans ces sables granitiques, comme dans l'ensemble du Bas-Dauphiné, l'association minéralogique lourde est toujours alpine et possède les mêmes minéraux que l'ensemble du bassin molassique savoyard et suisse.

Ce résumé permet de mettre en évidence, du Nord vers le Sud, une répétition stratigraphique, granulométrique et minéralogique. Le Vindobonien du Bas-Dauphiné se présente comme une répétition de l'Oligocène suisse.

Au sein de l'association alpine, la répartition des deux principaux minéraux : l'épidote et le grenat, et du marqueur alpin typique : le glaucophane, suit aussi ce schéma de distribution. Ce groupement apparaît d'abord en Suisse, puis en Savoie et enfin en Bas-Dauphiné.

	N	Haute-Savoie		Savoie	S
	Suisse	N de la rivière des Usse	S de la rivière des Usse		Chartreuse Vercors Bas-Dauphiné
HELVETIEN	Ep > Gr	Ep > Gr	Ep > Gr	Ep > Gr	Ep > Gr
BURDIGALIEN	Ep > Gr	Gr > Ep Gl	Gr > Ep Gl	Gr > Ep Gl	Gr > Ep Gl
AQUITANIEN	Ep > Gr	Gr > Ep Gl	Gr > Ep Gl	Gr > Ep	Gr > Ep
OLIGOCENE	Gr > Ep Gl	Gr > Ep Gl	Gr > Ep	Gr > Ep	
EOCENE	Minéraux résistants et silicates de métamorphisme				
	Gr = Grenat	Ep = Epidote	Gl = Glaucophane > 5%		

Tabl. 39 - Résumé des principaux groupements minéralogiques de la Suisse à l'Isère, au cours du Tertiaire.

a – Répartition de l'épidote et du grenat (tabl. 39).

En Suisse, à l'Oligocène, le pourcentage de grenat est toujours supérieur à celui de l'épidote. A partir de l'Aquitaniens et jusque dans l'Helvétien, l'épidote devient très nettement prépondérante.

Dans le Royans et le Bas-Dauphiné, les minéraux alpins qui apparaissent à l'Aquitaniens montrent un pourcentage de grenat toujours supérieur à celui de l'épidote. Ceci reste valable pour le Burdigalien. A partir de l'Helvétien, l'épidote domine sur le grenat.

En Savoie, dans la région de Rumilly-Aix-les-Bains et dans les Bauges, c'est le domaine intermédiaire. L'association alpine apparaît dès l'Oligocène (synclinal des Déserts), avec une teneur en grenat supérieure à celle de l'épidote. Ce n'est qu'à l'Helvétien que l'épidote prend la première place.

b – Répartition du glaucophane (tabl. 39).

Le glaucophane, qui apparaît en même temps que l'épidote et le grenat, n'est jamais un minéral abondant de l'association alpine. Il peut, malgré tout, avoir beaucoup d'importance.

Dans la partie occidentale du bassin Suisse, il est caractéristique du Chattien moyen (J.P. Vernet, 1964a). Il atteint là des teneurs assez élevées : 10 % en moyenne.

Dans le Sud de la Haute-Savoie, c'est à l'Aquitaniens et au Burdigalien qu'il est fréquent (6 % en moyenne).

Enfin, en Savoie, en Chartreuse méridionale et dans le Vercors, il caractérise le Burdigalien (12 % en moyenne).

Partout ailleurs, il reste très rare : 1 à 2 % en général.

c – Répartition des amphiboles autres que le glaucophane.

Les amphiboles sont les seuls minéraux alpins à avoir une distribution un peu différente du Nord vers le Sud.

Elles ne sont jamais qu'accessoires en Suisse.

En Savoie, dans le bassin de Novalaise, elles augmentent du Miocène inférieur au Mio-

cène supérieur (A. Vatan, 1957).

En Bas-Dauphiné, elles sont couramment représentées et prennent une réelle importance dans la partie supérieure du Vindobonien. Elles caractérisent les sables de Tersanne, d'Heyrieux et de Chimilin.

Ainsi, sur le versant nord-occidental des Alpes, il y a succession d'associations minéralogiques lourdes presque identiques, à la fois dans l'espace – de la Suisse au Bas-Dauphiné – et dans le temps – de l'Oligocène à l'Helvétien.

II – LES BASSINS D'ALIMENTATION DES COURS D'EAU ALPINS.

Expliquer ces associations revient à rechercher les sources du matériel détritique.

Celui-ci est acheminé des Alpes vers la périphérie par des torrents de direction transversale à la chaîne (R. Staub, 1934). Ces torrents à pente rapide, comportent deux types d'alluvions, des alluvions grossières (galets) et des alluvions plus fines (sables et limons).

a – Le bassin versant du "Rhône chattien", (d'après R. Trümpy et A. Bersier, 1954).

Les alluvions grossières de ce torrent alpestre proviennent en grande partie de la nappe de la Simme. Les sables, en particulier les minéraux lourds qui les caractérisent, proviennent du domaine pennique (A. von Moos, 1935). Ses schistes verts, ses chloritoschistes à épidote (etc...) sont riches en épidote et contiennent aussi du glaucophane. Le grenat existe aussi bien dans les gneiss que dans les micaschistes et les schistes de cet ensemble pennin.

Le "Rhône chattien" devait donc avoir son origine dans les actuelles Alpes pennines, "peut-être dans la dépression marquée par la ligne des sommets entre la Dent Blanche et le Grand Combin" (p. 158). Son cours moyen était essentiellement taillé dans la nappe de la Simme.

b – Le bassin versant de "l'Isère miocène."

Les alluvions de "l'Isère miocène" (J. Bocquet, 1966) comprennent essentiellement des calcaires et des silex. Les autres composants sont toujours représentés en quantité faible (5 à 10 % environ du volume total).

Les calcaires et les silex proviennent des reliefs à faciès subalpins constituant la couverture du massif cristallin de Belledonne. Ce cristallin de Belledonne n'est jamais représenté dans les galets de l'"Isère miocène". Les galets granitiques, toujours rares (1 % du volume total) sauf à la partie supérieure du Miocène, proviennent du Massif du Pelvoux qui était donc, au moins en partie, déjà dégagé de sa couverture sédimentaire.

Les zones alpines internes fournissent à ces conglomérats des galets de roches dures qui ont pu résister à un long transport : calcaire nummulitique du Flysch ultra-dauphinois des Aiguilles d'Arves ; verrucano permien et quartzites triasiques du Briançonnais ; ophiolites et très rares glaucophanites de la zone piémontaise.

"L'Isère miocène" draine donc une aire d'alimentation s'étendant du complexe des Schistes lustrés de la zone piémontaise jusqu'à la couverture de l'actuelle chaîne de Belledonne, en passant par la zone briançonnaise où affleurent des terrains crétacés, jurassiques et même houillers et par les flyschs des zones subbriançonnaise et ultra-dauphinoise.

Ce bassin versant forme un véritable plan incliné vers la dépression du Bas-Dauphiné. Les variations très faibles dans la nature pétrographique des galets attestent que ce bassin ne s'est presque pas modifié au cours du Miocène. C'est le soulèvement continu de l'ensemble qui recrée en quelque sorte le relief à mesure que l'érosion l'attaque.

La surrection des massifs cristallins du Pelvoux et de Belledonne suit ce soulèvement général pendant tout le Miocène. Le noyau cristallin de Belledonne n'apparaît que plus tardivement.

Sur ces reliefs continuellement entretenus, l'altération chimique et la pédogénèse sont presque nulles. L'érosion mécanique agit pratiquement seule. D'une part elle émiette les roches fissiles et les roches grenues en libérant des minéraux ; d'autre part, en agissant sur les diaclases des roches calcaires, elle libère des blocs qui seront ensuite façonnés en galets par les torrents.

Au cours du transport et au moment du dépôt, lorsque les bancs de galets sont temporairement émergés, une certaine altération chimique peut se produire. Il y a dissolution des calcaires dont la proportion diminue de l'amont vers l'aval et hydrolyse des granites qui sont très arénisés dans les affleurements.

L'étude de la nature des galets apporte donc un certain nombre de données sur le bassin versant de l'"Isère miocène". L'étude de la fraction sableuse et des minéraux lourds qu'elle contient apporte de nombreux renseignements supplémentaires.

III – SOURCE DES MINÉRAUX LOURDS ALPINS.

Les minéraux lourds alpins sont des minéraux d'épimétamorphisme. Ils sont très couramment représentés dans le complexe des Schistes lustrés de la zone piémontaise.

Ce complexe des Schistes lustrés comprend (R. Michel, 1953 a et b) pour la moitié inférieure, des faciès albitiques sous forme de gneiss amphiboliques ou chloriteux pauvres en quartz et de gneiss à phengite, riches en quartz mais dépourvus d'amphiboles. Actinote et épidote sont les minéraux lourds les plus courants. Les grenats sont plus rares.

Au dessus, existe une épaisse série de calcschistes où s'intercalent des micaschistes à phengite et à chlorite. Là, les grenats sont assez abondants, mais l'épidote est plus rare.

Enfin, le complexe des Schistes lustrés renferme des roches basiques ou ultrabasiques, transformées par le métamorphisme alpin en serpentinites.

L'ensemble de cette série des Schistes lustrés dérive "d'une série sédimentaire à faciès géosynclinal, atteinte dans son ensemble par le métamorphisme d'âge alpin. Cette série a été en outre intensément albitisée dans toute sa moitié inférieure" (R. Michel, 1953 b, p. 159). Elle était composée de marnes et d'argiles surmontées par des schistes argilo-calcaires.

Le métamorphisme alpin est très tardif. Il s'est poursuivi même après la mise en place de la nappe des Schistes lustrés. Pour F. Ellenberger (1952, p. 321), il "débuté au plus tôt à l'Eocène supérieur, peut-être même seulement après la fin du Priabonien". Il est achevé au Stampien.

Pour A. Vatan, ce complexe des Schistes lustrés est justement la source de nos minéraux alpins bas-dauphinois et savoyards. En effet, le glaucophane, comme le grenat, se rencontre à tous les niveaux du complexe, tandis que l'épidote est rare dans les niveaux supérieurs.

"L'augmentation du pourcentage d'épidote en montant dans la série s'explique donc facilement. L'érosion tout d'abord a attaqué les couches supérieures des Schistes lustrés, puis les couches profondes riches en épidote" (A. Vatan et alii, 1957, p. 474).

Auteurs suisses et auteurs français sont d'accord pour faire venir le glaucophane, l'épidote et le grenat de la zone piémontaise.

Reste le problème de la provenance des amphiboles autres que le glaucophane. A. Vatan (1957) voit dans leur enrichissement de la base au sommet du Miocène (synclinal de Novalaise), une possible attaque des massifs cristallins externes. En effet, dit-il, "l'épidote et l'amphibole sont fréquentes dans les schistes cristallins des massifs externes".

Pour ma part, je relierai volontiers ces amphiboles, comme les autres minéraux alpins, au complexe des Schistes lustrés.

Tout d'abord par leur nature : c'est l'actinote qui domine nettement sur la hornblende verte dans tout le Miocène bas-dauphinois. Or cette actinote est très courante dans les gneiss amphiboliques de la base des Schistes lustrés.

Puis par leur répartition : les amphiboles caractérisent le Vindobonien moyen et sont beaucoup plus rares, voir même absentes dans le Tortonien. Par contre, l'épidote devient de plus en plus prépondérante. Il faudrait donc envisager une reprise de l'érosion du complexe des Schistes lustrés après une érosion temporaire des schistes cristallins des massifs externes.

Enfin, par l'association lourde miocène toute entière : une érosion des schistes cristallins externes devrait se traduire non seulement par une augmentation des amphiboles, mais encore par celle des silicates de métamorphisme tels que staurotide et disthène. Or, ces minéraux restent toujours très rares.

Ces conclusions rejoignent et complètent les données obtenues par l'étude des galets. Le massif cristallin de Belledonne est resté enfoui sous sa couverture sédimentaire pendant tout le Miocène. Celui du Pelvoux n'était encore que très imparfaitement découvert puisque ses schistes cristallins ne participent pas à l'alimentation lourde.

Ainsi, dans l'ensemble régional envisagé, l'apparition des minéraux lourds alpins souligne le début de l'érosion de la nappe des Schistes lustrés. Cette apparition a lieu dès le Stampien supérieur en Suisse et en Savoie. Elle est aquitanienne en Bas-Dauphiné et en Royans. Ce retard est sans doute lié à la persistance de la chaîne dauphinoise dont l'érosion s'achève.

La présence de ces minéraux lourds d'origine piémontaise comme la présence des galets de radiolarite et d'ophiolite, suggère une plus grande extension vers l'Ouest de la nappe des Schistes lustrés (J. Bocquet, 1966). En Savoie, la klippe du Mont Jovet est une preuve de cette extension. Peut-être que cette nappe, bien qu'il n'en subsiste aucun témoin actuel, s'est aussi plus largement étalée en direction du Bas-Dauphiné.

IV — SOURCE DES MINÉRAUX LÉGERS ALPINS.

Les sables molassiques bas-dauphinois sont toujours, je l'ai souvent répété, quartzeux, feldspathiques, calcaires et micacés.

Le quartz se présente sous forme de grains simples, à extinction droite ou à extinction roulante, ou sous forme de grains composés. Ces derniers, de type métamorphique, associent trois à cinq individus fortement engrenés les uns dans les autres.

Les feldspaths sont toujours nombreux. Les feldspaths potassiques et l'albite sont les plus fréquents.

Parmi les micas, c'est la muscovite qui domine, puis vient la chlorite. La biotite est beaucoup plus rare.

A. Vatan (1957) ne cherche pas de provenance à ces minéraux légers. Il souligne simplement la différence entre les dépôts éocène et oligocène inférieur et les molasses. Les premiers sont uniquement quartzeux, les molasses toujours quartzo-feldspathiques.

M. Chaumont (1956) donne aux minéraux légers des sables molassiques du Bas-Dauphiné méridional, la même origine que pour les minéraux lourds, c'est-à-dire une origine piémontaise.

Il appuie cette hypothèse sur la grande constance du faciès des grains, sur la constance de la granulométrie quel que soit l'agent d'usure et sur le très bon classement de ces sables molassiques "qu'ils soient mêlés aux cailloutis vers l'amont, ou qu'ils présentent une masse uniforme vers l'aval". Et il conclut : "cette uniformité laisse pressentir que la sédimentation a pour origine un remaniement d'une ou plusieurs roches sédimentaires, dont le matériel, ancien et bien classé, était très homogène dans son ensemble, puisqu'on n'observe aucune variation spatiale, ni chronologique" (p. 110).

Si les arguments donnés à l'appui de cette hypothèse sont exacts, il n'est pas possible malgré tout d'adhérer à la conclusion.

Le complexe des Schistes lustrés a évidemment fourni aux rivières non seulement des minéraux lourds mais aussi des minéraux légers. Mais je ne pense pas que le classement granulométrique des sables molassiques soit un héritage du classement des roches sédimentaires atteintes par le métamorphisme alpin.

Les minéraux légers susceptibles d'être fournis par le complexe des Schistes lustrés sont surtout le quartz et l'albite.

Dans le Massif du Grand Paradis, R. Michel (1953 a) donne pour les calcschistes, faciès le plus banal de la partie supérieure du complexe (en volume pour cent):

quartz	30-50 %	phyllites	10-25 %
carbonates	20-50 %	accessoires	5-10 %

Le quartz est granoblastique. Le diamètre moyen du grain est de 0,1 mm (p. 63).

La partie inférieure du complexe, de faciès albitique, montre deux types de gneiss qui, à côté d'une forte teneur en albite, sont riches ou pauvres en quartz. La composition minéralogique des gneiss riches en quartz est la suivante (en volume pour cent) :

quartz	36 %	phengite (chlorite)	18,5 %
albite	33 %	épidote, zoïsite	8,5 %
		accessoires	4 %

Les quartz sont rarement en grains libres. Ils sont en granules dans les phénoblastes d'albite en même temps que les granules d'épidote et de zoïsite et que les paillettes de muscovite (phengite) et de chlorite (p. 72).

Dans les sables molassiques, le diamètre moyen des grains est compris entre 0,35 et 0,1 mm. Mais, nous l'avons vu, un certain nombre de ces grains sont d'origine métamorphique puisqu'ils sont, en fait, formés par l'association de quelques individus fortement engrenés les uns dans les autres (grains composés). Ces grains composés, de même que les grains à extinction roulante, peuvent provenir du complexe des Schistes lustrés.

Le fait même que de tels grains composés existent dans les sables miocènes, fait tomber l'argument essentiel de M. Chaumont, à savoir que ces sables dérivent d'une série piémontaise déjà classée. Si le classement existait, il était cantonné dans un domaine beaucoup plus fin.

Une partie du quartz des sables molassiques peut provenir de la zone piémontaise. Mais la nappe des Schistes lustrés, même si elle s'est avancée plus loin vers l'Ouest que ne l'indique la limite actuelle, n'est pas seule à constituer le bassin versant de notre "Isère miocène".

Ce bassin drainait, c'est la nature des galets qui nous le prouve, toutes les zones alpines émergées à l'époque. Si les niveaux calcaires ont fourni des galets, les niveaux gréseux ont dû largement alimenter le bassin en détritique sableux. C'est le cas en particulier du Flysch des Aiguilles d'Arves constitué par une série calcaire surmontée de schistes et de grès. Ces grès ont un grain de diamètre variable, mais souvent assez grossier.

La fraction détritique légère des sables molassiques peut donc être de toute provenance

depuis la couverture des massifs cristallins externes jusqu'à la zone piémontaise.

Un massif quel qu'il soit, attaqué par l'érosion, livre non seulement des minéraux lourds mais aussi et essentiellement, des minéraux légers. Réciproquement, si toutes les zones alpines ont participé par leur apport léger, à l'éloboration des sables miocènes, elles ont dû lui fournir aussi des minéraux lourds.

Si cet apport lourd n'est guère visible dans l'association molassique, ceci provient essentiellement de la nature même des sédiments gréseux. Ces derniers sont des sédiments anciens, déjà sans doute remaniés et dont les minéraux lourds s'appauvrissent et s'altèrent avec ce remaniement. Ne subsistent alors, et toujours en très faible pourcentage par rapport aux minéraux légers, que les minéraux lourds les plus résistants.

Il semble donc raisonnable d'attribuer à ces sédiments gréseux des diverses zones alpines autres que la zone piémontaise, les minéraux résistants et les quelques minéraux de métamorphisme présents dans les sables molassiques. Ces éléments sont noyés dans l'apport de la zone piémontaise beaucoup plus riche en minéraux lourds.

Ainsi, dans le complexe des Schistes lustrés, le rapport du pourcentage de minéraux légers au pourcentage de minéraux lourds est voisin de 6 (85 / 15) tandis qu'il atteint 99 (99 / 1) dans les sables molassiques du Bas-Dauphiné. Il y a donc eu, au cours du transport, une énorme dilution des minéraux lourds. Cette dilution est liée à l'apport des affluents provenant des zones alpines autres que la zone piémontaise, apport très riche en matériel détritique léger et par contre très pauvre en minéraux lourds.

Nous avons donc ici un phénomène identique à celui déjà-démonstré pour les sables granitiques de la bordure centralienne (Ch. IV, p. 105) : un apport lourd faible peut être complètement caché au sein d'un apport lourd plus considérable. Ceci souligne l'importance à attacher à la teneur en minéraux lourds de chaque roche soumise à l'érosion et à la teneur des sédiments qui en dérivent.

Les minéraux légers des sables molassiques ont ainsi une origine multiple due à la complexité pétrographique du bassin versant, tandis que les minéraux lourds proviennent en grande majorité de la seule zone piémontaise.

L'"Isère miocène" transporte donc deux catégories granulométriques : les galets dont le dépôt s'effectue dès l'arrivée du fleuve dans le bassin marin ou dans la plaine et les sables étalés plus largement dans tout le Bas-Dauphiné.

Les deux catégories granulométriques sont triées par le fleuve avant son débouché dans

la mer, mais chacune pour son propre compte. Ce tri est réalisé rapidement puisque le ciment des conglomérats et les sables intercalés en lentilles dans ces conglomérats ont déjà, en Chartreuse et en Vercors, même distribution granulométrique que les sables occidentaux.

Les sables molassiques héritent donc d'un classement fluviatile. Celui-ci a été réalisé par l'"Isère miocène" et par ses affluents sur une pente non négligeable.

Le classement des sables dans les torrents alpins actuels paraît, en effet, s'effectuer rapidement. L'Arve, par exemple, à, du voisinage de sa source jusqu'à Chamonix, sur une vingtaine de kilomètres et pour une pente voisine de 2 %, un coefficient de classement qui varie de 2,4 à 1,30 (J. Tourencq, 1963, p. 27).

V – EVOLUTION DU BASSIN VERSANT.

Ainsi pendant tout le Miocène, à l'érosion d'un bassin versant extrêmement complexe correspond une accumulation détritique sableuse d'une grande homogénéité. Le bassin versant subit peu de modifications importantes au cours de cette période et la compétence moyenne des rivières qui le draine varie peu. C'est le soulèvement lent de l'ensemble qui entretient les reliefs et leur érosion.

Seules deux saccades sont enregistrées dans ce soulèvement : l'une relativement faible au Tortonien, l'autre plus importante à la fin du Miocène. Elles sont marquées par une grande extension de l'épandage conglomératique, mais elles ne modifient pas la nature de l'ensemble du bassin versant.

Une reconstitution plus précise du bassin versant de l'"Isère miocène" exigerait plusieurs années de recherches sédimentologiques sur tous les dépôts détritiques du bassin versant et de leurs équivalents latéraux, en particulier des flysch gréseux qui ont apporté aux fleuves alpins un important matériel quartzeux.

VI – CONCLUSION GENERALE.

Au terme de cette étude, il faut souligner combien il apparaît vain de vouloir chercher, dans l'étude granulométrique et minéralogique, des critères stratigraphiques précis permettant de caractériser systématiquement les diverses formations sableuses miocènes du Bas-Dauphiné et de ses bordures.

Ces deux méthodes permettent néanmoins de suivre le décapage des reliefs alpins et l'histoire de la sédimentation tertiaire du Bas-Dauphiné et des régions limitrophes.

La granulométrie nous renseigne sur la répartition des éléments détritiques dans tout le bassin d'accumulation. Elle rend compte du parfait classement des sables molassiques. Elle seule permet de dissocier et de doser les mélanges de plusieurs constituants.

L'étude des minéraux légers souligne l'immaturité des sables où existent, à côté des quartz, des fragments de roches variées, des feldspaths, du calcaire et des micas.

Les minéraux lourds marquent l'apparition des premiers dépôts typiquement alpins dans le domaine périphérique du massif. L'étude de leur provenance permet de souligner le rôle respectif des différentes zones alpines.

Ce travail constitue ainsi, je l'espère, une étape vers la reconstitution générale de l'histoire sédimentologique du bassin molassique rhodanien.

BIBLIOGRAPHIE

- ARSLAN S. (1968) – Etude des minéraux argileux des formations miocènes du Vercors et du Bas-Dauphiné. *Thèse 3è cycle, Fac. Sc. Lyon*, n° 350, 50 p. dactyl., 16 fig. (inédit).
- BAILLOT P. (1955) – Etudes géologiques de la région de Lhuis (Ain). *D.E.S., Fac. Sc. Lyon*, 72 p. dactyl., 24 fig., 2 pl. (inédit).
- BARBIER R. (1950) – Observations géologiques dans la région de Villard-de-Lans (Isère). *C.R. somm. Soc. géol. France*, Paris, p. 87–88.
- BEAUMONT E. de (1829–1830) – Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe. *Ann. Sc. Nat.*, Paris, 1e sér., t. 18–19.
- BERSIER A. (1936) – La forme de la transgression burdigalienne dans la région vaudoise. *C.R. somm. Soc. géol. France*, Paris, p. 111–113.
- BERSIER A. (1938) – Caractère et signification de la sédimentation dans l'avant-fosse alpine (phase externe). *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 206, p. 193–195.
- BERSIER A. (1938) – La subsidence dans l'avant-fosse molassique des Alpes. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 206, p. 445–447.
- BERSIER A. (1938) – Recherches sur la géologie et la stratigraphie du Jorat. *Bull. Lab. Géol., Géogr. phys., Miner. et Paléontol.*, Univ. Lausanne, n° 63, 128 p., 4 fig.
- BERSIER A. (1949) – La sédimentation cyclique de type molassique paralique en fonction de la subsidence continue. In : "Sédimentation et Quaternaire", *Led-Sam édit.* Bordeaux, p. 9–15.
- BERSIER A. (1953) – La sédimentation cyclique des faciès détritiques Molasse et Houiller ; signification et causes. *Rev. Instit. Fr. Pétrole et Ann. Combust. Liquides*, Paris, p. 51–57.

- BERSIER A. (1954) — Les sédimentations cyclothématiques des fosses paraliques de subsidence. *XIX Congr.géol.intern.*, Alger, fasc. 14, p. 81–83.
- BERSIER A. (1958) — Exemples de sédimentation cyclothématique dans l'Aquitainien de Lausanne. *Ecl.Géol.Helv.*, Bâle, 51, n° 3, p. 842–853, 4 fig.
- BERSIER A. (1958) — Séquences détritiques et divagations fluviales. *Ecl.Géol.Helv.*, Bâle, 51, n° 3, p. 854–893, 11 fig.
- BERSIER A. et VERNET J.P. (1964) — Etudes sédimentologiques dans la Chandelar. *Bull.Lab.Géol., Miner., Géophys. et Mus.Géol.*, Lausanne, n° 150, 11 p., 1 fig., 4 tabl.
- BERTHOIS L. (1935) — Recherches sur les minéraux lourds des granites de la partie orientale du Massif Armoricain. *Mém.Soc.géol. et min.Bretagne*, Rennes, 2, 190 p., 6 fig., 18 pl. h.t.
- BERTHOIS L. (1949) — Remarques sur la statistique granulométrique dans l'étude des sables. *Circulaire Centre. Rech.Etud.Océano.*, Paris, R.T.B. n° 3, 26 pl., 37 fig., tabl.
- BERTHOIS L. (1958) — Note sur la formation de structure cylindrique dans les grès. *Bull.Soc.géol.France*, Paris, 6e sér., t. 8, p. 315–324, 5 fig.
- BERTHOIS L. (1959) — Technique de l'analyse granulométrique. *C.D.U. édit.*, Paris, 64 p., 19 fig., 13 tabl.
- BERTHOIS L. et AUBERT M. (1949) — Recherches expérimentales sur les erreurs dues au tamisage. *Bull.Soc.scientif.Bretagne*, Rennes, t. 24, p. 81–86, 2 fig., 1 tabl.
- BERTHOIS L. et AUBERT M. (1954) — Triage différentiel des minéraux dans les sables de plages. *Bull.Soc.Linn.Normandie*, Caen, 9e sér., t. 7, p. 52–57, 4 fig., 1 tabl.
- BILLY G. (1954) — Etude des courbes normales de dispersion. Eléments de statistique à l'usage des naturalistes. *C.D.U.édit.*, Paris, 204 p., fig., tabl.
- BOCQUET J. (1966) — Le delta de Voreppe : étude des faciès conglomératiques du Miocène des environs de Grenoble. *Géologie alpine*, Grenoble, t. 42, p. 53–75, 5 fig.
- BOISTEL A. (1901) — Quelques coupes du Miocène de la Bresse dans l'anse du Bas-Bugey. *Bull.Soc.géol.France*, Paris, 4e sér., t. 1, p. 657–676, 7 fig.
- BOURCART J. (1941) — Essai d'une classification raisonnée des matériaux meubles. *Bull.Soc.géol.France*, Paris, 5e sér., t. 11, p. 117–153, 11 fig.
- BRAJNIKOV B. (1944) — Sur l'importance de la granulométrie pour l'étude quantitative des minéraux lourds dans un sédiment. *Bull.Soc.géol.France*, Paris, 5e sér., t. 14, p. 381–390, 4 fig.
- BRAJNIKOV B., FRANCIS-BOEUF C. et ROMANOVSKY V. (1943) — Techniques d'étude des sédiments et des eaux qui leur sont associées. *Actual.Scient. et industr.*, Hermann édit., Paris, n° 952, 110 p., 20 fig., tabl.
- BRAVARD Y. (1963) — Le Bas-Dauphiné. Recherches sur la morphologie d'un piedmont alpin. *Allier édit.*, Grenoble, 504 p., 63 fig., 20 pl.
- BUSNARDO R., ENAY R., LATREILLE G. et ROUQUET P. (1966) — Le Crétacé moyen détritique à Céphalopodes, près de Poncin (Jura méridional). *Trav. Lab.Géol. Fac.Sc.Lyon*, N.S., n° 13, p. 205–228, 6 fig., 2 tabl., pl. 12–14.

- CAILLEUX A. et TRICART J. (1959) — Initiation à l'étude des sables et des galets. *C.D.U. édit.*, Paris, t. I, 376 p., 72 fig. ; t. II, 194 p. ; t. III, 202 p.
- CARBONNEL G. et DEMARCQ G. (1965) — Présence d'une faune d'ostracodes marins dans les marnes et sables du Miocène supérieur de la région d'Ambérieu-en-Bugey (Ain). *C.R.Acad.Sc.*, Paris, t. 260, p. 3116–3119, 1 fig.
- CAROZZI A. (1953) — Pétrographie des roches sédimentaires. *F. Rouge et Cie édit.*, Lausanne, 258 p., 27 fig.
- CATZIGRAS F. (1958) — Les subdivisions du Miocène. *C.R.Congr.Soc.Sav.*, Aix-Marseille, Gauthiers-Villars édit., Paris, rapp. IV, p. 371–385.
- CATZIGRAS F. et COLOMB E. (1965) — Précisions sur l'emploi du terme de "molasse" et de quelques autres dénominations courantes dans le Miocène du Sud-Est de la France. *C.R.somm.Soc.géol.France*, Paris, p. 312–313.
- CAYEUX L. (1916) — Introduction à l'étude pétrographique des roches sédimentaires. *Mém. Explic.Carte géol. France*, Paris, 524 p., 80 fig., 56 pl.
- CAYEUX L. (1929) — Les roches sédimentaires de France : roches siliceuses. *Mém. Explic.Carte géol.France*, Paris, 774 p., 17 fig., 30 pl.
- CHAPOT D. (1963) — Contribution à l'étude de la faune des sables de Montchenu (Drôme) de l'Helvétien supérieur. *D.E.S., Fac.Sc.Lyon*, 91 p. dactyl., 9 fig., 4 pl., (inédit).
- CHAUFFIN J. (1965) — Les aétites du Mont Cessieu, près de Mions (Isère). *Bull.Soc.Linn., Lyon*, 34, n° 8, p. 302–306.
- CHAUMONT M. (1956) — Contribution des méthodes physico-chimiques à l'étude des formations sédimentaires. Application au Néogène du Bas-Dauphiné. *Thèse Ing.Dr., Fac. Sc.Clermont*, 124 p. dactyl., 9 pl. (inédit).
- COLLET L. (1955) — Carte géologique générale de la Suisse (1:200 000). Notice explicative, feuille 5, Genève-Lausanne. *Comm.géol.Suisse, Kümmerly et Frey édit.*, Berne.,
- COLOMB E. (1965) — Note préliminaire à l'étude du Miocène de la région d'Istres (B.du R.). *Trav. Lab.Géol., Aix-Marseille*, t. 8, p. 153–165, 3 fig.
- CORNET C. et DUDOUYT M. (1964) — Etude minéralogique des sables vindoboniens de la Basse Provence. *Bull.Soc.géol.France*, Paris, 7e sér., t. 6, p. 691–695, 1 fig., 1 tabl.
- DASARATHI N. (1966) — Etude géologique de la bordure occidentale du Vercors. *Géologie alpine*, Grenoble, t. 42, p. 83–96, 8 fig.
- DAVID L. (1959) — Quelques considérations sur la topographie anté- et post- vindobonienne dans la région du Bas-Dauphiné. *C.R.Acad.Sc.*, Paris, t. 249, p. 141–142.
- DAVID L. (1963) — Sur l'extension d'un faciès marin peu connu du Miocène de la région lyonnaise. *C.R.Acad.Sc.*, Paris, t. 256, p. 3715–3717.
- DAVID L. (1963) — Sur la position stratigraphique des "cailloutis du Jardin des Plantes" dans la région lyonnaise. *C.R.Acad.Sc.*, Paris, t. 256, p. 3867–3869.
- DAVID L. (1965) — Bryozoaires du Néogène du Bassin du Rhône : gisements vindoboniens de la région lyonnaise. *Trav.Lab.Géol.Fac.Sc.Lyon*, N.S., n° 12, p. 33–86, 14 fig., 7 tabl., pl. I–III.

- DAVID L. (1967) — La faune helvétique des "sables de Saint-Fons" (Miocène, Rhône). *Bull.Soc. Linn., Lyon*, n° 1, p. 9–13, 1 fig.
- DAVID L. (1967) — Formations glaciaires et fluvioglaciaires de la région lyonnaise. *Docum.Lab. Geol.Fac.Sc.Lyon*, n° 22, 159 p., 37 fig., 23 pl.
- DEBELMAS J. (1963) — Plissement paroxysmal et surrection des Alpes franco-italiennes. *Trav. Lab.Géol.Fac.Sc.Grenoble*, t. 39, p. 125–171, 4 fig.
- DEBYSER J. et FONDEUR C. (1956) — Application des méthodes granulométriques à l'interprétation d'une série détritique actuelle. Etude de la sédimentation entre Granville et Chausey. *Rev.Instit.Fr.Pétrole et Ann.Combust.Liquides*, Paris, vol. 11, n° 5, p. 551–572, 18 fig., 3 tabl.
- DEMANGEON P. (1959) — Contribution à l'étude de la sédimentation détritique dans le Bas Languedoc pendant l'ère tertiaire. *Naturalia Monspeliensia*, Montpellier, n° 5, 397 p., 97 fig., 45 pl.
- DEMARCO G. (1960) — Contribution à l'étude des faciès du Miocène de la vallée du Rhône. *Colloque Néogène méditer., Vienne (Autriche)*, 52, p. 93–104, 3 fig.
- DEMARCO G. (1962) — De l'importance des seuils dans la différenciation et les caractères des provinces paléogéographiques du Miocène rhodanien. *87e Congr.Soc.Savant., Poitiers*, p. 837–847, 1 fig.
- DEMARCO G. (1962) — Etude stratigraphique du Miocène rhodanien. *Thèse Fac.Sc.Paris*, n° 4723, 405 p. dactyl., fig. (inédit) et *Bull.B.R.G.M.* (à paraître).
- DEMARCO G., MEIN P., LATREILLE G., PORTHAULT B. et TRUC G. (1968) — Etat actuel de nos connaissances sur l'Eocène du domaine rhodanien et des régions circumvoisines. *Colloque Eocène 1968, Mém. B.R.G.M.*, (sous presse).
- DENIZOT G. (1952) — Le classement des terrains tertiaires en Europe occidentale. *Trav.Lab.Géol. Fac.Sc.Montpellier*, n° 3, p. 3–78, 6 tabl.
- DENIZOT G. (1958) — Sur la convenance de rétablir le Tortonien dans son acception première comportant équivalence de tout le Miocène supérieur. *83e Congr.Soc.Savant., Aix-Marseille, Gauthiers-Villars édit.*, Paris, p. 139–141.
- DEPERET C. (1892) — Note sur la classification et le parallélisme du système miocène. *Bull. Soc. géol. France*, Paris, 3e sér., t. 20, p. 145–156.
- DEPERET C. (1893) — Sur la classification et le parallélisme du système miocène. *Bull.Soc.géol. France*, Paris, 3e sér., t. 21, p. 170–266, 1 fig., 3 tabl.
- DEPERET C. (1894) — Note sur les groupes éocène inférieur et moyen de la vallée du Rhône. *Bull. Soc.géol.France*, Paris, 3e sér., t. 22, p. 683–712, 1 pl.
- DEPERET C. (1895) — Aperçu sur la structure générale et l'histoire de la formation de la vallée du Rhône. *Ann. Géogr.*, Paris, vol. IV, p. 432–452, 1 pl.
- DEPERET C. (1896–1897) — Feuille de Valence. *Bull.Serv. Carte géol.France*, Paris, t.8, n° 53, p. 114–116.
- DONCIEUX L. (1911) — Révision de la feuille de Lyon au 80 000e. *Bull.Serv. Carte géol.France*, Paris, t. 21, n° 128, p. 1–9, 2 fig.

- DONCIEUX L. (1913) — Révision de la feuille de Lyon au 80 000e. *Bull.Serv. Carte géol.France*, Paris, t. 22, n° 133, p. 1–11, 4 fig.
- DOUXAMI H. (1895) — Le Miocène des environs de Bourgoin et de La-Tour-du-Pin. *C.R.Acad. Sc.*, Paris, n° 124, 4 p.
- DOUXAMI H. (1895–1896) — Feuilles de Chambéry, Grenoble et Nantua. *Bull.Serv. Carte géol. France*, Paris, t. 7, n° 44, p. 91–93.
- DOUXAMI H. (1896) — Etudes sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale. *Masson édit.*, Paris, 312 p., 31 fig., 6 pl.
- DOUXAMI H. (1896–1897) — Feuilles de Chambéry et Albertville ; révision de Nantua, Annecy et Thonon. *Bull.Serv. Carte géol.France*, Paris, t. 8, n° 53, p. 151–154, 1 fig.
- DOUXAMI H. (1899) — Feuille de Chambéry ; révision de Nantua, Annecy et Thonon. *Bull.Serv. Carte géol.France*, Paris, t. 10, n° 69, p. 90–94, 1 fig.
- DREYFUSS M. (1953) — La profondeur de formation des sédiments marins : son intérêt. Utilisation des données mécaniques en vue de sa détermination. *Rev.Instit.Fr. Pétrole et Ann.Combust.Liquides*, Paris, p. 70–74, 1 tabl.
- DRIAN A. (1859) — Minéralogie et géologie des environs de Lyon. *Savy édit.*, Lyon, 539 p.
- DULEMBA J.L. (1963) — Méthodes d'analyse des carbonates dans les sédiments. *Rev.Géomorphodynam.*, Paris, n° 4–5–6, p. 62–71, 1 fig.
- DUPLAIX S. (1958) — Détermination microscopique des minéraux des sables. 2e édit., *C.Béranger édit.*, Paris, 96 p., 69 fig., 5 tabl.
- DUPLAIX S. et GUILLAUME S. (1962) — Applications de la méthode des minéraux lourds à l'étude des formations crétacées et tertiaires du Jura. *C.R.Acad.Sc.*, Paris, t. 254, p. 1843–1845, 1 tabl.
- DUPLAIX S. et GUILLAUME S. (1962) — Etude de quelques formations détritiques du Crétacé moyen du Jura. *Bull.Soc.géol.France*, Paris, 7e sér., t. 4, p. 311–321, 1 fig., 2 tabl.
- DUPLAIX S. et GUILLAUME S. (1963) — Etude stratigraphique et minéralogique des formations tertiaires du Jura. *Rev.Géogr.phys. et Géol.dynam.*, Paris, (2), vol. 5, fasc. 1, p. 37–54, 4 fig., 6 tabl., 1 pl.
- DUPLAIX S., GUILLAUME S. et LEFAVRAIS-RAYMOND A. (1965) — Le Tertiaire de la Bresse, stratigraphie et minéralogie. Comparaison avec les régions voisines. *Rev.Géogr. phys. et Géol.dynam.*, Paris, (2), fasc. 2, p. 135–148, 1 fig., 4 tabl.
- ELLENBERGER F. (1952) — Sur l'âge du métamorphisme dans la Vanoise. *C.R.somm.Soc.géol. France*, Paris, p. 318–321.
- ERHART H. (1956) — La genèse des sols en tant que phénomène géologique. Esquisse d'une théorie géologique et géochimique, biostasie et rhexistasie. *Evolution des Sciences*, Masson édit., Paris, 90 p.
- FALSAN A. (1880) — Note sur la position stratigraphique des terrains tertiaires supérieurs et quaternaires à Hauterives (Drôme). *Bull.Soc.géol.France*, Paris, 3e sér., t. 7, p. 285–306, 5 fig. 1 pl.

- FONTANNES F. (1875) – Le vallon de la Fuly et les sables à buccins des environs d'Heyrieu (Isère). Etude stratigraphique et paléontologique. *Ann.Soc.Agric.Hist.nat. Arts utiles Lyon*, 4e sér., t. VIII, p. 13–72, 2 pl.
- FONTANNES F. (1878) – Etude sur les faunes malacologiques miocènes des environs de Tersanne et de Hauterives (Drôme). *Rev.Sci.Nat.Montpellier*, t.VI, p. 394–415.
- FONTANNES F. (1879) – Première note sur les Foraminifères des terrains tertiaires supérieurs du bassin du Rhône. *Ann.Soc.Agric.Hist.nat.Arts utiles Lyon*, 5e sér., t. II, p. 199–203.
- FONTANNES F. (1880) – Note sur la position stratigraphique du groupe pliocène de Saint-Ariés dans le Bas-Dauphiné septentrional et particulièrement aux environs de Hauterives (Drôme). *Rev.Sci.Nat.Montpellier*, 2e sér., t. 2, p. 317–348.
- FONTANNES F. (1881) – Note sur la position stratigraphique des couches à Congeries de Bollène (Vaucluse) et des marnes à lignites de Hauterives (Drôme). *Ann.Soc.Agric.Hist.nat.Arts utiles Lyon*, 5e sér., t. 4, p. 181–188, 1 pl.
- FONTANNES F. (1881) – Les terrains tertiaires de la région delphino-provençale du bassin du Rhône. *Ann.Soc.Agric.Hist.nat.Arts utiles Lyon*, 5e sér., t. 4, p. 189–268, 1 tabl.
- FONTANNES F. (1882) – Nouvelles observations sur les terrains tertiaires et quaternaires des départements de l'Isère, de la Drôme et de l'Ardèche. *Ann.Soc.Agric.Hist.nat. Arts utiles Lyon*, 5e sér., t. 5, p. 5–22.
- FONTANNES F. (1882) – Note sur les terrains traversés par quelques sondages récemment exécutés dans les départements de l'Isère, la Drôme et le Vaucluse. *Ann.Soc.Agric.Hist.nat.Arts utiles Lyon*, 5e sér., t. 5, p. 73–94, 2 pl.
- FONTANNES F. (1883) – Note sur le sondage de Toussieu (Isère). *Bull. Soc.géol.France*, Paris, 3e sér., t. 11, p. 241–242.
- FOURNET J. (1861) – Géologie lyonnaise. *De Barret impril*, Lyon, 744 p.
- FOURNON S. (1967) – La faune de l'Helvétien inférieur de La Motte-Fanjas (Drôme) : récolte, classement et étude préliminaire. *D.E.S., Fac.Sc.Lyon*, 155 p. dactyl., 3 fig. (inédit).
- GAUTHIER H., DAVID L. et LATREILLE G. (1959) – Quelques précisions sur la stratigraphie du Vindobonien dans la région lyonnaise. *C.R.Acad.Sc.*, Paris, t. 248, p. 2888–2890.
- GERMAIN C. et DEMAISON G. (1958) – Contribution à l'histoire géologique du bassin de Valence. *Trav.Lab.Géol.Fac.Sc.Grenoble*, t.34, p. 49–82, 9 pl.
- GIGNOUX M. et MORET L. (1952) – Géologie dauphinoise ou initiation à la géologie par l'étude des environs de Grenoble. *Arthaud édit.*, Grenoble, 424 p., 71 fig., 3 cartes.
- GIOT P. (1943) – Observations sur l'extension et la composition des terrains oligocènes dans le Royans (Isère et Drôme). *C.R.somm.Soc.géol.France*, Paris, p.52–54.
- GIOT P. (1943) – Sur l'existence, au Tertiaire inférieur, d'un relief géographique séparant le domaine subalpin et la région rhodanienne dans le Nord de la Drôme. *C.R.somm.Soc.géol.France*, Paris, p. 69–75.

- GIOT P. (1943) – Observations sur l'Oligocène et le Sidérolithique du Royans (Isère et Drôme). *C.R.somm.Soc.géol.France*, Paris, p. 137–139.
- GIOT P. (1944) – Contribution à l'étude des terrains tertiaires du Royans (Isère, Drôme). *Trav.Lab.Géol.Fac.Sc.Grenoble*, t. 24, p. 49–68, 2 fig.
- GOGUEL J. (1948) – Essai d'interprétation de la prospection géophysique de la Bresse et du Bas-Dauphiné. *Publ.Bur.Recher.géol. et Géophys.*, Paris, n° 6, 79 p., 33 fig.
- GRAND'EURY (1883) – Sondages dans le Bas-Dauphiné septentrional. *Bull.Soc.géol.France*, Paris, 3e sér., t. 11, p. 366–367.
- GRAS S. (1835) – Statistique minéralogique du département de la Drôme. *Prudhomme édit.*, Grenoble, 296 p.
- GUBLER Y. (1956) – Orientations actuelles des méthodes d'analyse appliquées à la stratigraphie. *Rev.Instit.Fr.Pétrole et Ann.Combust.Liquides*, Paris, vol. 11, n° 1, p.47–65, 10 fig.
- GUILCHER A. (1961) – Le "beach-rock" ou grès de plage. *Ann.Géogr.*, Paris, n° 378, p. 113–125, 1 fig., 2 pl.
- GUILLAUME S., SIGAL J. et GUILLAUME A. (1965) – Sur le Tertiaire du synclinal de la Pesse (Jura). *C.R.Acad.Sc.*, Paris, t. 261, p. 4466–4468.
- HEIM A. (1919) – Geologie der Schweiz. Band 1 : Molasseland und Juragebirge. *Chr.Herm.Tauchnitz édit.*, Leipzig, 704 p., 126 fig., 31 tabl.
- HOFFSTETTER R. (1958) – Le monde vivant au Miocène. *83ème Congr.Soc.Sav.*, Aix-Marseille, *Gauthiers-Villars édit.*, Paris, rapp. I, p. 315–333.
- HOFMANN F. (1957) – Untersuchungen in der subalpinen und mittelländischen Molasse des Ostschweiz. *Ecl.Geol.Helv.*, Bâle, vol. 50, p. 289–322, 2 fig., 8 tabl.
- INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE (1961) – Essai de nomenclature des roches sédimentaires. *Technip édit.*, Paris, 78 p., 4 tabl.
- JODOT P. (1956) – Sur la classification du Miocène supérieur continental de la vallée du Rhône. *Bull.Soc.géol.France*, Paris, 6e sér., t. 5, p. 597–604, 1 tabl.
- JULIEN M. (1940) – Révision de la faune vindobonienne de Saint-Fons (Rhône). *Trav.Lab.Géol.Fac.Sc.Lyon*, fasc. 38, mém. 31, 70 p., 15 fig., 4 pl.
- JUNG J. (1958) – Précis de pétrographie. *Masson édit.*, Paris, 314 p., 160 fig.
- KILIAN W. (1898) – Sur la découverte de restes de Lophiodon dans les sables siliceux des Echelles (Savoie). *Ann.Univ.Grenoble*, t. 10, n° 2, p. 356–370, 1 fig., 1 pl.
- KLINGEBIEL A. (1967) – Etude sédimentologique du Paléogène Nord-Aquitain. Interprétation lithostratigraphique et paléogéographique. *Bull.Instit.Géol.Bassin d'Aquitaine*, Bordeaux, n° 2, 290 p., 22 cart., 63 fig., 28 tabl.
- KRUMBEIN W. et PETTIJOHN F. (1938) – Manual of sedimentary petrography. *Appleton-Century Crofts, edit.*, New-York, 549 p., 265 fig., 53 tabl.
- KRUMBEIN W. et SLOSS L. (1951) – Stratigraphy and sedimentation. *Freeman and Co edit.*, San Francisco, 497 p., fig.
- KUENEN P. (1950) – Marine Geology. *J. Wiley edit.*, New-York, 568 p., 246 fig.

- LATREILLE G. (1959) — Etude sédimentologique des sables molassiques miocènes de la région lyonnaise. *Thèse 3e cycle, Fac.Sc.Lyon*, n° 24, 118 p. dactyl., 47 fig., tabl. (inédit).
- LATREILLE G. (1962) — Minéralogie des sables kaoliniques de Douévas et de Larnage (Drôme). *C.R.somm.Soc.géol.France*, Paris, p. 124–125, 1 fig.
- LATREILLE G. et MEON-VILAIN H. (1966) — Sédimentologie et palynologie d'un sondage dans le Tertiaire supérieur d'Ambérieu-en-Bugey (Ain). *Trav.Lab.Géol.Fac.Sc.Lyon*, N.S., n° 13, p. 7–18, 3 fig., 2 tabl.
- LE CALVEZ Y. et LEFAVRAIS-RAYMOND A. (1954) — Extension de la mer miocène en Bresse. *C.R.somm.Soc.géol.France*, Paris, p. 137–138.
- LEFAVRAIS-RAYMOND A. (1961) — La Bresse et le Bas-Dauphiné au Tertiaire. *Bull.Soc.géol.France*, Paris, 7e sér., t. 3, p. 82–89, 7 fig.
- LEFAVRAIS-RAYMOND A. (1962) — Contribution à l'étude géologique de la Bresse d'après les sondages profonds. *Mém. Bur.Rech.géol.et min.*, Paris, 170 p., 50 fig., 10 pl.
- LEFAVRAIS-RAYMOND A., BOULADON J. et LIENHARDT G. (1960) — Sur le Tertiaire du Bas-Dauphiné (note préliminaire). *C.R.somm.Soc.géol.France*, Paris, p. 160–161, 1 fig.
- LOMBARD A. (1953) — Les rythmes sédimentaires et la sédimentation générale. *Rev.Inst.Fr.Pétrole et Ann.Combust.Liquides*, Paris, p. 9–45, 23 fig.
- LOMBARD A. (1956) — Géologie sédimentaire : les séries marines. *Masson édit.*, Paris, 722 p., 180 fig., 13 pl.
- LORY C. (1857) — Esquisse d'une carte géologique du Dauphiné. *Bull.Soc.géol.France*, Paris, 2e sér., t. 15, p. 10–69, 1 pl.
- LORY C. (1860) — Description géologique du Dauphiné, pour servir d'explication à la carte géologique de cette province. *Savy édit.*, Paris, 748 p., 33 fig., 5 pl.
- LORY C. (1863) — Note sur les dépôts tertiaires et quaternaires du Bas-Dauphiné. *Bull.Soc.géol.France*, Paris, 2e sér., t. 20, p. 363–391, 1 pl.
- MACAR P. (1934) — Analyses granulométriques des sables tertiaires des environs de Liège. *Ann.Soc.géol.Belgique*, Liège, t. 58, n° 1, p. 22–38.
- MAILLARD C. (1949) — Observations sur les galets d'argile de la molasse dans la région lyonnaise. *Bull.Soc.géol.France*, Paris, 5e sér., t. 19, p. 533–537, 1 fig.
- MERMIER E. (1895) — Sur la découverte d'une nouvelle espèce d'Acerotherium dans la molasse burdigalienne du Royans. *Ann.Soc.Linn.Lyon*, t. 42, 31 p., 2 fig., 1 pl.
- MERMIER E. (1897) — Sur les terrains aquitaniens de la partie moyenne de la vallée du Rhône. *Ann.Soc.Linn.Lyon*, t. 44, 30 fig., 1 pl.
- MICHEL R. (1953) — Les schistes cristallins des Massifs du Grand Paradis et de Sesia-Lanzo (Alpes italiennes). *Sc. de la Terre*, Nancy, t. 1, n° 3–4, 287 p., 51 fig., 1 cart.
- MICHEL R. (1953) — Résultats de l'étude pétrographique et zonéographique des schistes cristallins des Massifs du Grand Paradis et de Sesia-Lanzo. *Trav.Lab.Géol.Fac.Sc.Grenoble*, t. 30, p. 149–165, 3 fig.

- MILNER H. (1962) — Sedimentary Petrography. *Ward et Higham édit.*, London, Vol. I : 643 p., 93 fig., 25 pl., 45 tabl. ; Vol. II : 715 p., 82 fig., 71 pl., 20 tabl.
- MOOS A. von (1935) — Sedimentpetrographische Untersuchungen an Molassesandsteinen. *Bull.Suisse Minéral.Péto.*, Zürich, 15; 2, p. 169–265, 9 fig.
- MORET L. (1922) — La région molassique et sa bordure nummulitique d'Annecy à Cluses. *Rev.Savoisienne*, Annecy, p. 1–15, 1 fig.
- MORET L. (1923) — Révision de la feuille d'Annecy au 80 000e. *Bull.Serv.Carte géol.France*, t.27, n° 151, p. 1–16.
- MORET L. (1958) — Faits nouveaux sur le Miocène de la Basse-Isère. *Trav.Lab.Géol.Fac.Sc.Grenoble*, t. 34, p. 35–41, 2 fig., 1 pl.
- MORET L. et MAZEN-PAPIER M. (1964) — Faits nouveaux sur le Miocène de la Basse-Isère. *Trav.Lab.Géol.Fac.Sc.Grenoble*, t. 40, p. 37–44, 5 fig.
- MULLER N. (1964) — Etude géologique de l'autoroute Vienne-Valence près de Saint-Vallier. *Organe techn.région. et Lab.Cent.Ponts et Chaussées*, Lyon, 11 p. dactyl., 3 pl. (inédit).
- NESTEROFF W. (1954) — Sur la formation des grès de plage ou "beach-rocks" en Mer Rouge. *C.R.Acad.Sc.*, Paris, t. 239, p. 2547–2548.
- NESTEROFF W. (1956) — Le substratum organique dans les dépôts calcaires. Sa signification. *Bull.Soc.géol.Fr.*, Paris, 6e sér., t. 6, p. 381–389.
- OTTMANN F. (1965) — Introduction à la géologie marine et littorale. *Masson édit.*, Paris, 259 p., 124 fig.
- PAQUIER V. (1898) — Note sur le Lophiodon des sables bigarrés des Echelles (Savoie). *Ann.Univ.Grenoble*, t. 10, n° 2, p. 372–375, 1 pl.
- PERRIAUX J. (1968) — Remerciements pour l'attribution du prix Louis Barrabé. *C.R.somm.Soc.géol.France*, Paris, p. 212–213.
- PETTIJOHN F. (1941) — Persistence of heavy minerals and geologic Age. *Journ.Geol.*, Chicago, vol. 49, p. 610–625.
- PETTIJOHN F. (1954) — Classification of sandstones. *Journ.Geol.*, Chicago, vol. 62, n° 4, p. 344–359.
- PIMIENTA J. (1958) — Les deltas intermittents (existence d'un paléodelta de l'Amazone). *Ecl.Geol.Helv.*, Bâle, 51, n° 3, p. 551–561, 4 fig.
- POMEROL C. (1965) — Les sables de l'Eocène supérieur (Lédien et Bartonien) des Bassins de Paris et de Bruxelles. *Mém.Serv.Carte géol.France*, Paris, 214 p., 75 fig., 7 pl., 2 tabl.
- PORTHAULT B. (1968) — Le problème du "Sénonien" du Vercors : données stratigraphiques nouvelles, conséquences paléogéographiques et paléotectoniques. *Bull.Soc.géol.Fr.*, sous presse (résumé in *C.R.somm.Soc.géol.Fr.*, p. 178).
- RECH-FROLLO M. (1960) — Flysch et molasse. *Bull.Soc.géol.France*, Paris, 7e sér., t. 2, p. 752–757, 1 tabl.
- RIGASSI D. (1957) — Le Tertiaire de la région genevoise et savoisienne. *Bull.Ver.Schweizer Petrol.Geol.u.Ing.*, vol. 24, n° 66, p. 19–34, 6 fig.

- ROMAN F. (1926) — Geologie lyonnaise. *Presses universit. France, édit.*, Paris, 356 p., 56 fig.
- ROUKHINE L. (1955) — Bases de la lithologie. Etude des formations sédimentaires. *Traduc. Centre Et. Doc. Paléont.*, Paris, n° 9, 477 p. dactyl., 304 fig.
- RUSSO P. (1960) — Un golfe post-oligocène au Nord de la Croix-Rousse. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 250, p. 1686–1688.
- RUSSO P. et AUDIN A. (1961) — Le site de Lyon. Panorama de son évolution. *Rev. Géogr. Lyon*, vol. XXXVI, n° 4, p. 295–346, 10 fig., 1 photo.
- RUTSCH R. (1958) — Le profil-type de l'Helvétien. *C.R. Congr. Soc. Sav.*, Aix-Marseille, Gauthiers-Villars édit., p. 265–275.
- SITTLER C. (1965) — Le Paléogène des fossés rhénan et rhodanien. Etudes sédimentologiques et paléoclimatiques. *Mém. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, Strasbourg, n° 24, 392 pl., 102 fig., 120 tabl.
- STAUB R. (1934) — Grundzüge und probleme alpinen Morphologie. *Mém. Soc. helv. Sc. Nat.*, Zürich, 69, 1.
- STRAKHOV N. (1957) — Méthodes d'étude des Roches sédimentaires. *Ann. Serv. Inform. Geol.*, n° 35, t. 1 : 542 p., 133 fig., 58 tabl., 43 pl. ; t. 2 : 535 p., 154 fig., 55 tabl., 8 pl.
- TCHIMICHKIAN G., REULET S. et VATAN A. (1958) — Etude pétrographique des matériaux molassiques de quelques sondages profonds de Bresse. *Ecl. Geol. Helv.*, Bâle, 51, n° 3, p. 1093–1114, 2 fig., 3 tabl.
- TERCIER J. (1939) — Dépôts marins actuels et séries géologiques. *Ecl. Geol. Helv.*, Bâle, 32, p. 47–100.
- THORAL M. (1950) — A propos des galets d'argile de la molasse dans la région lyonnaise. *C.R. somm. Soc. géol. France*, Paris, p. 226–227.
- TOURENQ J. (1963) — Etude sédimentologique des alluvions de la haute vallée de l'Arve (Haute-Savoie). *Thèse 3e cycle, Fac. Sc. Paris*, 2 vol., 111 p. dactyl., 77 fig., 2 pl. (inédit).
- TRUC G., CARBONNEL G., LATREILLE G., et DEMARCQ G. (1966) — Sur l'extension des sables d'Heyrieux à l'Est de Lyon. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Lyon*, N.S., n° 13, p. 267–272, 2 fig., 1 tabl.
- TRUMPY R. et BERSIER A. (1954) — Les éléments des conglomérats oligocènes du Mont-Pélerin. Pétrographie, statistique, origine. *Ecl. Geol. Helv.*, Bâle, 47, n° 1, p. 119–166, 6 fig., 2 tabl.
- VATAN A. (1948) — Rythmes de sédimentation en Aquitaine. *Proc. 18e Congr. géol. Intern.*, London, IV, p. 74–82, 2 fig.
- VATAN A. (1949) — La sédimentation détritique dans la zone subalpine et le Jura méridional, au Crétacé et au Tertiaire. *C.R. somm. Soc. géol. France*, Paris, p. 102–104.
- VATAN A. (1953) — La sédimentologie et les réservoirs. *Rev. Instit. Fr. pétrole et Ann. Combust. Liquides*, Paris, 8, p. 475–485.
- VATAN A. (1954) — Pétrographie sédimentaire. *Technip édit.*, Paris, 124 p., fig.

- VATAN A. (1954) — Etude minéralogique des roches détritiques. *Instit. Fr. Pétrole*, Paris, Ref. 107, 40 p., 9 fig., 3 pl.
- VATAN A. (1956) — Travaux pratiques de Pétrographie sédimentaire (minéralogie). *Instit. Fr. Pétrole*, Paris, Ref. 1208, 207 p., 83 fig., tabl.
- VATAN A. (1959) — Les méthodes de laboratoire appliquées à l'étude des sédiments. *Mines et Géol.*, Rabat, n° 6, p. 63–70, 7 fig.
- VATAN A. (1967) — Manuel de Sédimentologie. *Technip édit.*, Paris, 397 p., fig. tabl.
- VATAN A. et JOURNAUX A. (1949) — Premiers résultats d'une étude pétrographique des matériaux des plaines de la Saône. *C.R. somm. Soc. géol. France*, Paris, p. 90–91.
- VATAN A., ROUGE P. et BOYER E. (1957) — Etudes sédimentologiques et pétrographiques dans le Tertiaire subalpin et jurassien de Savoie et des régions limitrophes. *Rev. Instit. Fr. Pétrole et Ann. Combust. Liquides*, Paris, 12, n° 4, p. 468–480, 8 fig.
- VERGER F. (1963) — Les techniques d'analyse granulométrique. *Centre Docum. carto. et géogr.*, Paris, t. 9, fasc. 1, 64 p., 51 fig.
- VERNET J. (1958) — Les minéraux lourds d'une série chattienne de la molasse du Plateau Suisse. *Bull. Soc. vaud. Sc. Nat.*, Lausanne, 67, n° 298, p. 93–101, 2 fig., 1 tabl.
- VERNET J. (1959) — Etudes sédimentologiques et pétrographiques des formations tertiaires et quaternaires de la partie occidentale du Plateau Suisse. *Ecl. Geol. Helv.*, Bâle, 51, n° 3, p. 1115–1152, 13 fig.
- VERNET J. (1964) — Pétrographie sédimentaire du sondage de Peissy. *Arch. Sc.*, Genève, 17, fasc. 1, p. 92–99, 2 fig., 2 tabl.
- VERNET J. (1964) — Etudes sédimentologiques dans la molasse des Préalpes valaisannes. *Arch. Sc.*, Genève, 17, fasc. 3, p. 346–354, 2 fig., 2 tabl.
- VILAIN R. (1966) — Le gisement de Sous-Balme à Culoz (Ain) et ses industries microlitiques. *Docum. Lab. Géol. Fac. Sc. Lyon*, n° 13, 219 p., 23 pl., 45 fig.
- WAGNER A. (1962) — Observations géologiques nouvelles sur la région du Vuache méridional et du Mont de Musiège. *Arch. Sc.*, Genève, 15, fasc. 2, p. 297–307, 1 tabl.
- WAGNER A. et WELLHAUSER F. (1966) — Corrélations pétrographiques et stratigraphiques de l'Oligocène dans l'Est du bassin de Bellegarde-Seyssel (Haute-Savoie, France). *Bull. Soc. Phys. et His. Nat.*, Genève, N.S., 1, fasc. 2, p. 75–82, 3 fig.
- ZONNEVELD J. (1956) — The use for heavy minerals for stratigraphic purposes. *C.R. 4e Congr. INQUA*, Rome-Pise, t. 1, p. 268–277.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES	Pages
1 – Bas-Dauphiné et régions limitrophes.	8
2 – Exemple de courbe cumulative bimodale et histogramme de fréquence correspondant ; paramètres granulométriques et correction de P. Macar.	12
3 – Carte structurale du bassin de Valence.	22
4 – L'Ouest du Bas-Dauphiné et les rivières centraliennes actuelles affluents du Rhône, entre Lyon et Valence.	26
5 – Eocène de Douévas et de Larnage (Drôme).	30
6 – Granulométrie de l'Eocène du Bas-Dauphiné.	32
7 – Carte géologique schématique du Royans.	34
8 – Granulométrie de l'Eocène du Royans.	35
9 – Granulométrie de l'Oligocène du Royans.	41
10 – L'Oligocène du Bas-Dauphiné et des régions limitrophes : sondages et affleurements ; extension de l'association lourde : épidote, grenat, glaucophane.	46
11 – Minéraux lourds du sondage de Saint-Lattier SL ₁ (Drôme).	52
12 – L'Aquitainien du Bas-Dauphiné et des régions limitrophes : sondages et affleurements ; extension des deux zones minéralogiques.	55
13 – Extension de la mer burdigalienne.	58
14 – Répartition des faciès du Tertiaire dans l'W du Royans.	60
15 – Granulométrie du Burdigalien du Royans.	61
16 – Burdigalien de l'W du Royans : répartition des faciès ; teneur en calcaire ; minéraux lourds.	63
17 – Les synclinaux tertiaires du Vercors et de la Chartreuse.	64
18 – Granulométrie du Burdigalien du Vercors.	66
19 – Burdigalien du synclinal du Vercors : répartition des faciès ; teneur en calcaire ; minéraux lourds.	67

FIGURES

	Pages
20 – Granulométrie du Burdigalien de la Chartreuse.	70
21 – Schéma de la sédimentation burdigalienne en Vercors et en Chartreuse.	72
22 – Tertiaire de Pont-en-Royans : répartition des faciès ; teneur en calcaire ; minéraux lourds.	77
23 – Helvétien de l'Ouest du Royans : répartition des faciès ; teneur en calcaire ; minéraux lourds.	79
24 – Schéma de la sédimentation à l'Helvétien inférieur dans le Vercors.	82
25 – Carte géologique schématique du Tertiaire du Bas-Dauphiné et limites du delta conglomératique de Voreppe.	86
26 – Répartition des sables granitiques du Plateau de Chambaran.	91
27 – Granulométrie des sables granitiques de Clérieux.	93
28 – Granulométrie des sables granitiques de Clérieux (suite) : Marsaz, Chantemerle-les-Blés.	94
29 – Granulométrie de mélanges.	97
30 – Granulométrie des sables granitiques de Saint-Barthélémy-de-Vals 1.	98
31 – Granulométrie des sables granitiques de Saint-Barthélémy-de-Vals (suite) : Saint-Barthélémy ; Saint-Uze.	100
32 – Minéraux lourds des sables granitiques du Plateau de Chambaran.	101
33 – Répartition des principales espèces minéralogiques lourdes dans les sables granitiques du Plateau de Chambaran.	103
34 – Granulométrie des sables de Saint-Donat : vallée de l'Herbasse.	108
35 – Granulométrie des sables de Saint-Donat : vallée de la Galaure.	109
36 – Granulométrie des sables de Saint-Donat : vallée de la Galaure (suite).	110
37 – Minéraux lourds des sables de Saint-Donat.	113
38 – Répartition schématique des sables miocènes dans l'Ouest du Plateau de Chambaran.	116
39 – Granulométrie des sables de Montchenu-Tersanne : Montchenu, Ratières.	119
40 – Granulométrie des sables de Montchenu-Tersanne (suite) : Saint-Martin-d'Août ; Tersanne.	120
41 – Granulométrie des sables de Montchenu-Tersanne (suite) : localités diverses.	121
42 – Minéraux lourds des sables de Montchenu-Tersanne et des sables continentaux de l'W du Plateau de Chambaran.	123
43 – Granulométrie des sables continentaux de l'Ouest du Plateau de Chambaran.	126

FIGURES

	Pages
44 – Résumé des principales caractéristiques granulométriques et minéralogiques du Miocène de l'Ouest du Plateau de Chambaran.	131
45 – Stratigraphie des conglomérats de Voreppe.	134
46 – Granulométrie des sables de la coupe Saint-Bonnet-Saint-Antoine.	136
47 – Minéraux lourds de l'Est du Plateau de Chambaran.	139
48 – Granulométrie des sables de la coupe Vinay-Col de Toutes Aures.	141
49 – Granulométrie des sables granitiques du Lyonnais.	146
50 – Granulométrie des sables granitiques du Lyonnais (suite).	147
51 – Granulométrie des sables de Saint-Fons.	151
52 – Minéraux lourds des sables miocènes de la région lyonnaise.	153
53 – Les sables d'Heyrieux : situation des coupes étudiées.	155
54 – Granulométrie des sables d'Heyrieux (Saint-Just-Chaleyssin, Saint-Pierre-de-Chandieu).	164
55 – Granulométrie des sables d'Heyrieux (Moidieu-Détourbe).	165
56 – Granulométrie des sables d'Heyrieux (La Vernea, Bonne-Famille, Toussieu).	166
57 – Granulométrie des sables continentaux de la région lyonnaise.	169
58 – Résumé des principales caractéristiques granulométriques et minéralogiques du Miocène de la région lyonnaise.	172
59 – Granulométrie des sables de Pont-de-Beauvoisin.	174
60 – Minéraux lourds des sables de Pont-de-Beauvoisin et de Chimilin.	177
61 – Granulométrie des sables de Chimilin.	180
62 – Granulométrie des sables du delta de Voreppe.	182
63 – Minéraux lourds des sables du delta de Voreppe : coupe Saint-Jean-d'Avelanne-Velanne.	185
64 – Minéraux lourds des sables du delta de Voreppe (suite).	187
65 – Courbes de répartition des médianes des sables marins et deltaïques du Bas-Dauphiné.	193
66 – Diagrammes Médiane-Classement et Médiane-Asymétrie des sables miocènes du Bas-Dauphiné.	196
67 – Associations minéralogiques des sables miocènes du Bas-Dauphiné.	200
68 – Répartition de l'épidote et du grenat en fonction du diamètre du grain lourd médian dans les sables miocènes marins du Bas-Dauphiné.	201
69 – Courbes de répartition des minéraux alpins dans les sables marins du Bas-Dauphiné.	203

FIGURES

	Pages
70 – Courbes de répartition des minéraux alpins dans les sables deltaïques du Bas-Dauphiné.	204
71 – Courbes de répartition des minéraux alpins dans les sables continentaux du Bas-Dauphiné.	205
72 – Granulométrie de l'Helvétien du Royans.	208
73 – Granulométrie de l'Helvétien du Vercors.	210
74 – Granulométrie du Vindobonien de Chartreuse méridionale.	212
75 – L'Ouest du Plateau de Chambaran (Drôme) : emplacement des communes citées	Ann. A56
76 – L'Est du Plateau de Chambaran, Royans, Vercors (Drôme, Isère) : emplacement des communes citées.	Ann. A57
77 – Région lyonnaise s.l. (Rhône, Isère) : emplacement des communes citées.	Ann. A58
78 – Région de Pont-de-Beauvoisin, Chartreuse (Isère, Savoie) : emplacement des communes citées.	Ann. A59

TABLEAUX

	Pages
1 – Classification granulométrique des roches détritiques.	19
2 – Caractéristiques granulométriques de l'Eocène du Bas-Dauphiné.	31
3 – Composition minéralogique de l'Eocène du Bas-Dauphiné, du Royans, de la Savoie et de la Bresse.	36
4 – Indices granulométriques de l'Eocène et de l'Oligocène du Royans.	40
5 – Composition minéralogique globale de l'Eocène et de l'Oligocène du Royans.	42
6 – Composition minéralogique de l'Oligocène du Bas-Dauphiné, du Royans, de la Bresse et du Jura.	45
7 – Composition minéralogique de l'Oligocène de Savoie et de Suisse.	47
8 – Composition minéralogique de l'Aquitainien.	53
9 – Composition minéralogique du Burdigalien.	74
10 – Les faciès du Miocène du Bas-Dauphiné.	88

TABLEAUX

	Pages
11 – Indices granulométriques des sables granitiques du Plateau de Chambaran.	94
12 – Indices d'émoussé et d'aplatissement des galets granitiques : Saint-Barthélémy-de Vals 1b.	99
13 – Composition minéralogique globale des sables granitiques du Plateau de Chambaran.	102
14 – Indices granulométriques des sables de Saint-Donat.	111
15 – Composition minéralogique globale des sables de Saint-Donat.	112
16 – Indices granulométriques des sables de Montchenu-Tersanne.	118
17 – Composition minéralogique globale des sables de Montchenu-Tersanne.	124
18 – Indices granulométriques des sables continentaux de l'W du Plateau de Chambaran.	127
19 – Composition minéralogique globale des sables continentaux de l'W du Plateau de Chambaran.	128
20 – Indices granulométriques et composition minéralogique globale des sables de la coupe Saint-Bonnet-Saint-Antoine.	138
21 – Indices granulométriques des sables granitiques du Lyonnais.	147
22 – Composition minéralogique globale des sables granitiques du Lyonnais.	148
23 – Indices granulométriques des sables de Saint-Fons.	152
24 – Composition minéralogique globale des sables de Saint-Fons.	152
25 – Nature des galets des sables d'Heyrieux.	159
26 – Indices d'émoussé et d'aplatissement des galets calcaires des sables d'Heyrieux.	160
27 – Indices d'émoussé et d'aplatissement des galets de quartz des sables d'Heyrieux.	161
28 – Granulométrie des sables d'Heyrieux.	163
29 – Composition minéralogique globale des sables d'Heyrieux.	167
30 – Indices granulométriques des sables continentaux de la région lyonnaise.	168
31 – Composition minéralogique globale des sables continentaux de la région lyonnaise.	170
32 – Indices granulométriques des sables de Pont-de-Beauvoisin et de Chimilin.	175
33 – Composition minéralogique globale des sables de Pont-de-Beauvoisin et de Chimilin.	176
34 – Indices d'émoussé et d'aplatissement des galets de quartz des sables de Chimilin.	179
35 – Indices d'émoussé et d'aplatissement des galets à La Chapelle-de-la-Tour.	188
36 – Indices granulométriques des sables du delta de Voreppe.	189
37 – Composition minéralogique globale des sables du delta de Voreppe.	190
38 – Composition minéralogique des sables vindoboniens de la Bresse, du Jura et de la Suisse.	213
39 – Résumé des principaux groupements minéralogiques de la Suisse à l'Isère, au cours du Tertiaire.	221

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS	5
SOMMAIRE	7
INTRODUCTION	9
I – Présentation de la région étudiée	9
II – Méthodes d'étude	11
A – Analyse granulométrique	11
B – Analyse minéralogique	15
C – Analyse morphométrique des galets	18
III – Nomenclature granulométrique et pétrographique	19
Chapitre I : CADRE PALEOGEOGRAPHIQUE ET MINERALOGIQUE	23
1 – Paléogéographie	23
2 – Minéraux lourds caractérisant les apports centraliens	24
3 – Minéraux lourds caractérisant les apports de la chaîne dauphinoise	27
4 – Minéraux lourds caractérisant les apports alpins.	28
Chapitre II : LE PALEOGENE	29
Partie 1 : L'EOCENE	29
A – Bas-Dauphiné	30
B – Royans	33
C – Savoie, Jura et Bresse	37
D – Conclusion	37

Partie 2 : L'OLIGOCENE	39				
A – Bas-Dauphiné et Royans	39				
B – Régions extra-dauphinoises	44				
C – Conclusion	48				
Chapître III : LE MIOCENE INFERIEUR	49				
Partie 1 : L'AQUITANIEN	49				
A – Bas-Dauphiné et Royans	49				
B – Régions extra-dauphinoises	54				
C – Conclusion	56				
Partie 2 : LE BURDIGALIEN	57				
A – Royans	57				
B – Vercors	64				
C – Chartreuse	68				
D – Haute-Savoie, Jura et Suisse	71				
E – Conclusion	71				
Chapître IV : LE MIOCENE SUPERIEUR : HELVETIEN ET TORTONIEN	75				
Partie 1 : L'HELVETIEN MARNEUX	76				
A – Royans	76				
B – Vercors	80				
C – Bas-Dauphiné	81				
Partie 2 : LE VINDOBONIEN	85				
A – Bas-Dauphiné	85				
1 – Bas-Dauphiné méridional : Plateau de Chambaran	89				
<i>IA – Ouest du Plateau de Chambaran</i>	89				
1 – Sables granitiques	90				
A – Vallée de l'Herbasse : sables granitiques de Clérieux	90				
B – Vallée de la Galaure : sables granitiques de Saint-Barthélémy-de-Vals	96				
C – Minéraux lourds des sables granitiques	102				
					2 – Sables de Saint-Donat
					106
					3 – Sables de Montchenu et sables de Tersanne
					115
					4 – Dépôts continentaux : sables et marnes
					125
					5 – Conclusions
					130
					<i>IB – Est du Plateau de Chambaran</i>
					133
					2 – Bas-Dauphiné septentrional
					143
					<i>IIA – Région lyonnaise s.l.</i>
					143
					1 – Sables granitiques
					144
					2 – Sables de Saint-Fons
					150
					3 – Sables d'Heyrieux
					154
					4 – Sables continentaux
					168
					5 – Conclusions
					171
					<i>IIB – Région de Pont-de-Beauvoisin</i>
					173
					1 – Sables de Pont-de-Beauvoisin
					173
					2 – Sables de Chimilin
					178
					3 – Conclusions
					181
					<i>IIC – Région du delta conglomératique de Voreppe</i>
					183
					3 – Conclusions
					191
					1 – Granulométrie
					191
					2 – Pétrographie
					196
					a – Minéraux légers
					196
					b – Minéraux lourds
					199
					c – Minéraux argileux
					206
					B – Le Vindobonien en bordure du Bas-Dauphiné
					207
					I – Vercors
					207
					II – Chartreuse
					211
					III – Suisse et Jura
					214
					IV – Dombes et Bresse
					214
					Chapître V : LE PLIOCENE
					217

Chapitre VI : CONCLUSIONS	219
I – Succession des principales unités stratigraphiques, granulométriques et minéralogiques	219
II – Les bassins d'alimentation des cours d'eau alpins	223
III – Source des minéraux lourds alpins	225
IV – Source des minéraux légers alpins	227
V – Evolution du bassin versant	230
VI – Conclusion générale	231
Bibliographie	233
Table des illustrations	245
Table des matières	251

ANNEXE

Partie 1 : Caractéristiques granulométriques	A1
Partie 2 : Minéraux lourds	A20
Partie 3 : Situation des prélèvements	A55

**LA SEDIMENTATION DETRITIQUE AU TERTIAIRE
DANS LE BAS-DAUPHINE ET LES REGIONS LIMITOPHES**

ANNEXE

Sommaire :

Partie 1 : Caractéristiques granulométriques	A1 à A19
Partie 2 : Minéraux lourds	A20 à A54
Partie 3 : Situation des prélèvements	A55 à A81

Chaque échantillon étudié porte le nom de la commune sur le territoire de laquelle il a été prélevé. Il porte ensuite un numéro d'ordre.

Partie 1 : CARACTERISTIQUES GRANULOMETRIQUES

La fraction sableuse décalcifiée (diamètre des grains supérieur à 0,05 mm) de chaque échantillon étudié est caractérisée par :

– sa médiane

– ses indices :

$$\text{indice de classement : } \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}$$

$$\text{indice d'asymétrie : } \frac{Q_1 \times Q_3 (1)}{Md^2}$$

$$\text{indice d'acuité : } \frac{Q_3 - Q_1}{2(P_{10} - P_{90})}$$

(1) – Lorsque la répartition d'un échantillon est franchement bimodale, l'indice d'asymétrie est calculé sur les deux parties de la courbe représentative : "Gr" est l'indice de la partie grossière, "Fin" celui de la partie sableuse.

EOCENE										A2	
N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité	N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité		
BAS-DAUPHINE											
Erôme	11	1,10	1,79	0,74	0,18	St Barthélémy de Vals	D. 1	1,30	2,78	0,44	0,35
Larnage	11	1,80	2,13	0,79	0,24	St Barthélémy de Vals	D. 2	0,98	3,22	0,53	0,21
Larnage	12	1,60	2,32	0,83		St Barthélémy de Vals	D. 5	0,16	1,63	0,84	0,21
Larnage	13	3,50	2,03	0,76	0,24						
ROYANS											
Oriol-en-R.	E. 11	0,59	1,64	0,84	0,27	Pont-en-R.	E.21	0,41	1,75	0,88	0,29
Oriol-en-R.	E. 21	0,68	2,74	1,27	0,28	Rochechinard	31	0,39	2,05	0,79	0,27
Oriol-en-R.	E. 22	0,40	1,69	0,79	0,26	St Nazaire en R.	11	0,49	1,44	0,77	0,25
Pont-en-R.	E. 11	0,25	1,65	0,85	0,30	St Nazaire en R.	22	0,47	1,50	0,80	0,26
OLIGOCENE											
ROYANS											
La Motte-Fanjas	11	0,44	1,72	0,73	0,29	La Motte-Fanjas	43	0,31	1,97	0,90	0,34
La Motte-Fanjas	12	0,34	1,86	0,87	0,32	La Motte-Fanjas	44	0,47	1,80	0,65	0,33
La Motte-Fanjas	21	0,28	1,62	1,08	0,26	Rochechinard	11	0,47	1,86	0,62	0,31
La Motte-Fanjas	22	0,27	1,65	1,07	0,27	Rochechinard	12	0,23	1,86	1,47	0,30
La Motte-Fanjas	41	0,50	1,88	0,57	0,31	Rochechinard	13	0,51	1,81	0,61	0,29
La Motte-Fanjas	42	0,20	1,87	1,72	0,29						

AQUITANIEN										A3	
N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité	N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité		
ROYANS											
La Motte-Fanjas	32	0,11	1,15	0,89	0,25						
BURDIGALIEN											
ROYANS											
Bouvante	11	0,23	1,35	1,00	0,22	Pont-en-R.	52	0,60	1,71	0,68	0,22
Bouvante	12	0,57	1,87	0,78	0,22	St Just-de-Claix (Pt de Manne)	A.12	0,19	1,24	0,96	0,27
VERCORS											
Rencurel	12	0,37	1,72	1,04	0,23	Rencurel	14	0,38	1,69	1,15	0,20
Rencurel	13	0,34	1,65	1,14	0,23	St Nizier	B.1	0,22	1,34	0,84	0,23
CHARTREUSE											
La Bridoire	11	0,42	1,26	0,92	0,21	Quaix	41	0,15	1,23	0,96	0,23
Grésin	11	0,17	1,24	0,90	0,25	Quaix	51	0,12	1,33	1,0	0,22
Miribel	11	0,28	1,24	1,02	0,23	Ste Marie d'Alvey	10	0,15	1,17	1,04	0,28
Miribel	12	0,34	1,43	0,86	0,27	Ste Marie d'Alvey	21	0,15	1,23	0,96	0,30
Pomarey	61	0,21	1,24	1,25	0,13						

VINDOBONIEN										A4	
OUEST DU PLATEAU DE CHAMBARAN											
N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité	N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité		
Sables granitiques											
1 – Vallée de l'Herbasse											
Chantemerle les Blés	61	0,90	1,89	Gr. 0,91 Fin. 0,99	Clérieux	32	0,27	1,27	0,97	0,20	
					Clérieux	41	1,30	1,39	0,87	0,25	
Chantemerle les Blés	62	0,13	1,28	1,17	0,17	Clérieux-Pt de l'Herbasse	11	0,98	1,72	Gr. 1,03 Fin. 0,99	
Chantemerle les Blés	71	0,44	2,20	Gr. 0,95 Fin. 1,03	Clérieux-Pt de l'Herbasse	21	0,22	1,66	Gr. 0,99 Fin. 1,13		
Chantemerle les Blés	72	0,17	1,54	0,99	0,30	Clérieux-Pt de l'Herbasse	22	1,30	2,11	Gr. 0,96 Fin. 0,99	
Clérieux	11	1,20	1,40	0,91	0,18	Marsaz	11	1,10	1,36	0,88	0,25
Clérieux	12	1,50	1,52	0,84	0,28	Marsaz	12	1,03	1,55	0,81	0,20
						Marsaz	13	0,24	1,31	0,85	0,26
Clérieux	21	0,63	1,85	Gr. 0,94 Fin. 1,07	Marsaz	14	0,34	1,16	0,97	0,20	
Clérieux	22	0,32	2,28	Gr. 0,98 Fin. 0,94							
Clérieux	31	1,0	2,10	Gr. 0,85 Fin. 0,91							
2 – Vallée de la Galaure											
St Barthélémy de Vals	11	0,91	2,53	0,64	0,33	St Barthélémy de Vals	111	2,8	5,43	0,73	0,28
St Barthélémy de Vals	12	0,93	3,20	1,67	0,16	St Barthélémy de Vals	114	2,1	3,16	0,44	0,31
St Barthélémy de Vals	13	0,16	1,22	0,84	0,33	St Barthélémy de Vals	21	0,36	1,19	0,99	0,20
St Barthélémy de Vals	107	12,5	3,41	0,46	0,37	St Barthélémy de Vals	51	1,18	2,29	0,60	0,22

VINDOBONIEN										A5	
OUEST DU PLATEAU DE CHAMBARAN (suite)											
N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité	N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité		
Sables granitiques (suite)											
2 – Vallée de la Galaure (suite)											
St Barthélémy de Vals	31	0,43	1,98	Fin. 1,02	St Uze	11	2,10	3,16	Gr. 0,96 Fin. 1,11		
St Barthélémy de Vals	61	32,0	4,46	0,08	0,42	St Uze	41	0,30	1,42	0,98	0,24
St Barthélémy de Vals	C. 1	1,30	2,41	Gr. 0,88 Fin. 0,96	St Uze	42	0,41	2,06	1,70	0,19	
					St Uze	81	1,3	3,60	1,99	0,21	
Sables de St Donat											
1 – Vallée de l'Herbasse											
Bren	11	0,27	1,22	0,89	0,24	Romans	12	0,21	1,29	1,22	0,22
Charmes	11	0,42	1,42	1,11	0,33	Romans	13	0,35	1,31	1,10	0,23
Génissieux	11	0,36	1,22	0,96	0,26	Romans	14	0,39	1,23	1,01	0,24
Génissieux	12	0,09	1,18	1,09	0,25	Romans	15	0,56	1,32	0,93	0,26
Génissieux	21	0,40	1,21	0,94	0,24	St Bardoux	11	0,34	1,30	0,91	0,24
Geyssans	11	0,38	1,17	0,85	0,18	St Bardoux	12	0,32	1,31	0,96	0,24
Parnans	11	0,29	1,18	1,04	0,20	St Donat	11	0,20	1,24	1,11	0,25
Parnans	12	0,26	1,33	0,85	0,25	St Donat	21	0,44	1,24	1,02	0,29
Parnans	21	0,40	1,46	0,83	0,29	St Donat	41	0,15	1,29	1,06	0,24
Parnans	22	0,32	1,25	1,04	0,22	St Donat	42	0,26	1,25	0,91	0,23
Romans	11	0,44	1,50	1,05	0,29	St Donat	43	0,27	1,32	0,96	0,26
						Triors	11	0,32	1,43	0,88	0,29

VINDOBONIEN										A 6	
OUEST DU PLATEAU DE CHAMBARAN (suite)											
N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité	N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité		
Sables de St Donat (suite)											
1 - Vallée de l'Herbasse (suite)											
Triors	12	0,44	1,23	1,00	0,30	Triors	14	0,34	1,16	0,98	0,23
Triors	13	0,45	1,49	1,12	0,14						
2 - Vallée de la Galaure											
Anneyron	11	0,35	1,14	0,95	0,23	La Motte de G.	13	0,30	1,26	1,01	0,20
Anneyron	11a	0,35	1,15	0,98	0,20	La Motte de G.	21	0,21	1,29	1,08	0,21
Anneyron	12	0,34	1,14	0,95	0,16	La Motte de G.	22	0,22	1,30	1,02	0,24
Chantemerle	11	0,14	1,27	0,81	0,33	La Motte de G.	31	0,32	1,29	0,93	0,26
Chantemerle	21	0,59	1,48	0,91	0,24	La Motte de G.	41	0,28	1,29	0,94	0,28
Chantemerle	31	0,69	1,21	0,87	0,18	La Motte de G. C.	11	0,20	1,25	1,00	0,24
Chantemerle	32	0,66	1,18	1,00	0,18	La Motte de G. F.	11	0,13	1,30	1,00	0,29
Chantemerle	33	0,09	1,20	0,86	0,21	Mureils	11	0,46	1,30	0,82	0,28
Chantemerle	41	0,10	1,17	0,88	0,25	Mureils	21	0,44	1,33	0,88	0,29
Châteauneuf	21	0,60	1,34	0,92	0,22	Ratières	51	0,27	1,19	0,81	0,24
Châteauneuf	31	0,59	1,47	0,71	0,26	St Avit	11	0,34	1,13	0,98	0,21
Claveyson	21	0,35	1,15	0,98	0,26	St Barthélémy de Vals	41	0,34	1,14	1,01	0,18
Fay-le-Clos	11	0,29	1,20	1,07	0,26	St Barthélémy de Vals	81	0,29	1,26	0,92	0,23
Fay-le-Clos	12	0,32	1,14	1,08	0,28	St Barthélémy de Vals	P. 11	0,33	1,19	1,03	0,24
La Motte de G.	11	0,27	1,17	0,90	0,22	St Barthélémy de Vals	P. 12	0,37	1,37	1,08	0,30
La Motte de G.	12	0,26	1,17	0,97	0,25	St Barthélémy de Vals	P. 13	0,36	1,16	1,00	0,19

VINDOBONIEN										A 7	
OUEST DU PLATEAU DE CHAMBARAN (suite)											
N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité	N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité		
Sables de St Donat (suite)											
2 - Vallée de la Galaure (suite)											
St Barthélémy de Vals	P.14	0,32	1,24	1,02	0,25	St Uze	71	0,50	1,71	0,92	0,21
St Uze	31	0,24	1,23	0,76	0,25	St Uze	72	0,08	1,14	0,98	0,20
St Uze	51	0,36	1,13	1,01	0,23	Tersanne	81	0,26	1,20	0,85	0,26
						Tersanne	82	0,14	1,0	1,02	0,25
Sables de Montchenu et de Tersanne											
Arthemouay	21	0,27	1,21	0,89	0,24	Montchenu	71	0,40	1,21	0,99	0,24
Arthemouay	22	0,27	1,23	0,92	0,23	Montchenu	81	0,53	1,24	0,97	0,24
Charmes	21	0,63	1,36	0,98	0,24	Montchenu	91	0,28	1,28	1,01	0,10
Claveyson	11	0,31	1,35	0,94	0,22	Montchenu	101	0,34	1,19	0,97	0,24
Claveyson	31	0,14	1,24	0,95	0,27	Ratières	31	0,27	1,12	0,98	0,21
Claveyson	41	0,47	1,28	0,96	0,21	Ratières	41	0,31	1,19	1,00	0,24
Claveyson	42	0,57	1,33	1,01	0,21	Ratières	61	0,30	1,26	1,01	0,23
Hauterives	11	0,15	1,34	0,98	0,28	Ratières	71	0,67	1,54	0,81	0,04
Hauterives	C.11	0,35	1,25	1,01	0,24	Ratières	81	0,29	1,15	0,98	0,21
Hauterives	T.11	0,29	1,25	0,98	0,26	Ratières	82	0,11	1,37	0,99	0,27
Montchenu	11	0,39	1,26	0,99	0,25	St Avit	21	0,66	1,38	1,10	0,16
Montchenu	51	0,33	1,29	0,96	0,21	St Martin d'A.	21	0,80	1,97	1,03	0,16
Montchenu	61	0,27	1,23	0,92	0,23	St Martin d'A.	30	0,52	1,44	1,11	0,37
Montchenu	62	0,10	1,93	1,82	0,28	St Martin d'A.	31	0,54	1,26	0,96	0,26

VINDOBONIEN										A8	
OUEST DU PLATEAU DE CHAMBARAN (suite)											
N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité	N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité		
Sables de Montchenu et de Tersanne (suite)											
St Martin d'A.	32	0,41	1,35	1,05	0,25	Tersanne	51	0,36	1,15	0,92	0,15
St Martin d'A.	41	0,36	1,14	0,95	0,21	Tersanne	T. 11	0,43	1,33	0,92	0,24
St Martin d'A.	51	0,51	1,27	0,95	0,24	Tersanne	T. 21	0,36	1,40	0,94	0,23
St Martin d'A.	52	0,16	2,53	1,23	0,29	Tersanne	T. 31	0,28	1,12	0,92	0,23
St Martin d'A.	61	0,15	1,23	0,96	0,23	Tersanne	T. 51	0,55	1,54	0,80	0,10
St Martin d'A.	71	0,28	1,35	1,02	0,27	Tersanne	T. 53	0,11	1,20	0,97	0,22
St Martin d'A.	81	0,12	1,29	0,94	0,23	Tersanne	T. 61	0,21	1,19	0,93	0,25
St Michel	11	0,27	1,34	1,06	0,25						
Sables continentaux											
Arthemouay	11	0,28	1,17	1,01	0,21	Montchenu	31	0,22	1,26	0,95	0,27
Bathernay	11	0,22	1,28	0,98	0,26	Montchenu	32	0,21	1,28	0,94	0,26
Charmes	31	0,18	1,20	1,14	0,23	Montchenu	41	0,17	1,27	0,94	0,27
Châteauneuf	11	0,24	1,33	0,88	0,25	Montchenu	211	0,19	1,50	0,90	0,34
Hauterives	21	0,21	1,29	0,85	0,25	Montchenu	212	0,14	1,34	1,12	0,26
Hauterives	31	0,22	1,26	0,95	0,26	Montmiral	11	0,13	1,42	1,18	0,29
Hauterives	41	0,31	1,26	1,04	0,26	Montmiral	21	0,25	1,22	0,96	0,29
Hauterives	G. 11	0,21	1,32	1,02	0,29	Montmiral	31	0,37	1,23	0,93	0,24
Hauterives	G. 21	0,18	1,39	1,00	0,30	Montmiral	32	0,15	1,26	1,01	0,27
Hauterives	T. 21	0,31	1,26	0,95	0,23	Montmiral	41	0,26	1,26	0,94	0,21
Montcheu	21	0,24	1,24	0,96	0,26	Montmiral	42	5,3	1,28	0,44	0,34
Montchenu	22	0,23	1,30	0,93	0,30	Moras-en-V.	31	0,21	1,34	0,92	0,30

VINDOBONIEN										A9	
OUEST DU PLATEAU DE CHAMBARAN (suite)											
N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité	N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité		
Sables continentaux (suite)											
Ratières	11	0,27	1,25	0,78	0,23	St Michel	41	0,27	1,22	0,82	0,24
Ratières	21	0,18	1,25	0,95	0,17	Tersanne	11	0,17	1,10	0,93	0,13
Ratières	91	0,21	1,42	0,89	0,32	Tersanne	21	0,28	1,20	0,97	0,20
St Avit	31	0,20	1,28	1,04	0,29	Tersanne	31	0,19	1,17	0,98	0,19
St Martin d'A.	11	0,31	1,18	0,97	0,21	Tersanne	61	0,23	1,18	1,06	0,25
St Martin d'A.	12	0,26	1,19	0,93	0,26	Tersanne	62	0,24	1,45	1,19	0,48
St Michel	21	0,19	1,42	0,94	0,31	Tersanne	71	0,26	1,16	0,97	0,21
St Michel	31	0,14	1,26	1,16	0,22						

VINDOBONIEN										A 10	
EST DU PLATEAU DE CHAMBARAN											
N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité	N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité		
Région de St Antoine											
1 – Sables marins											
Chatte	11	0,27	1,43	0,72	0,26	St Bonnet de C.	13	0,28	1,18	0,94	0,19
Chatte	21	0,29	1,17	1,01	0,19	St Bonnet de C.	14	0,30	1,20	1,00	0,28
Chevrières	11	0,22	1,32	0,93	0,27	St Bonnet de C.	15	0,29	1,22	1,02	0,24
Chevrières	12	0,25	1,25	0,91	0,26	St Bonnet de C.	16	0,31	1,19	1,00	0,22
St Antoine	11	0,31	1,19	1,00	0,25	St Marcellin	41	0,29	1,26	0,92	0,24
St Antoine	12	0,28	1,16	0,91	0,20	St Marcellin	51	0,28	1,38	0,78	0,26
St Antoine	21	0,33	1,20	0,96	0,24	St Marcellin	61	0,10	1,28	1,04	0,21
St Antoine	22	0,32	1,21	0,97	0,23	St Vérand	11	0,73	2,16	0,79	0,07
St Appolinard	21	0,28	1,22	1,00	0,23	St Vérand	12	0,28	1,26	0,98	0,26
St Appolinard	22	0,26	1,22	0,88	0,22	St Vérand	21	0,29	1,11	0,99	0,17
St Bonnet de C.	11	0,31	1,23	0,99	0,22						
St Bonnet de C.	12	0,32	1,24	1,01	0,21						
2 – Sables saumâtres et continentaux											
Bessins	11	0,15	1,53	0,84	0,27	Dionay	21	0,20	1,30	1,08	0,26
Dionay	11	0,14	1,31	1,07	0,25	St Appolinard	11	0,27	1,25	0,95	0,23
Dionay	12	0,12	1,22	1,04	0,23	St Appolinard	12	0,21	1,28	0,95	0,28

VINDOBONIEN										A 11	
EST DU PLATEAU DE CHAMBARAN (suite)											
N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité	N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité		
Coupe Vinay – Col de Toutes Aures											
1 – Conglomérats de N.D. de l'Osier (ciment ou lentilles sableuses)											
Morette	11	0,26	1,28	0,87	0,23	Serres-Nerpol	51	0,30	1,50	0,91	0,23
Serres-Nerpol	31	0,20	1,49	0,94	0,20	Serres-Nerpol	61	0,27	1,41	0,89	0,23
2 – Sables du Cognet											
Chasselay	11	0,34	1,19	0,89	0,19	Serres-Nerpol	11	0,30	1,22	0,96	0,21
Chasselay	12	0,21	1,53	0,76	0,33	Serres-Nerpol	21	0,25	1,27	0,84	0,25
Chasselay	21	0,10	1,22	0,96	0,25	Serres-Nerpol	22	0,26	1,17	0,90	0,24
Chasselay	22	0,12	1,33	1,00	0,27	Varacieux	11	0,28	1,23	0,86	0,23
Chasselay	23	0,14	1,34	0,92	0,25	Varacieux	21	0,30	1,31	0,93	0,23
Chasselay	41	0,28	1,19	0,87	0,20	Varacieux	31	0,28	1,23	0,86	0,24
Chasselay	51	0,27	1,22	0,89	0,19	Varacieux	41	0,26	1,22	0,88	0,24
Chasselay	61	0,32	1,22	0,99	0,22	Varacieux	51	0,20	1,29	0,94	0,29
Chasselay	62	0,30	1,28	0,88	0,23						
3 – Conglomérats "pontiens" (ciment ou lentilles sableuses)											
Chasselay	81	0,20	1,32	0,98	0,28	Varacieux	61	0,22	1,28	0,98	0,26
Chasselay	91	0,12	1,22	1,04	0,23	Varacieux	71	0,16	1,41	0,95	0,23

VINDOBONIEN										A12	
REGION LYONNAISE, s.l.											
N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité	N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité		
Sables granitiques											
Jardin	11	0,30	1,19	0,98	0,26	St Symphorien d'Ozon	12	1,23	1,62	1,11	0,22
Jardin	11a	0,32	1,20	1,03	0,24	St Symphorien d'Ozon	14	1,60	1,35	1,03	0,18
Jardin	12	0,28	1,20	0,97	0,20	St Symphorien d'Ozon	16	0,36	1,26	1,11	0,12
Jardin	13	2,19	3,79	0,63	0,29	St Symphorien d'Ozon	17	1,15	2,06	0,86	0,23
Pierre-Bénite	11	0,17	1,32	0,87	0,25	St Symphorien d'Ozon	18	0,07	1,15	0,98	0,17
Pierre-Bénite	12	2,25	2,07	0,73	0,11	St Symphorien d'Ozon	19	1,73	2,12	0,96	0,16
Pierre-Bénite	13	1,13	2,63	Gr. 1,03 Fin. 1,12		St Symphorien d'Ozon	10	2,34	1,80	0,85	0,23
Pierre-Bénite	14	0,15	1,28	0,88	0,29	Solaise	11	0,09	1,23	1,18	0,22
						Solaise	12	1,57	1,58	0,93	0,18
St Fons	11	0,29	2,18	Fin. 0,91		Solaise	13	0,08	1,13	0,98	0,15
						Vienne	51	1,60	2,73	1,47	0,21
Sables de St Fons											
Agnin	11	0,31	1,19	1,07	0,20	Eyzin-Pinet	12	0,18	1,24	1,07	0,27
Agnin	22	0,18	1,61	0,80	0,31	Luzinay	11	0,12	1,37	0,83	0,32
Agnin	24	0,27	1,33	0,79	0,23	Luzinay	12	0,14	1,24	0,95	0,23
Agnin	25	0,24	1,29	0,93	0,24	Pont-Evêque	11	0,22	1,26	0,96	0,31
Agnin	26	0,26	1,44	0,78	0,19	St Fons	12	0,18	1,29	1,16	0,26
Corbas	11	0,30	1,33	0,86	0,26	St Fons	21	0,20	1,35	1,16	0,10
Corbas	21	0,26	1,79	0,93	0,32	St Fons	31	0,24	1,25	0,88	0,25
Eyzin-Pinet	11	0,24	1,26	0,98	0,26	St Fons	32	0,18	1,21	1,03	0,21

VINDOBONIEN										A13	
REGION LYONNAISE, s.l. (suite)											
N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité	N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité		
Sables de St Fons (suite)											
St Fons	33	0,15	1,22	0,96	0,20	Vienne	31	0,18	1,12	0,99	0,20
St Fons	41	0,18	1,29	1,16	0,26	Vienne	41	0,18	1,14	1,04	0,21
St Fons	51	0,21	1,26	1,04	0,31	Villette-Serpaize	11	0,31	1,19	1,07	0,25
St Fons	52	0,17	1,25	1,06	0,22	Villette-Serpaize	21	0,36	1,18	1,02	0,27
Septème	21	0,16	1,35	1,03	0,23	Villette-Serpaize	22	0,19	1,20	1,02	0,27
Vienne	11	0,08	1,25	1,20	0,22	Villette-Serpaize	51	0,29	1,20	1,07	0,20
Vienne	21	0,27	1,26	0,87	0,15	Villette-Serpaize	52	0,29	1,25	0,98	0,24
Vienne	22	0,22	1,22	1,01	0,30	Villette-Serpaize	53	0,20	1,21	1,06	0,28
Sables d'Heyrieux											
Bonne-Famille	11	27,0	10,1	Gr. 0,98 Fin. 0,89		Moidieu-Détourbe	12	0,35	1,15	0,98	0,25
Bonne-Famille	12	0,19	1,24	0,96	0,24	Moidieu-Détourbe	13	0,38	1,22	Fin. 1,02	
Bonne-Famille	13	32,0	5,62	Gr. 0,61 Fin. 0,97		Moidieu-Détourbe	13a	0,18	2,09	0,87	0,31
Bonne-Famille	14	0,19	1,22	1,06	0,25	Moidieu-Détourbe	14	0,37	1,34	Fin. 0,96	
Jons	14	0,31	1,41	0,75	0,31	Moidieu-Détourbe	21	0,28	1,10	0,96	0,18
Jons	17	0,31	1,18	0,97	0,21	Moidieu-Détourbe	22	14,0	7,10	Gr. 1,15 Fin. 1,01	
Jons	19	0,36	1,19	1,05	0,27	Moidieu-Détourbe	23	0,30	1,16	1,01	0,25
Moidieu-Détourbe	11	0,35	1,19	0,97	0,26	Moidieu-Détourbe	24	2,0	7,25	Gr. 0,92 Fin. 1,03	
Moidieu-Détourbe	11a	0,08	1,29	0,94	0,10	Moidieu-Détourbe	25	0,20	1,29	0,94	0,27

VINDOBONIEN REGION LYONNAISE, s.l. (suite)									
A14									
N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité	N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité
Sables d'Heyrieux (suite)									
Moidieu-Détourbe 31	0,45	8,70	Gr. 0,65 Fin. 0,91		St Just-Ch. 16	0,28	1,15	0,98	0,17
					St Pierre-Ch. 11	0,30	1,19	1,07	0,25
Moidieu-Détourbe 32	14,0	6,44	Gr. 0,85 Fin. 0,98		St Pierre-Ch. 12	0,07	1,13	1,28	0,14
					St Pierre-Ch. 21	0,32	1,13	0,98	0,24
Moidieu-Détourbe 33	0,26	1,15	0,94	0,25	St Pierre-Ch. 22	0,42	5,21	Fin.0,98	
Moidieu-Détourbe 34	0,26	1,15	0,94	0,29	St Pierre-Ch. 23	0,36	1,15	1,03	0,24
Moidieu-Détourbe 36	0,32	1,24	1,01	0,21	St Pierre-Ch. 24	0,42	1,21	Fin.1,19	
Oytier 51	8,0	7,45	Gr. 1,08 Fin. 0,98		St Pierre-Ch. 25	0,33	1,95	0,42	0,38
					Septême 11	0,28	1,19	1,05	0,22
Oytier 52	0,36	1,23	0,98	0,26	Septême 12	0,20	1,32	1,12	0,26
St Just-Ch. 11	0,29	1,16	1,08	0,25	Septême 13	0,09	1,36	1,12	0,30
St Just-Ch. 12	0,10	1,17	0,88	0,12	Toussieu 11	0,29	1,19	1,04	0,24
St Just-Ch. 13	0,30	1,15	0,98	0,22	Toussieu 12	0,29	1,18	1,11	0,27
St Just-Ch. 14	0,43	5,16	Gr. 0,71 Fin. 0,91		Toussieu 13	0,42	6,94	Gr. 0,86 Fin. 1,01	
St Just-Ch. 15	0,25	1,25	0,91	0,25	Toussieu 14	0,28	1,17	1,01	0,20
Sables continentaux									
Bellegarde-Poussieu 11	0,24	1,19	0,97	0,27	Oytier 11	0,28	1,20	0,89	0,24
Bellegarde-Poussieu 13	0,28	1,22	0,99	0,24	Oytier 21	0,25	1,24	0,88	0,29
Luzinay 21	0,17	1,17	0,92	0,18	Oytier 31	0,27	1,26	0,88	0,25

VINDOBONIEN REGION LYONNAISE, s.l. (suite)									
A15									
N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité	N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité
Sables continentaux (suite)									
Oytier 41	0,29	1,21	0,99	0,26	Septême 42	0,20	1,30	1,08	0,29
St Georges 11	0,25	1,24	0,88	0,31	Villeneuve de M. 11	0,21	1,25	0,91	0,24
St Georges 12	0,27	1,34	0,89	0,30	Villeneuve de M. 12	0,28	1,29	0,94	0,27
St Symphorien B. 11	0,18	1,21	1,02	0,21	Villette-Serpaize 31	0,30	1,15	1,08	0,24
St Symphorien B. 12	0,18	1,14	1,04	0,21	Villette-Serpaize 32	0,28	1,13	1,02	0,19
Septême 41	0,17	1,22	1,02	0,21					

VINDOBONIEN										A16
REGION DE PONT-DE-BEAUVOISIN										
N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité	N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité	
Sables de Pont-de-Beauvoisin										
Belmont-Tramonet 11	0,34	1,25	0,98	0,23	Pont-de-Beauvoisin 10	0,34	1,25	0,98	0,23	
Belmont-Tramonet 21	0,33	1,28	0,94	0,22	Pont-de-Beauvoisin 11	0,09	1,22	1,18	0,11	
Belmont-Tramonet 22	0,12	1,45	1,46	0,22	Rochefort 10	0,18	1,31	1,04	0,29	
Belmont-Tramonet 41	0,36	1,27	0,97	0,25	Rochefort 11	0,16	1,38	0,90	0,26	
Grésin 41	0,30	1,28	0,97	0,25	Rochefort 21	0,30	1,47	0,78	0,28	
Grésin 42	0,40	1,31	0,91	0,20	St Albin-de-V. 11	0,31	1,21	1,03	0,22	
Grésin 43	0,39	1,34	0,87	0,23	St Albin-de-V. 12	0,30	1,22	1,03	0,21	
Grésin 44	0,30	1,28	0,97	0,23						
Sables de Chimilin										
Chimilin 11	0,31	1,26	1,11	0,23	St Sorlin 12	0,08	1,35	1,03	0,25	
Chimilin 12	3,31	8,28	Fin. 1,07		St Sorlin 13	0,31	1,25	1,01	0,23	
Corbelin 11	0,10	1,31	0,84	0,25	St Sorlin 21	0,23	1,28	0,90	0,26	
Granieu 11	0,27	1,22	0,89	0,23	Veyrins 11	0,31	1,22	1,06	0,24	
St Sorlin 11	0,41	1,30	0,91	0,27	Veyrins 12	0,40	1,51	Fin.0,98		

VINDOBONIEN										A17
REGION DU DELTA CONGLOMERATIQUE DE VOREPPE										
(sables et ciment des conglomérats)										
N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité	N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité	
Badinières 11	0,17	1,21	1,14	0,23	Maubec 11	0,25	1,33	0,82	0,27	
Cessieu 11	0,27	1,39	0,86	0,27	Nivolas-Vermelle 11	0,27	1,19	0,94	0,20	
Cessieu 110	0,28	1,17	1,01	0,19	St Jean d'A. 34	0,27	1,20	0,86	0,20	
Cessieu 12	0,20	1,44	1,02	0,27	St Jean d'A. 35	0,25	1,52	0,62	0,33	
La-Chapelle-de-la-Tour 11	0,21	1,37	0,95	0,26	St Savin 11	0,30	1,47	0,87	0,30	
La-Chapelle-de-la-Tour 12	0,35	1,25	0,93	0,23	St Savin 12	0,37	1,21	0,96	0,24	
La-Chapelle-de-la-Tour 21	0,20	1,25	1,00	0,26	St Savin 21	0,28	1,20	0,97	0,22	
La-Chapelle-de-la-Tour 31	0,26	1,34	0,85	0,25	Succieu 11	0,29	1,18	1,04	0,22	
La-Chapelle-de-la-Tour 33	0,30	1,20	1,00	0,21	Succieu 12	0,17	1,44	1,21	0,23	
La-Chapelle-de-la-Tour 41	0,29	1,33	0,92	0,27	Succieu 21	0,28	1,25	0,88	0,26	
La-Chapelle-de-la-Tour 42	0,28	1,38	0,87	0,27	Succieu 22	0,26	1,34	0,96	0,28	
Châteauvilain 11	0,21	1,21	1,21	0,18	Succieu 31	0,24	1,27	0,91	0,29	
Châteauvilain 12	0,19	1,29	1,04	0,26	Vasselin 11	0,24	1,44	0,81	0,27	
Les Eparres L. 10	0,29	1,22	1,03	0,23	Vasselin 12	0,22	1,54	0,83	0,32	
Les Eparres 11	0,21	1,34	0,92	0,30	Velanne 11	0,15	1,35	0,98	0,24	
Les Eparres 12	0,21	1,24	1,00	0,25	Velanne 21	0,25	1,31	0,89	0,23	
Les Eparres 21	0,27	1,34	0,88	0,28	Velanne 32	0,33	1,23	1,02	0,19	
Les Eparres 31	0,27	1,20	0,97	0,23	Velanne 33	0,24	1,33	0,89	0,27	
Les Eparres 41	0,28	1,25	0,88	0,27						

HELVETIEN										A18	
N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité	N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité		
ROYANS											
Helvétien marneux											
Pont-en-R.	13	0,22	1,31	1,02	0,21	Pont-en-R.	25	0,21	1,50	0,74	0,34
Pont-en-R.	22	0,18	1,38	0,85	0,29	Pont-en-R.	26	0,24	1,51	0,78	0,30
Helvétien gréseux grossier											
St Jean-en-R.	11	0,32	1,50	1,37	0,19	St Just-de-C. (Pt de Manne)	31	0,46	1,84	0,92	0,31
St Jean-en-R.	12	0,76	2,17	0,94	0,26	St Just-de-C.	32	0,65	1,76	0,62	0,31
Helvétien sableux											
Bouvante	41	0,28	1,41	0,83	0,27	St Laurent-en-R.	11	0,26	1,31	0,83	0,25
Pont-en-R.	31	0,23	1,28	0,90	0,26	St Laurent-en-R.	12	0,23	1,39	0,82	0,30
Pont-en-R.	32	0,26	1,33	0,75	0,28	St Thomas-en-R.	11	0,20	1,44	0,88	0,33
St Jean-en-R.	21	0,21	1,44	0,92	0,27	St Thomas-en-R.	12	0,22	1,37	0,87	0,31
St Jean-en-R.	22	0,26	1,39	0,83	0,25						
VERCORS											
Helvétien marneux											
St Gervais	15	0,18	1,31	1,04	0,25	St Gervais	17	0,13	1,92	0,78	0,36
Helvétien sableux											
Rencurel	21	0,12	1,22	1,04	0,25	St Gervais	72	0,18	1,28	0,99	0,25
Rencurel	31	0,18	1,38	0,85	0,28	St Nizier	11	0,15	1,35	0,98	0,26
St Gervais	71	0,26	1,31	0,83	0,19						

HELVETIEN										A19	
N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité	N° Echantillon	Médiane (en mm)	Classement	Asymétrie	Acuité		
CHARTREUSE MERIDIONALE											
(sables et ciment des conglomérats)											
Provezieux	71	0,23	1,27	0,99	0,22	St Laurent-du-P.	15	0,11	1,22	0,79	0,25
Provezieux	81	0,20	1,39	0,95	0,21	St Laurent-du-P.	16	0,11	1,25	1,04	0,18
Quaix	91	0,22	1,33	1,05	0,18	St Laurent-du-P.	17	0,11	1,50	1,19	0,22
St Laurent-du-P.	12	0,15	1,22	0,96	0,23	St Nicolas-de-M.	10	0,22	1,29	0,98	0,23
St Laurent-du-P.	13	0,13	1,25	1,11	0,25						

Partie 2 : **MINERAUX LOURDS**

Les minéraux lourds de chaque échantillon étudié sont donnés en pourcentages.

Le signe + indique une teneur inférieure à 0,5 % .

La teneur pondérale représente la teneur en minéraux lourds transparents, opaques et altérés. Cette teneur est exprimée en poids et rapportée à 100 gr de sable décalcifié de la fraction 0,50 - 0,05 mm.

CRETACE

A21

VERCORS

Echantillons	Staurolite	Andalousite	Disthène	Grenat	Tourmaline	Zircon	Monazite	Rutile	Anatase	Brookite	Corindon	Hornblende verte	Teneur
													pondérale
- Sénonien -													
Méandre (Col de la Croix Perrin) - grès calcaire -	55	4,5	1	10	16	10		2,5	1		+		0,25
Méandre (Col de la Croix Perrin) - grès calcaire -	40	2	0,5	2,5	28	23	1	2,5	0,5				0,09
- Turonien -													
Rochechinard (Champ du Puits) - calcaire blanc -	34		0,5	0,5	34,5	25	1,5	1,5	1,5	0,5		0,5	0,64
Oriol en R. (Tamée) - calcaire blanc -	21		3,5	1,5	36	22	0,5	2	12	1,5			0,43
Rovon (Pont de la Drévenne) - calcaire à silex -	16,5	1,5	2	2	35,5	32	2,5	3	3,5	1,5			0,08
- Cénomaniens -													
Villard-de-Lans (La Fauge) - grès calcaire glauconieux -	28	0,5	5	0,5	34	29,5	0,5	1,5	0,5				0,08
- Albien -													
Villard-de-Lans (Les Jarrands) - grès calcaire glauconieux -	13,5	1,5	4,5	1	51	20,5	1,5	1	5,5				0,04
Rencurel (La Balme) - calcaire à nodules phosphatés -	16,5	0,5	4,5		8,5	62,5	0,5	5,5	1,5				0,74
La Chapelle-en-V. (Les Barraques) - sable légèrement glauconieux -	20,5	+	3		69,5	5,5		1	0,5				0,05

ALLUVIONS ACTUELLES DES RIVIERES CENTRALIENNES															A22
AFFLUENTS DU RHONE, ENTRE LYON ET TOURNON															
Echantillons	Staurotide	Andalousite	Disthène	Grenat	Tourmaline	Zircon	Monazite	Anatase	Brookite	Hornblende verte brune	Sphène	Epidote	Chloritoïde	Corindon	Cassitérite
Yzeron	0,5			15	0,5	60	7	2		14	1				
Artilla (affluent du Garon)	0,5	0,5		47,5	1	41,5	6,5	0,5		2					
Garon	2	+		28,5	3,5	22				37,5	5,5	1			
	+			35,5	+	15	6	+		42	1,5				
Gier	0,5			26	2	35	3	2,5		29	2				
	54	1		42	0,5	0,5		2	+						
Cance	55	2		19	6,5	6,5		7	0,5	3	0,5				
	1,5			26	11,5	13	2,5	5,5		38		0,5		1,5	
Ay	0,5		0,5	14	0,5	50,5	9	3,5		21					0,5
Doux				37	3	30	3,5	1,5		23	0,5	1	0,5		

EOCENE															A23		
N°	Echantillon	Staurotide	Andalousite	Disthène	Sillimanite	Grenat	Tourmaline	Zircon	Monazite	Xénotime	Rutile	Anatase	Brookite	Sphène	Hornblende verte	Epidote	Teneur pondérale
BAS-DAUPHINE																	
<u>Sables de Douévas :</u>																	
Erôme	11	20	5	5	4	3	15	22	7		4,5	11	1,5	1		1	0,07
Erôme	12	16	38	8		8	11	10	2		5		1		+	1	0,26
Erôme	13	30	4	6	+	7	13	25			13		1		1		0,25
St Barthélémy de Vals	D. 1	31	2	4,5	4	11	24	13			10		+		+	0,5	0,25
St Barthélémy de Vals	D. 2	35	+	2	+	7	23	14			12		+	2		5	0,37
Sables de Larnage:	11					+	12	65	17			2,5	2,5			1	0,04
Larnage	12						13	67	14	1		5				+	0,07
Larnage	13						+	72	18			10					0,15
ROYANS																	
Hostun	30	4,5	+	0,5			33	44	0,5		1	12	0,5			4	0,05
Hostun	37	4	1	5			30	40	3,5		2	13,5	0,5			0,5	0,02
Hostun	38	2,5	0,5	+		+	25,5	51	2		1	16,5	0,5	+		+	0,5
Oriol-en-R.	E. 11	3	1	2,5		+	33,5	41,5	7		2	9,5	+				0,08
Oriol-en-R.	E. 21	6	3	3		2	27	36	8		1,5	11	1,5				Cassitérite 1
Pont-en-R.	E. 11	16	+	11,5		2	43	20	5		0,5	1	0,5	+			0,5
Pont-en-R.	E. 21	9	0,5			1,5	21,5	49	6,5		0,5	9,5	1,5				0,5
St Nazaire-en-R.	11	2,5	+	2		0,5	25,5	52	2,5		5	8,5	1				0,5
St Nazaire-en-R.	21	7		2		3	28,5	38			2	19,5					0,12
St Nazaire-en-R.	22	4,5	+	2		0,5	34	45,5	2		0,5	10	0,5				0,5

OLIGOCENE														A24
N°														Teneur
Echantillon	Staurotide	Andalousite	Disthène	Grenat	Tourmaline	Zircon	Monazite	Rutile	Anatase	Brookite	Sphène	Epidote	Cassitérite	pondérale
BAS – DAUPHINE (sondages)														
Beaurepaire	730 m	14,5		1,5	37	29	3	1,5	13,5					
Beaurepaire	940 m	♦♦ *		♦	♦♦♦	♦♦			♦♦	♦				
Faramans	570 m	25	0,5	11	29	13	4	3	11	0,5		3		
La-Tour-du-Pin	585 m	27,5	0,5	0,5	16,5	15,5	9,5	1,5	0,5	25	1,5	0,5	1	
La-Tour-du-Pin	630 m	23	+	+	26,5	19	13	0,5	1,5	15	1	+	0,5	
Varacieux	792 m	13			17	35,5	21	0,5	5,5	5,5		1,5	0,5	
St Lattier	1	(Voir page A.25)												
ROYANS														
La Motte-Fanjas	11	6	+	4,5	+	24	37,5	11,5	2,5	12	2			0,10
La Motte-Fanjas	12	4	+	2,5		30	49	7,5	1,5	5	0,5			0,17
La Motte-Fanjas	21	8	0,5	0,5	0,5	15	54	9	1	9,5	1		1	0,11
La Motte-Fanjas	22	9,5	1	4	+	14	35	14,5	3	19				0,09
La Motte-Fanjas	41	11,5	+	0,5	+	23	53,5	4,5	0,5	6,5				0,19
La Motte-Fanjas	42	10	+	2,5	+	16	55,5	5	2	7	1	1		0,14
La Motte-Fanjas	43	4	+	2,5		9	65	9	2,5	7	1			0,11
La Motte-Fanjas	44	9	0,5	1,5	+	21,5	44	9,5	2,5	10,5	0,5	0,5		0,15
Rochechinard	12	7,5	1,5	5	1,5	32,5	31	10	+	11		+		0,30

* Aucun comptage n'a pu être réalisé, les minéraux étant trop peu nombreux.

TERTIAIRE														A25		
SONDAGE DE ST.LATTIER SL ₁ (Drôme)																
N°														Teneur		
Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucofane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon	Monazite	Rutile	Anatase	Brookite	Andalousite	Staurotide	Disthène	Sphène	Pyrite
OLIGOCENE																
570 – 574 m	0,5	2,5		0,5		19,5	51,5	6,5	0,5	8	0,5	0,5	9		0,5	
508 – 509 m		2				16,5	54,5	6,5	1,5	5,5	1		11	0,5	1	◇*
487 – 489 m		5				36,5	34	2		6	0,5	0,5	14,5	1		◇
AQUITANIEN																
437 – 439 m	8,5	30	1			25	23		1	1			8,5		2	◇
412 – 414 m	14	37		1,5	0,5	8	15,5		1,5	3	0,5		16	1	1,5	◇
360 – 362 m	19,5	34,5	0,5	1,5		6,5	16,5			1,5			15	0,5	4	◇◇
298 – 302 m	10,5	40		1,5		4,5	32		0,5	1,5	0,5		7	0,5	1,5	◇◇◇
264 – 266 m	28	31	2	2		12,5	8,5	0,5	1,5	2			8,5		3,5	◇
225 – 229 m	25	35	+	7		8	9,5						9,5		6	◇◇
153 – 157 m	♦♦**	♦♦		♦		♦							♦		♦	◇◇◇
92 – 100 m	27	47		1		7	6		0,5				9		2,5	◇
HELVETIEN																
64 – 72 m	50,5	36,5		7		1,5	1,5		+				0,5		2,5	◇
40 – 48 m	46	21	0,5	9,5		12,5	6,5						1,5		2,5	◇

* La pyrite est comptée indépendamment des autres minéraux lourds :
 ◇ : présent
 ◇◇ : abondant
 ◇◇◇ : très abondant

** Aucun comptage n'a pu être réalisé, les minéraux étant trop peu nombreux.

AQUITANIEN – BURDIGALIEN															A26		
ROYANS																	
N°	Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucofane	Hornblende verte	Hornblende brune	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon - M.	Rutile - An. - Br.	Sphène	Andalousite	Staurotide	Disthène	Augite	Cassitérite	Teneur pondérale
AQUITANIEN																	
	La Motte-Fanjas 31	8,5	55	0,5	0,5		9	8	2,5	2,5		12	1,5				0,13
	La Motte-Fanjas 32	14	58	1			5,5	1,5	1,5	1,5		14,5	2,5				0,12
	La Motte-Fanjas 33	18,5	42,5	1,5			10,5	8	1,5	2,5		13,5	1,5				0,08
BURDIGALIEN																	
	Bouvante 11	52,5	29	0,5	9		3,5	2		0,5	+	2,5	0,5				0,52
	Bouvante 12	41	42		6	+	4	2,5	1	+	0,5	2	1				1,04
	La Motte-Fanjas V.11	9,5	49,5	1	9		7,5	10,5	4	2		7	+				0,32
	La Motte-Fanjas V.21	43	27	1,5	5	0,5	7,5	5		5		5,5					0,03
	Oriol-en-R. 11	16,5	58	1,5	2,5	0,5	3	9,5	1,5	2	+	5	+			+	0,26
	Oriol-en-R. 12	19	42,5	4	6,5		1,5	12,5	5,5	2		6,5	+				0,17
	Oriol-en-R. 21	11,5	51,5	6,5	5	0,5	5	12	2,5	1		4				Corindon 0,5	0,07
	Oriol-en-R. 41	55	24	3	5,5	1	5	2,5	0,5	3		0,5					0,39
	Oriol-en-R. 42	54,5	21,5	3,5	7	0,5	5,5	2,5	1	3		1					0,33
	Pont-en-R. B.11	42	39,5	0,5	1,5		5	3,5	1	2,5		4	0,5				0,35
	Pont-en-R. 52	43,5	40,5	+	7,5	+	1,5	3	+	1,5	+	2,5	+				0,61
	St Just-de-C. (pont de Manne) A.11	15	30	1	5	0,5	9,5	10,5	3	1,5	4,5	19,5					0,01
	St Just-de-C. (pont de Manne) A.12	9	13,5	0,5	25 38		1,5	1,5	+			8,5	+	2,5			0,42
	St Just-de-C. (pont de Manne) 11	14,5	18,5	12	11		10,5	12	8,5	0,5		12	+		0,5		0,01
	St Just-de-C. (pont de Manne) 12	10	39	4,5	14,5	+	6	11,5	4	4		6,5	+				0,10

BURDIGALIEN															A27		
VERCORS																	
N°	Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucofane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon	Monazite	Rutile	Anatase	Brookite	Sphène	Andalousite	Staurotide	Disthène	Teneur pondérale
	Rencurel 11	2	16				14	39,5	1		3,5		1,5	1,5	18,5	2,5	0,22
	Rencurel 12	1,5	16				12,5	37	4,5	1	5	1	0,5	1,5	16,5	3	0,18
	Rencurel 13	1,5	27	0,5			15	33,5	3	1,5	3	+	0,5	2	10,5	2	0,14
	Rencurel 14	1	25				15	30	3,5	0,5	5	0,5	0,5	2,5	14,5	2	0,19
	Rovon 11	0,5	29	4			11	30	2	+	3,5	0,5	0,5	1,5	16	1,5	0,11
	Rovon 12	2	35	2	0,5		9	27	4,5	2	7,5	1,5	2		6,5	0,5	0,30
	Rovon 13	3,5	33	1	0,5	+	16,5	22,5	1,5	1,5	3,5	0,5	2	1,5	11,5	1	0,34
	Rovon 14	14	52	1,5	2	+	3	16	0,5	1,5	1,5	0,5	3,5		3,5	0,5	0,31
	St Nizier B. 1	46,5	41	+	6,5	0,5	1	0,5		0,5			3		0,5	+	0,57
	Sassenage B. 21	32	42	0,5	1,5	0,5	2,5	17,5	0,5	0,5			1		1,5		0,19
	Sassenage B. 31	9,5	82	0,5	0,5		3,5	0,5		0,5			1,5		1,5		0,36

BURDIGALIEN															A28		
CHARTREUSE MERIDIONALE																	
N°	Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucofane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon	Monazite	Rutile	Anatase	Brookite	Sphène	Andalousite	Stauritoïde	Disthène	Teneur pondérale
	La Bridoire 11	36,5	44,5	3	+	1	4,5	6,5		0,5			1,5		1,5	0,5	0,16
	Grésin B. 11	13	44	10	17,5	0,5	3	6		0,5			1		3	1,5	0,16
	Grésin B. 21	3	16	2			20	40	1,5	3,5	0,5		2		11	0,5	0,38
	Miribel 11	35	45,5	4	5		+	8							2	0,5	0,85
	Miribel 12	28,5	46	5	7		2	5		0,5	0,5				5	0,5	0,50
	Pomarey 61	25	60,5	1,5	2	+	1	3		0,5	Cassit. 0,5	Augite 0,5	1,5	+	3,5	0,5	1,52
	Quaix 41	45,5	37	11	1		+	1,5		0,5			0,5		1,5	1,5	0,22
	Quaix 51	48	33,5	11,5	2,5		+	1,5					1,5		1,5	+	0,27
	Ste Marie d'A. 10	13	38	7,5	21		2	10,5	0,5	1	0,5		3,5		1,5	1	0,15
	Ste Marie d'A. 11	7	37,5	29	7		4,5	7,5					4,5		3		0,05
	Ste Marie d'A. 21	21	29	13	24	+	2	7		0,5	0,5		1	+	2		0,25

VINDOBONIEN															A29		
OUEST DU PLATEAU DE CHAMBARAN																	
N°	Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucofane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon - M	Rutile - An. - Br.	Sphène	Andalousite	Stauritoïde	Disthène	Sillimanite	Teneur pondérale		
Sables granitiques																	
1 - Vallée de l'Herbasse																	
	Chantemerle les Blés 61	54,5	38,5	0,5	0,5		1	3		0,5	+	1,5					0,85
	Chantemerle les Blés 72	62	25	0,5	0,5		1	3,5	1	2,5	+	3	1				0,84
	Clérieux 11	32	63,5		0,5	+	+	1,5	+	1	+	1,5	+				1,63
	Clérieux 12	41	53,5		0,5	+	1	2,5	+	0,5	+	1					0,98
	Clérieux 22	52,5	40		1,5		1	1		0,5	+	3	0,5				0,52
	Clérieux 32	51	41	0,5	0,5		2	0,5	0,5	1		3	+				0,98
	Clérieux 41	39	56		0,5	+	1	2		+	+	1,5					1,43
	Clérieux-Pont de l'Herbasse 11	37	53	1	2		3		2	+	1	1	+				0,64
	Clérieux-Pont de l'Herbasse 21	60,5	31		+	+	0,5	3	1	2	+	2	+				0,56
	Clérieux-Pont de l'Herbasse 22	46	47,5	+	+	+	0,5	2,5	0,5	1	+	2	+				1,00
	Marsaz 11	48	40	+	1,5	+	2	3	0,5	1	+	3	1				0,34
	Marsaz 12	34,5	57	+	0,5	0,5	1	2	0,5	1	+	2	1				1,70
	Marsaz 13	61	32		1,5	+	1	1		1,5		2	+				0,70
	Marsaz 14	49	37	+	1,5	0,5	1	4	1	1,5	0,5	3	0,5	0,5			0,20
2 - Vallée de la Galaure																	
	St Barthélémy de Vals 11	56,5	36	+	+	+	2	1	0,5	1	+	2,5	0,5	+			0,81
	St Barthélémy de Vals 12	66	18	0,5		1,5	2	4	3	2	+	2	1				0,24
	St Barthélémy de Vals 13	84	4,5	1	+		3,5	1	2	1	1	2	+				0,30

VINDOBONIEN															A30
OUEST DU PLATEAU DE CHAMBARAN (suite)															
N°	Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucofane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon - M.	Rutile - An. - Br.	Sphène	Andalousite	Staurotide	Disthène	Sillimanite	Teneur pondérale
Sables granitiques (suite)															
2 - Vallée de la Galaure (suite)															
	St Barthélémy de Vals	102	67	17,5	0,5	+	1	4,5	2,5	1,5	0,5	3	2		0,52
	St Barthélémy de Vals	105	73,5	16			1	1	1	+	0,5	4,5	2,5		0,35
	St Barthélémy de Vals	111	61	27	+		0,5	1	4,5	1	1	0,5	2,5	1	0,44
	St Barthélémy de Vals	113	72,5	17			1	1,5	1,5	1	0,5	4	1		0,34
	St Barthélémy de Vals	21	85,5	7,5	+		0,5	2	1	+	0,5	0,5	2	0,5	0,30
	St Barthélémy de Vals	31	79	8	+	+	1	2,5	4	1	1,5	0,5	2,5	+	1,55
	St Barthélémy de Vals	51	81,5	6,5	+	+	+	1	3	1,5	3	0,5	2	1	0,38
	St Barthélémy de Vals	61	82	8	0,5	+		2	4,5	0,5	+	0,5	2		0,64
	St Barthélémy de Vals	C.1	61	31	0,5	1		1	1,5		2	+	1	1	0,61
	St Uze	11	56	39		1	0,5	1	1,5		0,5	+	0,5		0,41
	St Uze	41	62	31	1	+		1	2	1	1,5	+	0,5		0,71
	St Uze	42	69	22		1	1	1,5	3,5	1	1	+	+	+	0,40
Sables de St Donat															
1 - Vallée de l'Herbasse															
	Bren	11	53	37		2,5		1	3,5	0,5	1,5	+	1	+	0,39
	Charmes	11	51,5	41,5	+	1,5		3	1,5	+	1	+	+		0,64
	Génissieux	11	55	37	+	3,5	0,5	2	1	+		+	1		0,43

VINDOBONIEN															A31	
OUEST DU PLATEAU DE CHAMBARAN (suite)																
N°	Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucofane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon - M.	Rutile - An. - Br.	Sphène	Andalousite	Staurotide	Disthène	Sillimanite	Augite	Teneur pondérale
Sables de St Donat (suite)																
1 - Vallée de l'Herbasse (suite)																
	Geysans	11	60	26		6	0,5	2	1,5	+	3	0,5	0,5			0,51
	Parnans	11	60	33	+	3	1	0,5	0,5		1	+	1			0,48
	Parnans	12	64,5	27	0,5	3,5	+	2	0,5		1,5		0,5			0,78
	Parnans	21	70,5	21	+	3	+	1,5	1,5	0,5	1,5	+	0,5	+		0,69
	Romans	11	50	40		4	1	+	2	0,5	2,5	+	+			0,55
	Romans	12	66	24	+	2	1,5	1	1	+	2	+	2	0,5		0,99
	Romans	13	59,5	32		2,5	1	1,5		0,5	0,5	0,5	1	1		0,53
	Romans	14	44	46,5	+	3		1,5	2,5	0,5	+	1	1	+	+	0,59
	Romans	15	53	38	0,5	1	0,5	2	2		2	+	1			0,45
	St Bardoux	12	60	30	1	4		1,5	1,5	+	1	+	1	+		0,87
	St Donat	11	57	30	+	1		2	3	2	1,5		3	0,5		0,44
	St Donat	21	44	47		2	0,5	1,5	2,5	0,5	1,5	+	0,5			0,32
	St Donat	41	66,5	23		1,5	0,5	0,5	1,5		0,5		5,5	0,5		0,42
	St Donat	42	49,5	40	0,5	0,5	+	1	1,5	1,5	1,5		4	+		0,92
	St Donat	43	50,5	43		1	+	1,5	0,5	0,5	0,5	+	2	0,5		0,67
	Triors	11	64	24		5	+	1	3	1	2	+	+			0,75
	Triors	12	40,5	51	0,5	2,5	0,5	1,5	1,5	0,5	1,5	+	+	+		0,45
	Triors	13	56	31	0,5	4	0,5	1	3	0,5	2,5	+	1	+		0,52
	Triors	14	40	50	0,5	3,5	0,5	2	0,5	1	1,5	+	0,5	+		0,74

VINDOBONIEN															A32
OUEST DU PLATEAU DE CHAMBARAN (suite)															
N°	Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucophane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon - M.	Rutile - An.	Sphène	Andalousite	Staurotide	Disthène	Corindon	Teneur pondérale
Sables de St Donat (suite)															
2 - Vallée de la Galaure															
Anneyron	11	61	26	1	2,5	0,5	4,5	3		+	0,5	1	+		0,33
Anneyron	12	54,5	38,5		1	+	2	2	0,5	1	0,5	+	+		0,19
Chantemerle	11	81	4	+	1		2	5		7			+		0,46
Chantemerle	21	76	17	0,5	1		0,5	2	+	2	0,5	0,5			0,30
Chantemerle	31	67	18	+	1		3	4	3	3	+	1			0,22
Chantemerle	32	59	26	+	1		4	5	0,5	3	+	1,5			0,34
Chantemerle	33	85	5		+		1,5	1	1,5	6					0,17
Chantemerle	41	91	2,5		0,5		2	1	+	3		+			0,23
Chateaneuf	21	54	37	0,5	2	0,5	1,5	0,5	1,5	2	+	0,5			0,52
Chateaneuf	31	58	34	+	3	0,5	1,5	1		1,5	+	0,5			0,67
Claveyson	21	60	26,5	1	7,5	+	2	1,5	0,5	0,5	0,5				0,22
Fay-le-Clos	11	56	33		6	1	2	1		1	+				0,67
Fay-le-Clos	12	56,5	34,5	0,5	4		2	+		0,5	0,5	1	0,5		0,52
La Motte de G.	11	50	39		3		1	4	1	1	+	1			0,66
La Motte de G.	12	51	40	+	1,5	1	2	2,5		1	+	1			0,60
La Motte de G.	13	63	27	0,5	2	0,5	1	2	1,5	2	+	+	0,5		0,78
La Motte de G.	21	66	20	0,5	4	2	2	1,5		4	+	+			0,89
La Motte de G.	22	65	20,5	1	6	1	2	1	1	2		0,5	+		0,89
La Motte de G.	31	65	21,5	0,5	6,5	0,5	1	1	0,5	2,5		+	0,5	0,5	0,67

VINDOBONIEN															A33	
OUEST DU PLATEAU DE CHAMBARAN (suite)																
N°	Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucophane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon	Rutile - A.	Sphène	Andalousite	Staurotide	Disthène	Sillimanite	Augite	Teneur pondérale
Sables de St Donat (suite)																
2 - Vallée de la Galaure (suite)																
La Motte de G.	41	51	35	1	6,5	1	1,5	1	0,5	1,5	+	1	+			1,40
La Motte de G. C.	11	54,5	23	0,5	11,5	0,5	1	5		3,5		0,5				0,64
La Motte de G. F.	11	74,5	13	0,5	0,5	+	2	3	1	5,5	+	+				0,25
Mureils	11	52,5	38	+	2,5	+	2	+	2	2	+	1	+			0,54
Mureils	21	56,5	38	+	2	0,5	1,5		+	1,5	+	+	+			0,50
Ratières	51	56	40		1	+	1	0,5		1				0,5		0,33
St Avit	11	44	48	+	2	0,5	1,5	0,5	0,5	2,5	0,5	+	+			0,76
St Barthélémy de Vals	41	73,5	17,5	0,5	1,5	+	2,5	2,5	1	1	+	+	+			0,52
St Barthélémy de Vals	81	68	23,5	0,5	1,5	+	3	2	+	1,5		+				0,69
St Barthélémy P. 11 de Vals	67	26	0,5	1			1,5	+	+	1,5	0,5	1,5	0,5			0,52
St Barthélémy P. 13 de Vals	60	33	+	2			2,5	1	+	1	+	0,5				0,72
St Barthélémy P. 14 de Vals	63	29	+	0,5			1,5	3	0,5	1,5	+	1				0,73
St Uze	31	67	26	+	2	+	1,5	2	0,5	0,5	+		+	0,5		0,63
St Uze	51	56	30	+	4		2	4,5	0,5	1,5	0,5	1	+			0,62

VINDOBONIEN															A34	
OUEST DU PLATEAU DE CHAMBARAN (suite)																
N°	Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucophane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon - M.	Rutile - A. - B.	Sphène	Andalousite	Staurotide	Disthène	Sillimanite	Augite	Teneur pondérale
Sables de Montchenu et de Tersanne																
Arthemoney	21	47	15	1	34	0,5	0,5	0,5	0,5	1						0,59
Arthemoney	22	43,5	15	0,5	36		1,5	0,5		2,5		0,5				0,56
Charmes	21	48,5	28,5	0,5	13	1,5	2	4	0,5	1	0,5	+	+			0,64
Claveyson	11	56,5	20,5	1,5	15,5	1,5	1	2,5	0,5	0,5	+	+	+			1,02
Claveyson	31	65,5	19	1	9,5	+	1	3	+	1		+	+			1,17
Claveyson	41	39	48		6,5	1	0,5	1,5	0,5	2	0,5	0,5	+		+	0,99
Hauterives	11	82,5	10	+	1,5		0,5	0,5	0,5	4			0,5			1,84
Hauterives	C. 11	66	20		1		5	1	+	3	+	1	3			0,36
Hauterives	T. 11	46	25,5	1,5	17	1	+	3		6						0,39
Montchenu	11	46,5	46,5	+	1,5	+	1,5	2	0,5	1,5	+	+	+			0,76
Montchenu	51	53	38		1,5	0,5	+	3,5	0,5	1,5	+	1,5				0,54
Montchenu	61	51	39	+	5,5	0,5	2	0,5		1,5	+	+				1,69
Montchenu	71	41	52	+	4,5	+	0,5	1	+	0,5	0,5	+	+			1,89
Montchenu	81	48	36		7,5	1	1,5	3	0,5	2	+	0,5	+			0,46
Montchenu	91	53,5	36	0,5	4,5	0,5	0,5	1,5	0,5	2	+	0,5				1,35
Montchenu	101	44	46	0,5	4	0,5	2,5	1	+	1	+	0,5	+		+	1,21
Ratières	31	37	41	3,5	15	+	1	0,5	+	1,5	+				0,5	3,50
Ratières	41	56	29	1,5	9	+	2	1,5		1	+	+	+	+		0,51
Ratières	81	43	27	2,5	22	1,5	1,5	0,5	0,5	1,5			+			0,48
St Avit	21	49	25	0,5	6,5	+	2,5	10,5	1,5	3	0,5	1		+	+	0,42

VINDOBONIEN															A35	
OUEST DU PLATEAU DE CHAMBARAN (suite)																
N°	Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucophane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon - M.	Rutile - An. - Br.	Sphène	Andalousite	Staurotide	Disthène	Augite	Teneur pondérale	
Sables de Montchenu et de Tersanne (suite)																
St Martin d'A.	21	42,5	35	+	13	0,5	1	4	1	1,5	+	1,5		+		0,78
St Martin d'A.	32	40	42,5	1	7,5	0,5	3,5	2	0,5	1,5	0,5	0,5	+			1,93
St Martin d'A.	41	41,5	39		14,5	1	2	1	0,5	+	+	0,5	+			1,75
St Martin d'A.	51	44	28		21,5		1,5	2	1	1	+	+		1		0,89
St Martin d'A.	61	57	18,5	+	18,5	0,5	2	1,5		1,5		0,5	+			0,78
St Martin d'A.	71	52	25	+	15,5	1	1	2	0,5	1,5	+	1	0,5			0,79
St Martin d'A.	81	65	12,5	4	14	0,5	0,5	2	+	1,5		+				0,81
St Michel	11	45,5	31,5	+	16	2,5	1	2,5	0,5	0,5	+	+	+			1,24
Tersanne	51	46	32,5	0,5	15	0,5	1,5	1,5	1	1,5	+	+	+			1,55
Tersanne	T. 11	43,5	32,5	0,5	17,5	+	1	3	0,5	1	+	0,5	+			1,13
Tersanne	T. 21	50	26	1	18,5	0,5	1,5	2	+	0,5	+	+				1,26
Tersanne	T. 31	40	32	0,5	25	+	0,5	1		1						0,94
Tersanne	T. 51	45	30	1	15,5	0,5	1	5,5	+	1,5	+	+	+			1,17
Tersanne	T.53	55,5	10	0,5	27	+	2	2,5	0,5	1,5		0,5	+			0,41
Tersanne	T.61	50	10	1	34	+	1	2		2			+			0,87
Sables continentaux																
Arthemoney	11	48,5	29,5		17,5	0,5	0,5	1		2			0,5			0,43
Bathernay	11	70	13	2,5	4	0,5	1	3	1	5						1,50
Charmes	31	41,5	30	2,5	17	1,5	1	5		1,5			+			0,75
Chateauneuf	11	53	25	2	15		2	1		2						1,13

VINDOBONIEN														A36	
OUEST DU PLATEAU DE CHAMBARAN (suite)															
N°	Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucofane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon	Rutile	Sphène	Andalousite	Staurotide	Disthène	Teneur pondérale	
Sables continentaux (suite)															
Hauterives	21	73	14		5,5		4	2		1,5			+	+	1,23
Hauterives	31	77	13		3	+	1,5	2,5	0,5	2			0,5		0,60
Hauterives	41	63	23	0,5	5,5	0,5	1,5	2,5	1	2,5					0,37
Hauterives	G. 11	80	9,5		1	+	1,5	2		6			+		0,43
Hauterives	G. 21	76,5	7,5	0,5	2	0,5	2,5	4,5	1,5	4			0,5		0,57
Hauterives	T. 21	76	13,5	0,5	2,5		2	1,5		4				+	0,80
Montchenu	22	52	17,5	0,5	23	0,5	3	1,5		1,5			0,5	+	0,53
Montchenu	31	66,5	24	0,5	1,5	+	2			5,5			+	+	0,63
Montchenu	41	74	18		1,5	+	1,5	1	0,5	3				0,5	0,74
Montchenu	211	70	16	1	6,5	0,5	1,5	1,5	0,5	2,5			+		1,68
Montchenu	212	78	11	+	3	0,5	2	2	1	2,5					0,24
Montmiral	11	59,5	15	1	20	1	0,5		+	3					0,49
Montmiral	21	23	24	5	44	+	1	3		+					0,32
Montmiral	31	73,5	13	1,5	1,5		1	7	+	2,5			+		0,17
Montmiral	41	79	9	1,5	2		4,5	0,5		1,5	0,5	1,5			0,40
Ratières	11	39	33	2	13	+	3	7	+	3			+		0,24
Ratières	21	57	16	+	12,5	+	0,5	9	1	4					0,82
Ratières	91	68	16	+	7,5	+	2	3	2	1,5	+	+			0,18
St Avit	31	52	28	+	12	+	3	1	1,5	2,5			+		0,54
St Martin d'A.	11	53	27	0,5	11,5	1	2	2	1	2					0,85
St Martin d'A.	12	54,5	26		14	1	0,5	2		2			+		0,41

VINDOBONIEN														A37	
OUEST DU PLATEAU DE CHAMBARAN (suite)															
N°	Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucofane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon	Rutile	Sphène	Andalousite	Staurotide	Disthène	Teneur pondérale	
Sables continentaux (suite)															
St Michel	21	42,5	24,5	4	16,5	0,5	1,5	7,5	0,5	1,5		0,5	0,5		0,34
St Michel	31	39	26	4,5	22,5	+	1,5	4		2		0,5	+		0,35
St Michel	41	41	25	+	30	+	0,5	2	1	0,5		+	+		0,27
Tersanne	11	55	12,5	1	27	2,5	+			2					1,87
Tersanne	21	38	27,5	2	27,5	0,5	0,5	2,5		1,5					0,49
Tersanne	31	49	20	0,5	23	+	1	2		4,5					0,35
Tersanne	61	42,5	24,5	0,5	27,5	1,5	1,5	+		2					0,28
Tersanne	62	37	27	0,5	29	+	2	0,5		4					0,32
Tersanne	71	40	26	0,5	29	1	0,5	1		2					1,04
Marnes de Roybon															
Roybon	11	17	50,5	0,5			3,5	24,5	2	2					0,79
Roybon	12	54,5	23		1		4	10,5	2	3,5		1,5			0,24
Roybon	21	41	41	0,5	1		1,5	11		2,5		1,5			2,66

VINDOBONIEN														A38
EST DU PLATEAU DE CHAMBARAN														
N°														Teneur
Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucophane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon	Rutile	Sphène	Andalousite	Staurotide	Disthène		pondérale
Région de St Antoine														
1 - Sables marins														
Chatte 11	76	18		0,5		2,5	0,5	0,5	1,5	+	0,5	+		0,33
Chatte 21	69,5	25	0,5	1	1	0,5			1,5	+	0,5	0,5		0,48
Chevrières 11	69	25		3	0,5	0,5	0,5	1,5						0,46
Chevrières 12	75	17	0,5	4	1	1		1	+	0,5				0,64
St Antoine 11	50	45,5	+	+	1,5	1,5	+	1,5		+	+			0,70
St Antoine 12	68	24	1	1,5	0,5	2,5	1	0,5	0,5	0,5				0,69
St Antoine 21	72	20		1,5	1,5	2,5	1,5	1	+					0,45
St Antoine 22	68	25		0,5		1	0,5	2		2,5	0,5			0,76
St Appolinard 21	64	21,5	1	1	+	1	9	0,5	2	+	+			0,19
St Bonnet de C. 11	78	13		1	1,5	2	1	1,5		1,5	0,5			0,34
St Bonnet de C. 13	76,5	17,5	0,5	0,5	1	1,5		1		1	0,5			0,28
St Bonnet de C. 15	76,5	16			2,5	0,5	0,5	1,5		2	0,5			0,63
St Bonnet de C. 16	74,5	21	0,5		0,5	1		0,5	0,5	1,5				0,42
St Marcellin 41	55	34,5		5,5	+	2	1,5		0,5	+	1			0,59
St Marcellin 51	55,5	30,5	0,5	6,5	0,5	1	2,5	0,5	1	+	1,5			0,74
St Marcellin 61	43	44	+	3	+	3,5	2	1	0,5	+	3	+		0,87
St Vérand 11	51,5	42,5	0,5	2		1			0,5	2	+			0,63
St Vérand 12	77	13,5	+	0,5		4	0,5		1,5	+	2,5	0,5		0,35
St Vérand 21	60	33,5	1	1,5		1	1	0,5	1		0,5			0,53

VINDOBONIEN														A39	
EST DU PLATEAU DE CHAMBARAN (suite)															
N°														Teneur	
Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucophane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon	Rutile	Sphène	Andalousite	Staurotide	Disthène	Sillimanite	Cassitérite	pondérale
Région de St Antoine (suite)															
2 - Sables saumâtres et continentaux															
Bessins 11	78,5	13,5	1,5	2		0,5	3		0,5		0,5				0,43
Dionay 11	23	30	0,5	31	+	+	12	0,5	1,5			1		0,5	0,26
Dionay 12	24,5	16,5	1,5	49		2	1,5	0,5	3,5		0,5		0,5		0,04
St Appolinard 11	20,5	42,5	4	24,5		1	4,5	0,5	1		1	0,5			0,20
St Appolinard 12	27	18,5	13	38,5		0,5		+	1,5		0,5	0,5			0,27
Coupe Vinay - Col de Toutes Aures															
1 - Conglomérats de N. D. de l'Osier (ciment)															
Morette 11	40	52,5	+	3,5	0,5	0,5	1		+	+	2				0,94
Serres-Nerpol 31	73,5	15	0,5	0,5		3	5,5		1		1				0,38
Serres-Nerpol 41	68	20,5	1,5	0,5		1,5	4,5	1	2,5		+	+			0,72
Serres-Nerpol 51	78,5	10,5	0,5	0,5		2	4	0,5	3		0,5				0,93
Serres-Nerpol 61	73	18		0,5		1,5	5	+	2		+				0,95
2 - Sables du Cognet															
Chasselay 11	77,5	15,5		0,5		3,5	1	+	1,5		0,5				0,36
Chasselay 12	70,5	22,5	+			1	4,5	0,5	1						0,38
Chasselay 21	86	6,5		+		2,5	2	0,5	2,5						0,16

VINDOBONIEN														A40
EST DU PLATEAU DE CHAMBARAN (suite)														
N°	Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucophane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon	Rutile	Sphène	Andalousite	Staurotide	Disthène	Teneur pondérale
Coupe Vinay – Col de Toutes Aures (suite)														
2 – Sables du Cognet (suite)														
	Chasselay	22	86	6,5	0,5		1	3	0,5	2		0,5		0,14
	Chasselay	23	83	11	+	0,5	3	1		1,5		+		0,08
	Chasselay	41	67	29		+	0,5	0,5		1,5		1,5	+	0,77
	Chasselay	51	66,5	26	0,5	+	0,5	2	0,5	0,5		3	0,5	0,66
	Chasselay	61	74	21			2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		0,76
	Serres-Nerpol	11	72,5	21	+	0,5	0,5	1	1	0,5	+	2,5	0,5	0,42
	Serres-Nerpol	21	66	27,5			0,5	0,5	0,5	1	+	3	1	0,83
	Varacieux	11	72,5	20	+	+	1,5	1,5	+	1	0,5	2,5	0,5	0,76
	Varacieux	21	67	26,5		0,5	0,5	2,5	0,5	0,5	+	1,5	0,5	0,50
	Varacieux	31	77,5	13,5			2	2	0,5	1,5	+	1,5	1,5	0,55
	Varacieux	41	67	26	0,5	0,5	1	1,5	+	0,5		2	1	1,05
	Varacieux	51	67,5	21,5	1	+	1	7,5	+	1			0,5	0,29
3 – Conglomérats "pontiens" (ciment)														
	Chasselay	81	79	10	0,5	1	1,5	5	0,5	2		0,5	+	0,15
	Chasselay	91	61,5	26,5	2,5	1,5	1	5,5	+	1,5				0,11
	Chasselay	B. 11	47	33	0,5	0,5	2,5	12,5		3		1		0,07
	Varacieux	61	33	39	1,5	1	1	20,5		2,5		1,5	+	0,32
	Varacieux	71	49,5	27,5	1	1	0,5	15		3		1,5	1	0,10

VINDOBONIEN														A41
REGION LYONNAISE, s.l.														
N°	Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucophane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon – M.	Rutile – An.	Sphène	Andalousite	Staurotide	Disthène	Teneur pondérale
Sables granitiques														
	Jardin	11	43,5	25	1,5	23	1	3	0,5	1	1,5	+	+	0,58
	Jardin	12	43,5	26	+	25	0,5	1	2	0,5	1,5	+	+	0,89
	Jardin	13	39,5	42	0,5	10,5	+	2,5	0,5	+	1	2	1	0,68
	Pierre-Bénite	11	53	33	+	6	0,5	1,5	0,5	1,5	1	+	2	1,37
	Pierre-Bénite	13	39	47	+	2	+	0,5	4	2,5	2	+	3	1,21
	Pierre-Bénite	14	59	29,5	+	2,5	+	0,5	1,5	+	2,5		3	0,82
	St Fons	11	59	37	+	2	+	1,5		+	0,5			1,35
	St Symphorien d'Ozon	11	48	38	0,5	8	0,5	2	0,5	+	2	0,5	+	0,10
	St Symphorien d'Ozon	12	39	44	1	13		1		+	1	1	+	1,20
	St Symphorien d'Ozon	13	56	34	+	7	1	+	+	+	2			0,20
	St Symphorien d'Ozon	14	27	33	1	29	1	+	1	1	6	1	+	1,20
	St Symphorien d'Ozon	15	66	25	+	5		1	1		2			1,50
	St Symphorien d'Ozon	16	33	48	+	10	1	2		1	4	1	+	1,40
	St Symphorien d'Ozon	17	37,5	47,5	+	11,5	0,5	0,5	0,5	+	0,5	0,5	1	1,98
	St Symphorien d'Ozon	19	47	33,5	0,5	12,5		2,5	1		2,5	+	0,5	0,84
	St Symphorien d'Ozon	10	51	28,5	0,5	14		+	3,5	1	1,5	+		0,70
	Solaïse	11	44,5	43	+	4,5	+	0,5	1,5	2	2,5	+	1	1,93
	Solaïse	12	53	37	+	+		+	1	2	1	3	3	2,21
	Solaïse	13	62	28		3	1	3	0,5	1	1	+	0,5	0,55
	Vienne	51	41	47	+	6	+	+	3	0,5	0,5	1	1	1,36

VINDOBONIEN														A42	
REGION LYONNAISE, s.l. (suite)															
N°	Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucophane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon - M.	Rutile - An.	Sphène	Andalousite	Staurotite	Disthène	Sillimanite	Teneur pondérale
Sables de St Fons															
Agnin	11	49	44	0,5	2	0,5	0,5		0,5	2	+	0,5	0,5		1,01
Agnin	22	79,5	14		2	+	1,5	0,5		2		0,5	+		0,48
Agnin	24	71,5	20		2	+	2	3	+	1,5	+	+			0,67
Agnin	25	71	22	1	1	0,5	1,5	1		1	+	1	+		0,65
Agnin	26	81,5	11		1		1,5	2		2	+	0,5	0,5		0,41
Corbas	11	60	22	0,5	9,5	+	1,5	4	0,5	2	+	+			0,81
Eyzin-Pinet	11	52	26	0,5	18		0,5	1,5	0,5	0,5		0,5			1,93
Luzinay	11	74	4		18	1	+		1	2					0,19
Luzinay	12	70	9	1	15	1	+			4					0,40
Pont-Evêque	11	65	19	1,5	7	1	2	2		2	0,5				1,52
St Fons	12	65	22	0,5	4	3	1,5	2		2					1,39
St Fons	21	48	35	0,5	7	1	0,5	3,5	0,5	4					1,44
St Fons	31	55	21	+	14	2	1	3	2	2	+	+			1,24
St Fons	32	72	17		7	1	+	2		1					2,37
St Fons	33	68	19	+	2	2	1	5	1	2					0,40
St Fons	41	59	29		5	2	1	2	1	+		1			2,57
St Fons	51	53	31	0,5	9	+	1	1,5	2	2					1,54
St Fons	52	58	23	+	14	1	3			1	+				2,71
Septême	21	62	20	+	11	+	1			6					0,21

VINDOBONIEN														A43	
REGION LYONNAISE, s.l. (suite)															
N°	Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucophane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon	Rutile	Sphène	Andalousite	Staurotite	Disthène	Teneur pondérale	
Sables de St Fons (suite)															
Vienne	11	84	5	+	2	4	2	1	+	2	+				0,86
Vienne	21	72	17	1	3,5	3	2		1	+	0,5	+			0,71
Vienne	22	64	21	1	9	1	1	2		1	+				0,40
Vienne	31	68	21	+	5	4	+			2					0,94
Vienne	41	71	19		2	4	1	0,5	0,5	2					0,81
Villette-Serpaize	11	46	23	2	24	1	2	+	+	2	+				0,77
Villette-Serpaize	21	34	45		14		2	1	1	1	2	+			0,94
Villette-Serpaize	22	38	33		23	2	1	+	2	1					0,60
Villette-Serpaize	51	47	28	1	16	2	1	1,5	1	2,5	+				1,09
Villette-Serpaize	52	45	30	+	22	0,5	1	0,5	0,5	0,5	+	+			0,73
Villette-Serpaize	53	60	21	+	14	1	2	+	+	2		+			0,35
Sables d'Heyrieux															
Bonne-Famille	12	51	12,5	1	34		1			0,5					0,59
Bonne-Famille	13	28,5	40,5	1	26	+	1	1		1		1	+		0,55
Jons	14	52,5	22	+	20	1	1,5	2		1		+			0,87
Jons	17	41	33,5	+	22,5	+	0,5	1	+	1,5					1,21
Jons	19	43	35,5	+	18	0,5	0,5	1,5		0,5	+	0,5			1,07
Moidieu-Détourbe	11	36,5	39	0,5	19,5	1	1	0,5		1	+	0,5	0,5		1,00
Moidieu-Détourbe	11a	58	24	0,5	15,5	1	0,5	0,5		+					0,13

VINDOBONIEN														A44		
REGION LYONNAISE, s.l. (suite)																
N°	Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucofane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon	Rutile	Sphène	Andalousite	Staurotide	Disthène	Augite	Teneur pondérale	
Sables d'Heyrieux (suite)																
	Moidieu-Détourbe	12	42,5	29,5	0,5	25	0,5	1,5	0,5	+	+	+	+			0,85
	Moidieu-Détourbe	13	43	39	0,5	13	1	1,5	1	+	0,5	0,5	+			0,79
	Moidieu-Détourbe	13a	51	30	+	15	1	0,5	1	0,5	1	+				0,49
	Moidieu-Détourbe	14	45	34	+	16	1	0,5	1,5	+	1,5	+	+	0,5	+	1,12
	Moidieu-Détourbe	32	36,5	46		14,5	1	0,5	0,5		1	+	+	+		1,03
	Moidieu-Détourbe	36	42,5	33,5	0,5	16,5	1,5	1,5	1,5	0,5	1	0,5	0,5			0,59
	St Just-Ch.	11	38,5	31		28	0,5	0,5	1	+	0,5	+	+	+		0,15
	St Just-Ch.	12	62	15	1,5	16,5	1	0,5	1,5	+	2		+	+		0,14
	St Just-Ch.	13	35	33	0,5	27	0,5	+	2	0,5	1		+		0,5	0,39
	St Just-Ch.	14	31,5	56	0,5	10	0,5	+	0,5		1					1,12
	St Just-Ch.	15	50,5	24		23	+	+	0,5	1	1		+			0,94
	St Just-Chl	16	32	42,5		23	0,5	0,5	1		0,5	+	+			2,64
	St Pierre-Ch.	11	37	26		29	1	1	5	1						0,54
	St Pierre-Ch.	12	62	17,5	1	15,5	0,5	1,5	1		1					0,14
	St Pierre-Ch.	21	49,5	16,5	0,5	32	+	0,5	1		+		+			0,39
	St Pierre-Ch.	22	37,5	39		20	1	1	0,5		1	+	+			0,90
	St Pierre-Ch.	23	41,5	36	0,5	20,5	+	0,5			0,5		0,5			0,55
	St Pierre-Ch.	24	47	28,5	1	18,5		1	0,5	+	1,5	1	1			0,60
	St Pierre-Ch.	25	43,5	37	0,5	15,5	1,5	0,5	1			+	0,5			1,03

VINDOBONIEN														A45		
REGION LYONNAISE, s.l. (suite)																
N°	Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucofane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon	Rutile - B.	Sphène	Andalousite	Staurotide	Disthène	Augite	Teneur pondérale	
Sables d'Heyrieux (suite)																
	Septême	11	39	47		10		2	+	+	2					0,56
	Septême	12	57	22	1	16	2	+	+	+	2					0,27
	Septême	13	75	9		9					7					0,28
	Toussieu	11	44,5	30,5	0,5	20,5	2	0,5	1		0,5	+	+	+		0,80
	Toussieu	12	38	41	0,5	17,5	0,5	1	0,5		0,5	+	0,5			0,30
	Toussieu	13	33	55,5		8	1	0,5	1,5		0,5		+	+		0,54
	Toussieu	14	37	40	+	17,5	0,5	1,5	1	+	1,5		0,5	0,5		1,06
Sables continentaux																
	Bellegarde-Poussieu	11	47	23,5		25	0,5	+	1,5	0,5	2		+			1,24
	Bellegarde-Poussieu	13	51	21,5		22	0,5	2	1	0,5	1,5		+	+		0,64
	Luzinay	21	64	19	+	6	+	4	2		4		1			0,40
	Oytier	11	54	20	1	20	2,5	2,5	+	+	+					0,13
	Oytier	21	60	19		15	0,5	0,5	2		3					0,52
	Oytier	31	52	25	0,5	14	2	+	1	1,5	4		+			0,37
	Oytier	41	39	38	0,5	18,5	0,5	1	1,5		1		+			1,25
	St Georges	11	51	23	1	21	1		2	1						1,48
	St Georges	12	50	17	2	26	1	1	1		1,5		0,5	+		0,81
	St Symphorien B.11	62	15	0,5	13	2,5	3	3	+	1						0,41

VINDOBONIEN														A46
REGION LYONNAISE, s.l. (suite)														
N°														Teneur
Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucophane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon	Rutile	Sphène	Andalousite	Staurotide	Disthène		pondérale
Sables continentaux (suite)														
St Symphorien B. 12	59	22	0,5	10	1	1	1	2,5	3					0,36
Septème	41	61	12	+	24	1	+		2					0,46
Septème	42	41,5	33	+	14	0,5	1	3	1	6				0,93
Villeneuve de M. 11	78	15	1	1		2	0,5	0,5	2					0,42
Villeneuve de M. 12	83,5	6	1	5	0,5	+	1		3					0,52
Villette-Serpaize	31	39	32	1	25	1	+		2					1,80
Villette-Serpaize	32	27	54		12	2	2	1	+	2				0,60

VINDOBONIEN														A47	
REGION DE PONT-DE-BEAUVOISIN															
N°														Teneur	
Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucophane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon	Rutile	Sphène	Andalousite	Staurotide	Disthène	Augite	pondérale	
Sables de Pont-de-Beauvoisin															
Belmont-Tramonet	11	47,5	37		12	+	1	1	0,5	0,5	+	0,5	+	1,54	
Belmont-Tramonet	21	48	37,5	+	10	0,5	1	1	0,5	0,5		0,5	0,5	2,32	
Belmont-Tramonet	22	52,5	34	+	9	+	1	1	+	1		1,5	+	1,41	
Belmont-Tramonet	41	55	35		6,5	0,5	1,5	0,5	+	0,5	+	0,5		0,64	
Grésin	41	48,5	39	+	10	0,5	0,5	0,5		0,5	+	0,5		3,50	
Grésin	42	54,5	37	0,5	7,5	+	0,5				+	+		1,79	
Grésin	43	44	49	+	4		2		+	+		1	+	0,81	
Grésin	44	52	32	0,5	10,5	+	1,5	1	0,5	1	+	1		0,76	
Pont-de-Beauvoisin	10	37,5	51,5	+	8,5	+	0,5	0,5	+	1	+	0,5		1,70	
Pont-de-Beauvoisin	11	45	35	+	14	+	3,5	0,5		1	+	1		0,79	
Rochefort	10	52	40		4	0,5	0,5			+		2,5	0,5	0,28	
Rochefort	11	52,5	38	+	4	+	1	1	+	+		3	0,5	0,45	
Rochefort	21	61	31		2	1	2,5	0,5	+	1	0,5	+	0,5	0,52	
St Albin-de-V.	11	43,5	45,5		7,5	0,5	2					0,5	0,5	1,40	
St Albin-de-V.	12	44	44,5		6,5	+	2	1	0,5	0,5		1		1,58	
Sables de Chimilin															
Chimilin	11	35,5	45		13	+	1	2	0,5	+		2,5	0,5	+	0,98
Corbelin	11	55	19	0,5	19,5	0,5	1	1	0,5	1,5		1	0,5	0,27	
Granieu	11	24	58,5	0,5	11,5	+	1,5	1		+		3	+	1,94	

VINDOBONIEN														A48
REGION DE PONT-DE-BEAUVOISIN (suite)														
N°	Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucofane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon	Rutile	Sphène	Andalousite	Staurotide	Disthène	Teneur pondérale
Sables de Chimilin (suite)														
	St Sorlin 11	32	37,5		26	1	1,5	+	1			0,5	0,5	0,82
	St Sorlin 13	45,5	27,5		23,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	+	0,5		1,46
	St Sorlin 21	30	51	+	12,5	+	0,5	1,5	+	1,5		3	+	1,69
	Veyrins 11	33	46	0,5	17,5		+	1	+	1	+	1	+	1,80
	Veyrins 12	33	54	0,5	10		0,5	+		0,5		1	0,5	1,72
VINDOBONIEN														
REGION DU DELTA CONGLOMERATIQUE DE VOREPPE														
(Sables et ciment des conglomérats)														
	Badinières 11	53,5	23,5	1,5	+		1,5	13		5	+	1,5	0,5	0,11
	Cessieu 11	74	17	1	1	0,5	0,5	1,5	0,5	4		+		0,50
	La Chapelle de la Tour 11	59,5	29,5		7	1	+	2		1		+	+	1,74
	La Chapelle de la Tour 21	74	20,5			1	3	+	1,5				+	1,16
	La Chapelle de la Tour 32	64,5	24,5		2,5	1,5	2,5	1,5		3				2,16
	La Chapelle de la Tour 33	45	37	0,5	10,5	0,5	3	2		1		0,5		0,39
	La Chapelle de la Tour 41	56	29	0,5	9	2	+	2		1,5	+	+		0,59
	Chateaufvillain 12	83	12,5		1		2			0,5		1		0,56
	Les Eparres 11	59	32,5		3	+	0,5	2		2,5		0,5		0,61
	Les Eparres 21	76	18,5		0,5		1	2		2	+			0,29

VINDOBONIEN														A49
REGION DU DELTA CONGLOMERATIQUE DE VOREPPE (suite)														
Sables et ciment des conglomérats														
N°	Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucofane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon	Rutile	Sphène	Andalousite	Staurotide	Disthène	Teneur pondérale
	Les Eparres 31	68	21,5		+		1,5	4		1,5	+	3,5		1,41
	Nivolas-V. 11	40	27,5	2,5	24		0,5	4,5		0,5		0,5		0,54
	St Jean d'A. 34	43,5	41		10,5		2		0,5	0,5		1,5	0,5	2,66
	St Jean d'A. 35	41	36	0,5	16	0,5	0,5	0,5	0,5	1		3	0,5	1,31
	St Savin 12	59	31	0,5	2,5		1	5	0,5	0,5				0,68
	St Savin 21	56,5	32,5		6	0,5	1,5	0,5		2			0,5	0,67
	Succieu 11	78	17		1,5		1,5	1		1				0,87
	Succieu 21	72,5	22		3	0,5	0,5			1,5				0,75
	Succieu 31	73,5	18		2,5		1,5	0,5		3,5		0,5	+	0,93
	Vasselin 12	67,5	26,5		0,5		1,5		0,5	0,5		2	1	0,21
	Vélanne 11	68,5	13,5		1,5		2,5	5,5	2,5			5,5	0,5	0,59
	Vélanne 12	39	24,5	1			3,5	27	1,5	2		1,5		0,14
	Vélanne 33	43	35,5		15,5		1		0,5	2		2	0,5	1,50

HELVETIEN														A50	
ROYANS															
N°	Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucofane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon - M.	Rutile - An.	Sphène	Andalousite	Staurotide	Disthène	Teneur pondérale	
Helvétien marneux															
	Bouvante	23	46	33	0,5	9		3	2,5	0,5	3,5		1,5	0,5	0,90
	Bouvante	31	60	14	+	8		8	2,5	+	5		2,5	+	0,16
	Pont-en-R.	13	32	56	1	1	0,5	2	4		1		2,5	+	0,70
	Pont-en-R.	22	39,5	45,5	0,5	7,5		1,5	0,5	+	1		3,5	0,5	0,66
	Pont-en-R.	25	50,5	43,5	+	3		0,5	0,5	0,5	1	+	0,5		0,50
	Pont-en-R.	26	50,5	38,5	0,5	4		1	0,5	1	1	0,5	2,5		1,24
	Pont-en-R.	27	37	49,5		3,5		2	2,5	1,5	1,5		2,5	+	0,75
	St Just-de-C. (Pt de Manne)	13	56	23	1,5	7	2	3,5	1,5	0,5	4	+	1	+	0,05
	St Just-de-C. (Pt de Manne)	14	54	18	4	7	1	8	1,5	1	1,5		4	+	0,03
	St Just-de-C. (Pt de Manne)	15	53	30,5	0,5	3	0,5	3	3,5	0,5	4,5		1	+	0,04
	St Just-de-C. (Pt de Manne)	16	59,5	26	1	2,5	0,5	2,5	2	0,5	3		2,5		0,09
	St Just-de-C. (Pt de Manne)	17	44	37	+	7,5	1,5	3	4	+	1,5		1,5	+	0,14
	St Martin-le-C.	51	47	13,5		18		14,5	1	3	2		1		1,20
	St Romans	12	38	49,5		0,5		1,5	5		1		4	0,5	0,59
	St Romans	13	29	52,5	0,5	0,5	0,5	5,5	4	0,5	2,5		4	0,5	0,08

HELVETIEN														A51	
ROYANS (suite)															
N°	Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucofane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon	Rutile - An.	Sphène	Andalousite	Staurotide	Disthène	Teneur pondérale	
Helvétien gréseux grossier															
	St Jean-en-R.	11	34,5	52,5		4		1	3,5	0,5	1	+	3		0,88
	St Jean-en-R.	12	30	58	+	5	0,5	2,5	1,5	+	0,5	0,5	1,5	+	0,85
	St Just-de-C. (Pt de Manne)	31	55,5	29,5	0,5	7,5		1	1		1	0,5	3	0,5	0,45
	St Just-de-C. (Pt de Manne)	32	48,5	41,5		4,5		1,5	0,5		0,5	0,5	2	0,5	0,64
Helvétien sableux															
	Bouvante	41	53,5	34,5	0,5	5,5	1	1	0,5	0,5	0,5	+	1,5	1	1,05
	Pont-en-R.	31	59	32	0,5	3,5		1	1	0,5	+	+	2	0,5	0,72
	Pont-en-R.	32	67	22,5	1	5,5	+	1,5	0,5	+	0,5	+	1,5		0,39
	St Jean-en-R.	22	51	36,5	0,5	4,5	+	1	1	1	1,5		3	+	1,01
	St Laurent-en-R.	11	54	38	0,5	1		1,5	1	+	0,5	+	2,5	1	0,32
	St Laurent-en-R.	12	59,5	33		0,5		1	2	1	0,5		2,5		0,57
	St Thomas-en-R.	11	52	34	0,5	8,5		1	0,5		1	+	2,5		1,21
	St Thomas-en-R.	12	49	41,5	+	2	0,5	1,5	2,5	0,5	0,5	+	1,5	0,5	1,26

HELVETIEN														A52
VERCORS														
N°	Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucofane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon	Rutile - B.	Sphène	Andalousite	Staurotide	Disthène	Teneur pondérale
Helvétien marneux														
	St Gervais 15	50	35	0,5	5,5	0,5	3	1		4		0,5	+	0,39
	St Gervais 16	33	47,5		4,5		6,5	2	1	2		2,5	1	0,19
	St Gervais 17	45,5	41,5	0,5	8		1,5	0,5	1	0,5		1		0,71
	St Julien-en-V. 41	45,5	35	0,5	5,5		2,5	5	0,5	2		3,5		0,31
	St Julien-en-V. 51	58	19,5	0,5	7		3	3	0,5	3,5		4,5	0,5	0,12
	St Julien-en-V. 52	50	32,5		5		3	3,5	1	3		2		0,36
Helvétien sableux														
	Rencurel 21	67	18	0,5	9	0,5	1	1	0,5	0,5		1,5	0,5	0,45
	Rencurel 31	58	34,5	0,5	2	+	1,5	0,5		2,5		0,5		0,57
	St Gervais 71	51	38	+	6	+	1,5	0,5		0,5		1,5	1	0,46
	St Gervais 72	48,5	40,5	+	3		1,5	1,5	0,5	1,5		2,5	0,5	0,28
	St Nizier 11	58	27	0,5	5	0,5	4,5	1,5		0,5		2,5		0,64

HELVETIEN														A53
CHARTREUSE MERIDIONALE														
Sables et ciment des conglomérats														
N°	Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucofane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon	Rutile	Sphène	Andalousite	Staurotide	Disthène	Teneur pondérale
	Provezieux 71	49,5	42	3,5	0,5		0,5	0,5		0,5		2,5	0,5	0,87
	Provezieux 81	43	44	5	1,5	0,5	1	2,5	0,5	0,5		1	0,5	0,64
	Quaix 91	64	27	4,5	2	+	0,5			1,5		0,5		2,20
	St Laurent-du-P. 11	57,5	30		3		3,5	1,5		2		2	0,5	0,21
	St Laurent-du-P. 12	59	25	0,5	9	0,5	1,5	1	1	1,5		1	+	0,67
	St Laurent-du-P. 13	59,5	27,5	+	8	+	1,5	1	+	1,5		1	+	0,64
	St Laurent-du-P. 14	45,5	43	0,5	1,5	0,5	1	3,5	0,5	1,5		1,5	1	0,34
	St Laurent-du-P. 15	45,5	41	0,5	4,5	0,5	2	1,5	0,5	1		2,5	0,5	0,40
	St Laurent-du-P. 16	49	41,5	+	2,5	+	2	0,5	+	1,5		2,5	0,5	0,54
	St Laurent-du-P. 17	42	47,5	+	3		2	1	1,5	+		2,5	0,5	0,48
	St Nicolas-de-M. 10	53,5	41		0,5	0,5	0,5			0,5		2,5	1	0,85

PLIOCENE														A54
PLATEAU DE CHAMBARAN														
N°														Teneur
Echantillon	Epidote	Grenat	Glaucophane	Autres Amphiboles	Chloritoïde	Tourmaline	Zircon	Rutile	Sphène	Andalousite	Staurotide	Disthène	Sillimanite	pondérale
Pliocène inférieur (marneux)														
Hauterives 01	61	20	3	2,5	1	1,5	5		5,5		0,5			0,80
Hauterives 21	59	24,5	0,5	0,5	1	2,5	8	0,5	3,5		+		+	0,77
Hauterives 51	61	24	2	1	0,5	1,5	5,5		4,5					1,16
Estressin (Sondage) 11	58	19	0,5	13		4	1,5	0,5	3		0,5			0,60
Estressin (Sondage) 12	56	25,5		12		1	1		2		1		1,5	0,50
Pliocène moyen (sables de Lens-Lestang)														
Lens-Lestang 10	42,5	23	1,5	18,5		2	7	0,5	4,5		0,5			0,28
St Martin-des-Rosiers 10	79	11,5	+	2,5	0,5	1	2,5	1,5	1,5	+	+	+	+	0,70
St Martin-des-Rosiers 11	43	26	3,5	15,5	1,5	3,5	5		1		0,5	0,5		0,14
Beausemlant 81	64,5	13	2	9		1	7,5	0,5	2,5		+	+	+	0,32
Beausemlant 91	83	7,5	0,5	7		+	0,5		0,5		0,5	0,5		0,26

Partie 3 : SITUATION DES PRELEVEMENTS

Les prélèvements sont groupés par communes. Les communes sont réunies par régions (Bas-Dauphiné, Royans, Vercors, Chartreuse) et situées sur les figures correspondantes (fig. 75 à 78, p. A56 à A59).

A la suite du nom de la localité et du numéro d'ordre du ou des prélèvements d'une même coupe, figurent les coordonnées Lambert et l'altitude.

Les colonnes suivantes indiquent le numéro des figures dans le texte et des pages de l'annexe où sont données les caractéristiques granulométriques et minéralogiques.

Enfin, la dernière colonne donne la référence au fichier des gisements fossilifères du "Centre de Paléontologie stratigraphique" de Lyon.

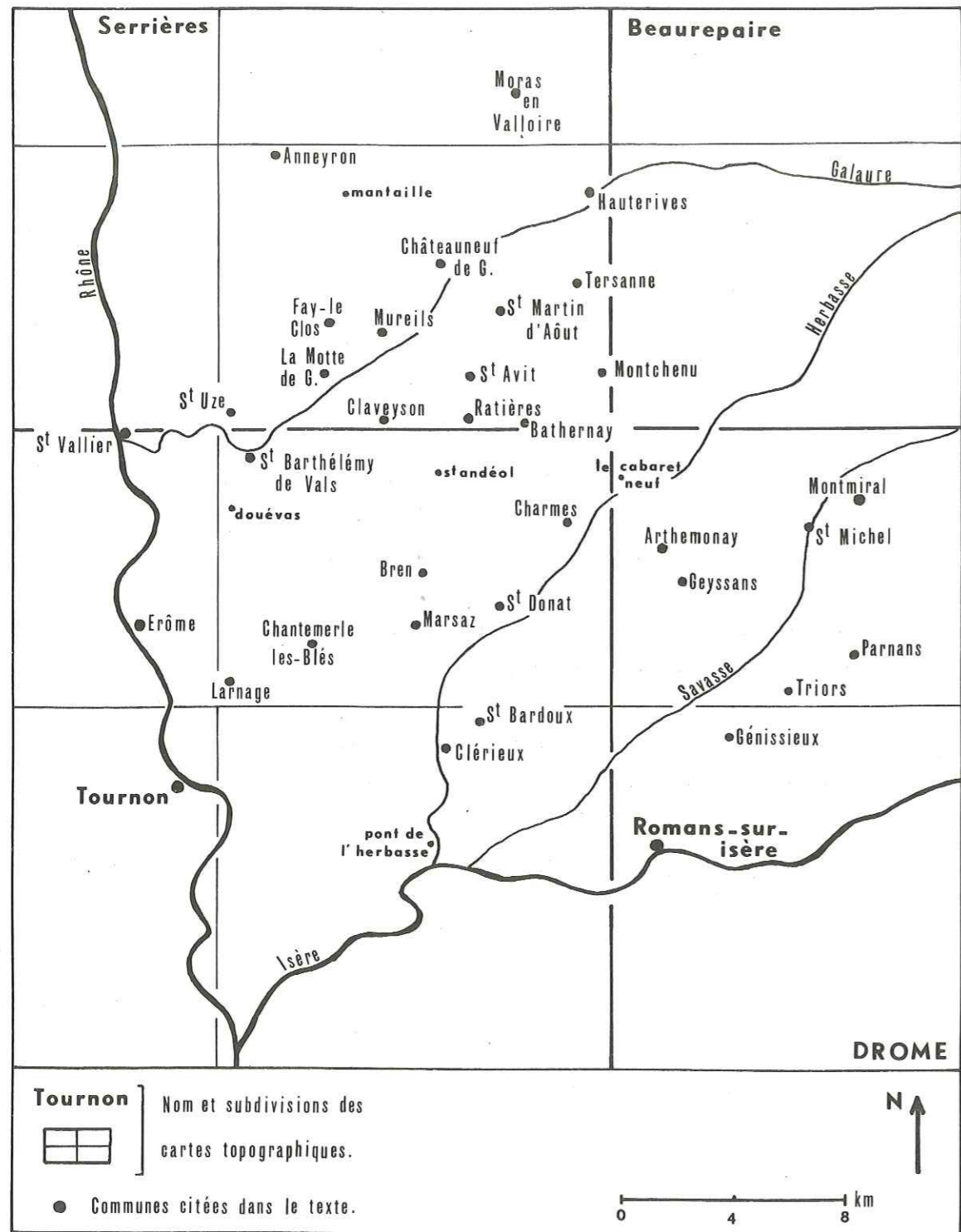


Fig. 75 - L'Ouest du Plateau de Chambaran (Drôme) : emplacement des communes citées.

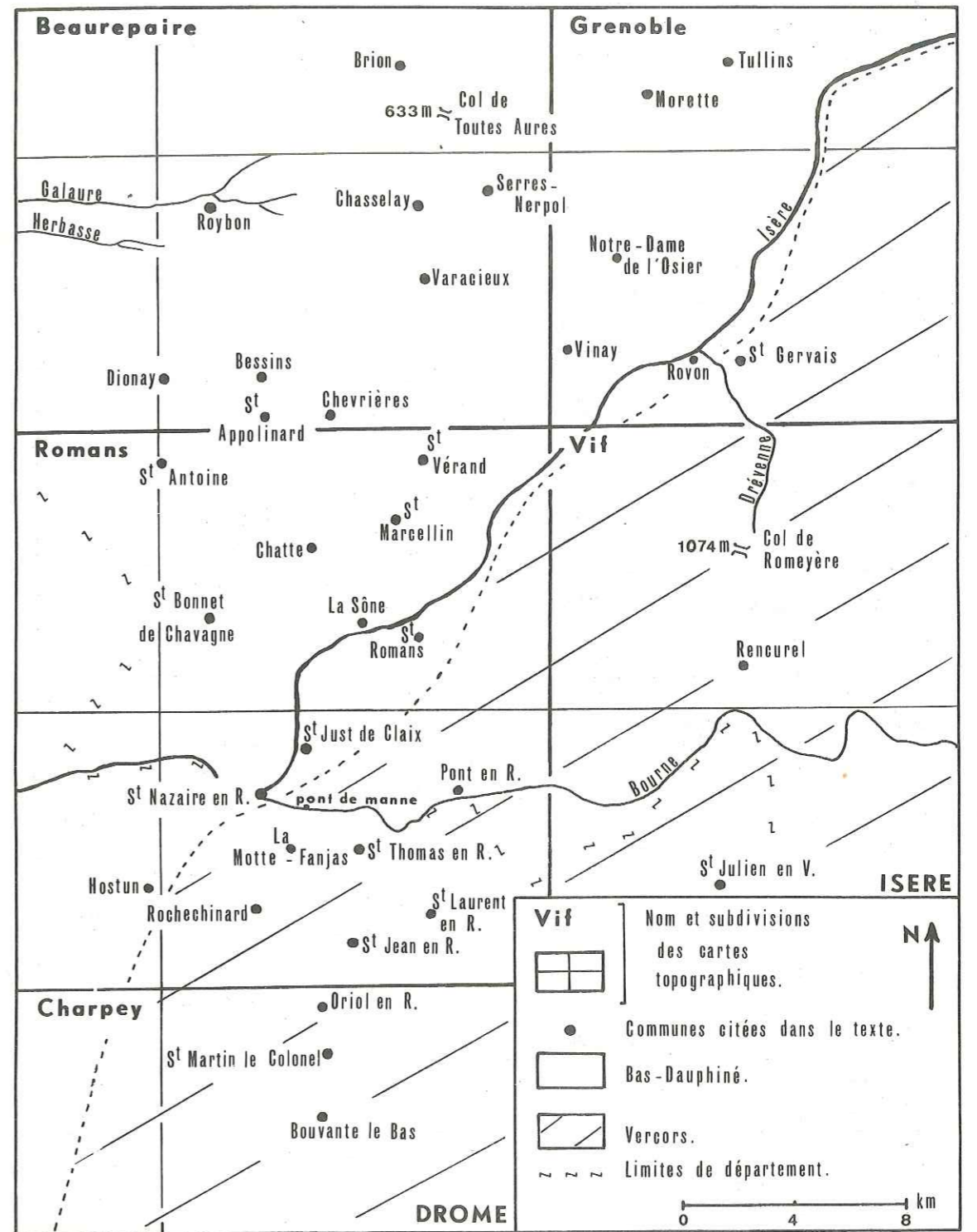


Fig. 76 - L'Est du Plateau de Chambaran, Royans, Vercors (Drôme, Isère) : emplacement des communes citées.

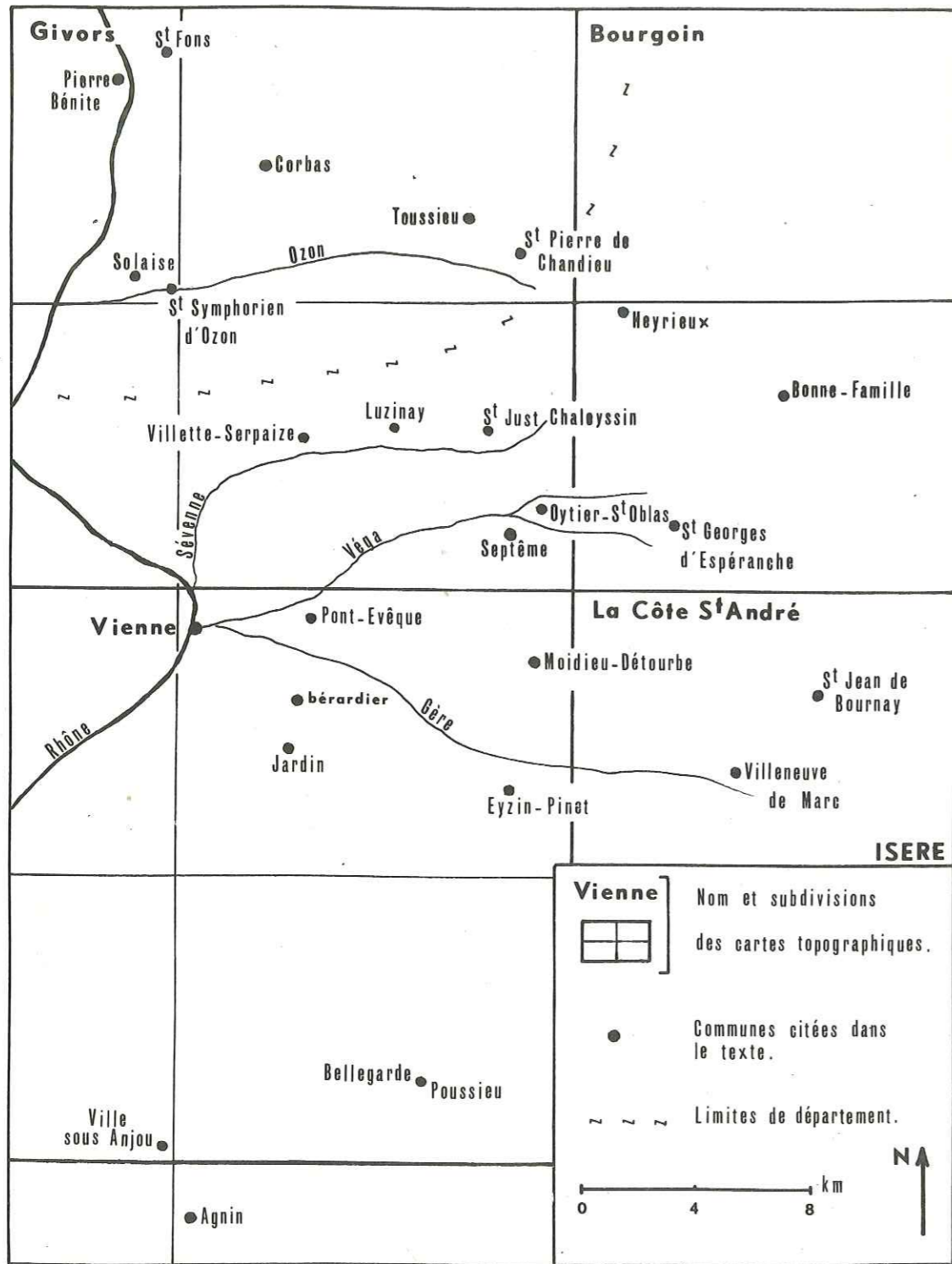


Fig. 77 – Région lyonnaise s.l. (Rhône, Isère) : emplacement des communes citées.

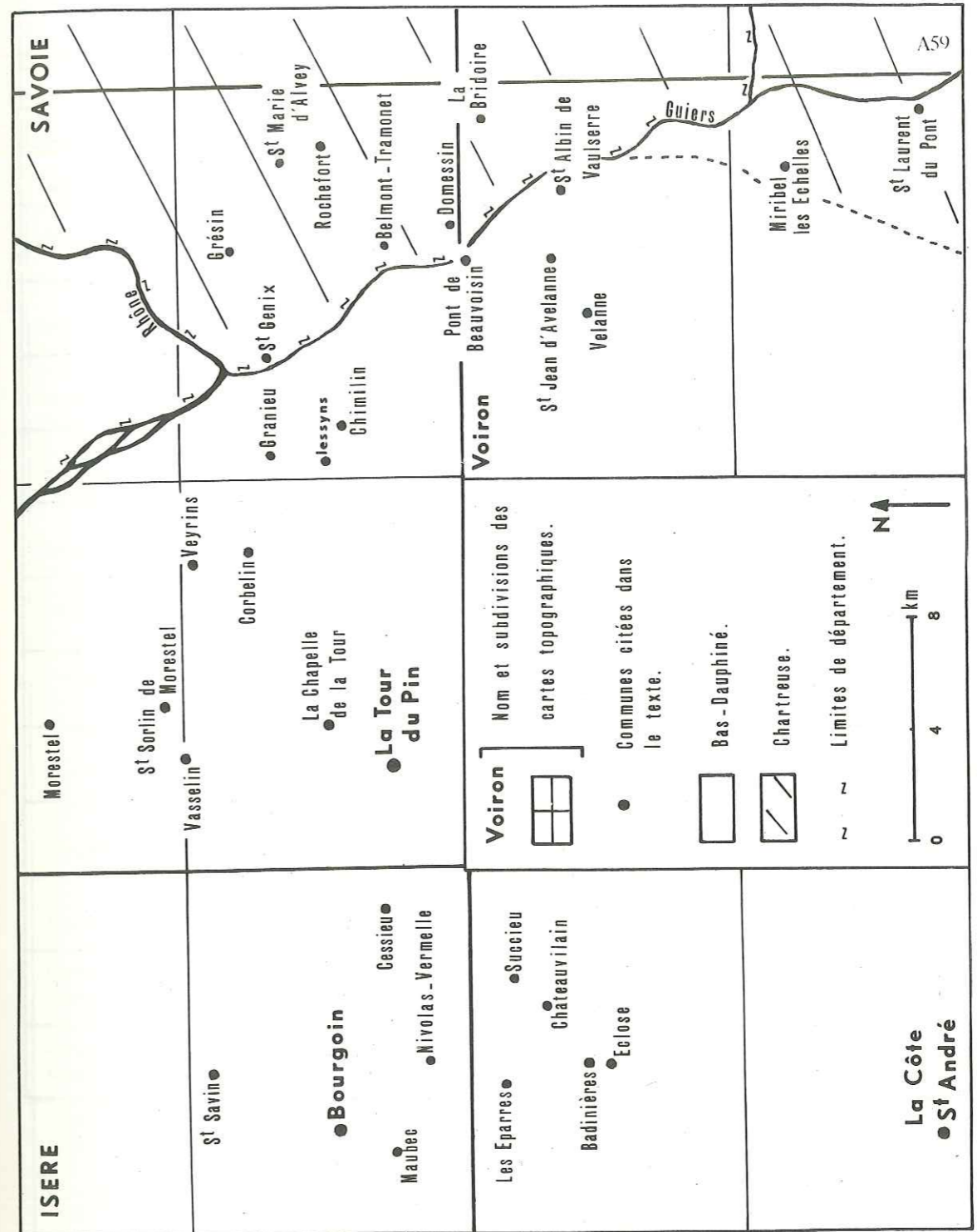


Fig. 78 – Région de Pont-de-Beauvoisin, Chartreuse (Isère, Savoie) : emplacement des communes citées.

BAS-DAUPHINE		PALEOGENE						A60
N° Echantillon	Lieu-dit	Coordonnées Lambert	Altitude (en mètres)	Granulométrie		Minéraux lourds		N° gisement fossilifère
				n° fig.	Ann. p.	n° fig.	Ann. p.	
Eocène								
Erôme 11 à 13	Combe Guérin	x : 798,68 y : 318,35		6	A2		A23	
Larnage 11 12		x : 798,48 y : 314,31		6	A2		A23	
Larnage 13		x : 798,41 y : 314,38		6	A2		A23	
St Barthélémy-de-V. D 1 - D 2	Douévas	x : 798,58 y : 320,51		6	A2		A23	
St Barthélémy-de-V. D 5		x : 798,40 y : 321,04		6	A2			
Sondages traversant le Paléogène								
Beaurepaire		x : 812,34 y : 340,60	253				A24	
Faramans 1		x : 822,25 y : 347,40	358				A24	
La Tour du Pin		x : 840,26 y : 65,88	359				A24	
St Lattier SL ₁		x : 824,94 y : 313,61	184			11	A25	
Varacieux		x : 837,02 y : 325,16	359				A24	

BAS-DAUPHINE		OUEST DU PLATEAU DE CHAMBARAN						A61
N° Echantillon	Lieu-dit	Coordonnées Lambert	Altitude (en mètres)	Granulométrie		Minéraux lourds		N° gisement fossilifère
				n° fig.	Ann. p.	n° fig.	Ann. p.	
Anneyron 11 - 11a 12	Mantaille	x : 802,72 y : 331,44	255	36	A6		A32	010.01
Arthemony 11		x : 813,86 y : 319,22	340		A8	42	A35	
Arthemony 21-22	Le Reculais	x : 814,47 y : 318,29	325	41	A7	42	A34	014.01
Bathernay 11	Le Champ des Côtes	x : 808,60 y : 323,0	407		A8	42	A35	
Bren 11	S de Les Verrières	x : 807,42 y : 319,86	245	34	A5		A30	061.01
Chantemerle-les-Blés 11 à 41	Le Maurand	x : 799,62 y : 318,15	260 à 270	36	A6	37	A32	072.01
Chantemerle-les-Blés 61 - 62 71 - 72	SE du cimetière	x : 801,93 y : 315,40 à 50	215 à 225	28	A4	32	A29	072.02
Charmes sur H. 11	cimetière	x : 810,50 y : 320,0	260	34	A5	37	A30	077.01
Charmes sur H. 21	SE de Champ Guirot	x : 808,74 y : 321,34	330	41	A7	42	A34	077.02
Charmes sur H. 31	Le Laca	x : 808,71 y : 322,0	360		A8	42	A35	
Chateauf de Galaure 11	Le Champ du Lac	x : 805,70 y : 329,70	330		A8	42	A35	
Chateauf de Galaure 21	Les Mételles	x : 806,21 y : 328,44	242	36	A6	37	A32	083.01
Chateauf de Galaure 31	Les Mételles	x : 806,28 y : 328,51	250	36	A6	37	A32	083.01
Claveyson 11 41 - 42	St Andéol	x : 806,32 y : 321,40	330 à 337	41	A7	42	A34	094.01
Claveyson 21	N de Guironnet	x : 805,24 y : 323,10	245	36	A6	37	A32	094.02

BAS-DAUPHINE		OUEST DU PLATEAU DE CHAMBARAN (suite)							A62
N° Echantillon	Lieu-dit	Coordonnées Lambert	Altitude (en mètres)	Granulométrie		Minéraux lourds		N° gisement fossilifère	
				n° fig.	Ann. p.	n° fig.	Ann. p.		
Claveyson 31	Les Auches	x : 805,91 y : 322,34	345		A7	42	A34	094.03	
Clérieux 11 - 12	Les Théomes	x : 806,27 y : 313,60	175 à 180	27	A4	32	A29		
Clérieux 21 - 22	Ravin : Le Chalon	x : 806,62 y : 313,50	180 à 185	27	A4	32	A29	096.05	
Clérieux 31 - 32	Les Ganavets	x : 806,31 y : 312,92	180	27	A4	32	A29	096.06	
Clérieux 41	W du bois des Houlettes	x : 806,93 y : 310,31	170	27	A4	32	A29		
Clérieux - Pont de l'Herbasse 11	Combe Tourterelle	x : 805,47 y : 309,28	178	27	A4	32	A29	096.04	
Clérieux - Pont de l'Herbasse 21 22	Pont de l'Herbasse	x : 805,84 y : 309,38	155	27	A4	32	A29	096.01	
Fay-le-Clos 11 12	Les Condinières	x : 802,21 y : 326,56	250	36	A6	37	A32	133.01	
Génissieux 11 12 21	Pont sur la Savasse	x : 815,16 à 26 y : 313,89 à 94	220 à 225	34	A5	37	A30	139.01	
Geyssans 11	Mont Druive	x : 817,12 y : 316,27	275		A5	37	A30	140.01	
Hauterives 11	Portallier	x : 811,70 y : 331,30	315		A7	42	A34		
Hauterives 21 31	Combesse	x : 812,55 à 60 y : 331,33 à 30	370 à 375	43	A8	42	A36		
Hauterives 41 42	Combesse	x : 812,86 y : 331,22	380	43	A8	42	A36		
Hauterives C 11	W église	x : 810,88 y : 331,76	300	41	A7	42	A34	148.01	
Hauterives G 11	Les Gonnets	x : 809,94 y : 331,86	335		A8	42	A36		

BAS-DAUPHINE		OUEST DU PLATEAU DE CHAMBARAN (suite)							A63
N° Echantillon	Lieu-dit	Coordonnées Lambert	Altitude (en mètres)	Granulométrie		Minéraux lourds		N° gisement fossilifère	
				n° fig.	Ann. p.	n° fig.	Ann. p.		
Hauterives G 21	Les Gonnets	x : 810,12 y : 332,0	370	43	A8	42	A36		
Hauterives T 11	Treigneux	x : 808,65 y : 331,28	320		A7	42	A34		
Hauterives T 21	Treigneux	x : 809,61 y : 331,74	360	43	A8	42	A36		
Marsaz 11 à 14	S de Nora	x : 805,70 y : 315,40	200 à 210	28	A4	32	A29	177.01	
La Motte de Galaure 11 à 13	Aval du ruisseau de la Grande Combe	x : 800,74 y : 324,52	210 à 225	35	A6	37	A32	216.01	
La Motte de Galaure 21 - 22	Amont du ruisseau de la Grande Combe	x : 800,64 y : 325,28	240	35	A6	37	A32	216.02	
La Motte de Galaure 31	Amont du ruisseau de la Grande Combe	x : 800,77 y : 325,37	250	35	A6	37	A32	216.02	
La Motte de Galaure 41	Amont du ruisseau de la Grande Combe	x : 800,46 y : 325,22	255	35	A6	37	A33	216.02	
La Motte de Galaure C 11	N Puits d'Enfer	x : 801,38 y : 326,30	273	35	A6	37	A33	216.03	
La Motte de Galaure F 11	Le Château	x : 801,82 y : 325,25	227	35	A6	37	A33	216.04	
Montchenu 21 22	Le Vignoble	x : 811,99 y : 325,31	365 à 367		A8	42	A36		
Montchenu 31 32	Combe Banarde	x : 811,64 y : 325,40	363 à 365		A8	42	A36		
Montchenu 41	Combe Banarde	x : 811,54 y : 325,28	365		A8	42	A36		
Montchenu 11 - 51 61 - 62 71 - 81 91 - 101	Combe Montore	x : 811,27 à 812,19 y : 322,03 à 322,26	280 à 340	39	A7	42	A34	194.01	

BAS-DAUPHINE								A64
OUEST DU PLATEAU DE CHAMBARAN (suite)								
N° Echantillon	Lieu-dit	Coordonnées Lambert	Altitude (en mètres)	Granulométrie		Minéraux lourds		N° gisement fossilifère
				n° fig.	Ann. p.	n° fig.	Ann. p.	
Montchenu 211 212		x : 810,80 y : 324,44	370 373		A8	42	A36	
Montmiral 11 21	Moucherand	x : 820,81 y : 320,03	355	43	A8	42	A36	
Montmiral 31-32 41-42	Déruine	x : 824,09 à 824,18 y : 318,31 à 318,26	390 à 400	43	A8	42	A36	
Moras en Valloire 31		x : 809,04 y : 335,52	297		A8			
Mureils 11-21	S du pont sur la Galaure	x : 804,60 y : 326,40	225	36	A6	37	A33	219.01
Parnans 11-12	Pré du Mulet	x : 821,16 y : 316,56	245	34	A5	37	A31	225.01
Parnans 21-22	W de Boffard	x : 822,77 y : 317,97	305	34	A5	37	A31	225.02
Ratières 11	La Rochelle	x : 806,96 y : 324,28	385	43	A9	42	A36	
Ratières 21	La Rochelle	x : 807,03 y : 324,15	380	43	A9	42	A36	
Ratières 31		x : 806,40 y : 322,48	350		A7	42	A34	
Ratières 41	W Champ du Puits	x : 806,62 y : 321,52	305	39	A7	42	A34	259.01
Ratières 51	Chatillon	x : 807,56 y : 322,10	275	36	A6		A33	
Ratières 61	Chatillon	x : 807,74 y : 322,24	305	39	A7			259.02
Ratières 71	N de Les Granges	x : 807,31 y : 323,13	315	39	A7			259.03

BAS-DAUPHINE								A65
OUEST DU PLATEAU DE CHAMBARAN (suite)								
N° Echantillon	Lieu-dit	Coordonnées Lambert	Altitude (en mètres)	Granulométrie		Minéraux lourds		N° gisement fossilifère
				n° fig.	Ann. p.	n° fig.	Ann. p.	
Ratières 81 82	Les Bretonnières	x : 807,36 y : 323,34	320	39	A7	42	A34	259.04
Ratières 91	Les Bretonnières	x : 807,16 y : 323,59	370	43	A9	42	A36	
Romans-sur-I. 11 à 15	Les Balmes	x : 811,56 y : 310,70	250 à 220	34	A5	37	A31	281.01
Roybon 11 12	Le Gerbert	x : 829,34 y : 333,30	555				A37	347.01
Roybon 21	La Fortonnière	x : 828,36 y : 330,48	530				A37	347.02
St Avit 11	W de Les Goutoules	x : 804,96 y : 324,44	250	36	A6	37	A33	293.01
St Avit 21	Les Bayards	x : 806,43 y : 325,04	315	41	A7	42	A34	293.02
St Avit 31		x : 806,94 y : 324,95	365	43	A9	42	A36	
St Bardoux 11 12	St Pierre	x : 807,72 y : 312,26	245	34	A5	37	A31	294.01
St Barthélémy-de-V. 11 - 12 - 13 102-105-107- 111-113-114	S du cimetière	x : 799,56 y : 321,44	195 à 200	30	A4	32	A29 - A30	
St Barthélémy-de-V. 21 - 31	Combe Pourrie	x : 799,26 y : 321,32	225	31	A4 - A5	32	A30	
St Barthélémy-de-V. 41	Labrot	x : 799,00 y : 318,60	295	35	A6	37	A33	295.01
St Barthélémy-de-V. 51 - 61	S du cimetière	x : 799,63 y : 321,40 à 50	200 à 220		A4 - A5	32	A30	
St Barthélémy-de-V. 81	Le Pilon	x : 802,50 y : 320,46	250	35	A6	37	A33	295.02

BAS-DAUPHINE								A66
OUEST DU PLATEAU DE CHAMBARAN (suite)								
N° Echantillon	Lieu-dit	Coordonnées Lambert	Altitude (en mètres)	Granulométrie		Minéraux lourds		N° gisement fossilifère
				n° fig.	Ann. p.	n° fig.	Ann. p.	
St Barthélémy-de-V. C 1	Marnas - Chamet	x : 799,92 y : 320,56	235	31	A5	32	A30	
St Barthélémy-de-V. P 11 à P 14	Les Palaches	x : 800,78 y : 322,18	100 à 195	35	A6 - A7	37	A33	295.03
St Donat-sur-l'H. 11	N de Pendillon	x : 808,12 y : 317,95	205	34	A5	37	A31	301.01
St Donat-sur-l'H. 21	Bois de Sizay	x : 809,04 y : 320,28	285	34	A5	37	A31	
St Donat-sur-l'H. 41-42-43	Les Ménistrols	x : 808,22 à 28 y : 316,28 à 33	215 à 225	34	A5	37	A31	301.02
St Martin d'Aout 11-12	Monrond	x : 808,70 y : 328,10	365 à 375	43	A9	42	A36	314.02
St Martin d'Aout 30 à 32	Les Didères	x : 806,74 y : 327,86	300 à 305		A7 - A8	42	A35	314.03
St Martin d'Aout 21-41-51-61-81	Les Rigauds	x : 809,14 à 20 y : 327,48 à 91	290 à 330	40	A7 - A8	37-42	A35	314.01
St Martin d'Aout 71	Ruisseau de la Vermeille	x : 808,79 y : 327,18	283		A8	37	A35	314.04
St Michel-sur-S. 11	La Plaine	x : 818,46 y : 318,29	300	41	A8	42	A35	319.01
St Michel-sur-S. 21 - 31	La Croix des Combes	x : 819,02 y : 318,22 à 34	350 à 360	43	A9	42	A37	
St Michel-sur-S. 41		x : 819,76 y : 320,52	350	43	A9	42	A37	
St Uze 11	Combe Tourmente	x : 799,28 y : 323,94	200	31	A5	32	A30	
St Uze 31	Combe Tourmente	x : 799,33 y : 323,58	197	35	A7	37	A33	
St Uze 41 - 42	Jappe Renaud	x : 798,44 y : 324,14	200	31	A5	32	A30	

BAS-DAUPHINE								A67
OUEST DU PLATEAU DE CHAMBARAN (suite)								
N° Echantillon	Lieu-dit	Coordonnées Lambert	Altitude (en mètres)	Granulométrie		Minéraux lourds		N° gisement fossilifère
				n° fig.	Ann. p.	n° fig.	Ann. p.	
St Uze 51	Ravin des Montées	x : 799,58 y : 325,10	250	35	A7	37	A33	
St Uze 71 - 72	Ravin de Combe Grande	x : 797,80 y : 324,37	250	35	A7			332.01
St Uze 81		x : 798,90 y : 323,76	205	31	A5			
Tersanne 11 21	Pied de l'église	x : 810,18 y : 328,51	382	43	A9	42	A37	349.02
Tersanne 31	SW de la Cote 392	x : 810,60 y : 327,10	380	43	A9	42	A37	349.03
Tersanne 51	Les Ponçons	x : 809,96 y : 327,17	310	40	A8	42	A35	349.01
Tersanne 61 62	La Pierrote	x : 809,78 y : 325,40	375 à 380	43	A9	42	A37	
Tersanne 71 72	Les Ferlais	x : 810,86 y : 328,03	380 à 390	43	A9	42	A37	
Tersanne 81 82	Ruisseau l'Egout	x : 809,70 y : 327,30	305	36	A7			
Tersanne T 11 21 31	Les Ponçons	x : 810,00 à 11 y : 327,23 à 326,80	320 à 340	40	A8	42	A35	349.01
Tersanne T 51 à 53	Les Ponçons	x : 810,18 y : 326,83	330	40	A8	42	A35	349.01
Tersanne T 61	Les Gaillards	x : 810,22 y : 326,52	355	40	A8	42	A35	
Triors 11 à 14	La Fontanille	x : 818,58 y : 315,54 à 62	220 à 225	34	A5 - A6	37	A31	355.01

BAS-DAUPHINE									A68
EST DU PLATEAU DE CHAMBARAN									
N° Echantillon	Lieu-dit	Coordonnées Lambert	Altitude (en mètres)	Granulométrie		Minéraux lourds		N° gisement fossilifère	
				n° fig.	Ann. p.	n° fig.	Ann. p.		
Bessins 11		x : 829,68 y : 326,90	570		A10	47	A39		
Brion 11	Charubin	x : 835,26 y : 338,46	480						
Chatte 11	Combe Muguet	x : 830,82 y : 320,86	310		A10	47	A38	095.01	
Chatte 21	Bois d'Entour	x : 830,13 y : 321,42	330	46	A10	47	A38	095.02	
Chasselay 11 12	S col de Toutes Aures	x : 836,38 y : 335,39	590	48	A11	47	A39	086,01	
Chasselay 21 à 23	W Pont de Revel	x : 836,15 y : 335,34	580 à 585	48	A11	47	A40		
Chasselay 41 - 51	Col du Cognet	x : 836,03 y : 334,35 à 45	535 à 540	48	A11	47	A40		
Chasselay 61 - 62	Presle	x : 836,15 y : 334,20	520	48	A11	47	A40	086.02	
Chasselay 81	N col de Toutes Aures	x : 836,31 y : 335,60	655	48	A11	47	A40		
Chasselay 91	N col de Toutes Aures	x : 836,42 y : 335,78	640	48	A11	47	A40		
Chasselay B 11	N col de Toutes Aures	x : 836,20 y : 335,60	660 -	Echantillon J. Bocquet - [1966]		47	A40		
Chevrières 11 12	Vaillet	x : 831,12 y : 322,60	340	46	A10	47	A38	099.01	
Dionay 11 12	Combe Pellalion	x : 825,93 y : 326,48	485	46	A10	47	A39		
Dionay 21	St Jean le Fromental	x : 827,12 y : 325,46	485		A10				

BAS-DAUPHINE									A69
EST DU PLATEAU DE CHAMBARAN (suite)									
N° Echantillon	Lieu-dit	Coordonnées Lambert	Altitude (en mètres)	Granulométrie		Minéraux lourds		N° gisement fossilifère	
				n° fig.	Ann. p.	n° fig.	Ann. p.		
Morette 11	Champerieux	x : 845,10 y : 336,40	390	48	A11	47	A39		
St Antoine 11 12		x : 826,26 y : 323,21	390	46	A10	47	A38		
St Antoine 21 22	Pont de la Chapelle	x : 828,86 y : 320,95	305	46	A10	47	A38	359.01	
St Appolinard 11 12	Sommet St Roch	x : 829,42 y : 325,68	530	46	A10	47	A39		
St Appolinard 21 22	Le Maillet	x : 829,86 à 90 y : 323,92 à 80	385 à 395	46	A10	47	A38	360.01	
St Bonnet-de-C. 11 à 16	L'Arthaudière	x : 827,42 à 66 y : 316,92 à 317,36	255 à 290	46	A10	47	A38		
St Marcellin 41 à 61	Bords de la Cumane	x : 834,86 à 835,06 y : 318,16 à 82	185 à 230	46	A10	47	A38		
St Vérand 11 12		x : 835,40 à 46 y : 324,46 à 42	315 à 320		A10	47	A38		
St Vérand 21 22	La Gaucherie	x : 834,68 y : 324,98	345 à 350		A10	47	A39	463.01	
Serres-Nerpol 11	La Salacine	x : 837,24 y : 333,40	450	48	A11	47	A40		
Serres-Nerpol 21 22	Les Chapelles	x : 837,44 y : 333,22	450	48	A11	47	A40		
Serre-Nerpol 31	Les Caves	x : 838,45 y : 333,09	420	48	A11	47	A39		
Serres-Nerpol 41	Nerpol	x : 839,18 y : 332,06	400			47	A39		
Serres-Nerpol 51	N Combe Noire	x : 839,39 y : 330,78	360	48	A11	47	A39		

BAS-DAUPHINE		EST DU PLATEAU DE CHAMBARAN (suite)							A70
N° Echantillon	Lieu-dit	Coordonnées Lambert	Altitude (en mètres)	Granulométrie		Minéraux lourds		N° gisement fossilifère	
				n° fig.	Ann. p.	n° fig.	Ann. p.		
Serres-Nerpol 61	S Combe Noire	x : 839,80 y : 330,63	345	48	A11	47	A39		
Varacieux 11		x : 835,31 y : 330,46	470	48	A11	47	A40		
Varacieux 21	Chironay	x : 836,64 y : 329,79	425		A11	47	A40		
Varacieux 31	Jacquetière	x : 837,67 y : 329,66	445		A11	47	A40		
Varacieux 41	Les Roches	x : 835,52 y : 331,39	465		A11	47	A40		
Varacieux 51	Levaux	x : 834,69 y : 330,42	515	48	A11	47	A40		
Varacieux 61	La Roche	x : 834,64 y : 330,86	590	48	A11	47	A40		
Varacieux 71	La Roche	x : 834,14 y : 330,92	620	48	A11	47	A40		

BAS-DAUPHINE		REGION LYONNAISE s.l.							A71
N° Echantillon	Lieu-dit	Coordonnées Lambert	Altitude (en mètres)	Granulométrie		Minéraux lourds		N° gisement fossilifère	
				n° fig.	Ann. p.	n° fig.	Ann. p.		
Agnin 22 à 26	Carrière entre Agnin et Ville-s/An.	x : 797,52 y : 342,32	220 230		A12	52	A42	556.02	
Bellegarde-Poussieu 11 à 13		x : 805,50 y : 345,61	340	57	A14	52	A45		
Bonne Famille 11 à 14	Les Eynards	x : 817,86 y : 70,42	310	56	A13	52	A43	048.01	
Corbas 11 21	Carrière du Fort	x : 800,84 y : 78,30	200	51	A12	52	A42	38.123.01	
Eyzin-Pinet 11 12	Le Bailloud	x : 805,77 y : 58,40	230		A12	52	A42	160.01	
Jardin 11 à 13	Bérardier	x : 801,22 y : 59,48	240 255		A12		A41		
Luzinay 11 12	Illins	x : 802,86 y : 69,14	250	51	A12	52	A42	215.01	
Luzinay 21	Illins	x : 802,86 y : 69,27	275	57	A14	52	A45	215.01	
Moidieu-Détourbe 11 à 14	Le Julien	x : 808,85 y : 60,65	270 275	55	A13	52	A43 A44	238.01	
Moidieu-Détourbe 21 à 25	Combe au Rieu	x : 807,90 y : 60,88	260 270	55	A13			238.02	
Moidieu-Détourbe 31 à 36	La Vernea	x : 811,08 y : 61,66	290 300	56	A14	52	A44	238.03	
Oytier-St Oblas 11 - 21		x : 809,83 y : 65,98	290 295	57	A14	52	A45		
Oytier-St Oblas 31	N.D. de Rapillard	x : 810,08 y : 66,0	330	57	A14	52	A45		
Oytier-St Oblas 41	La Poterie	x : 810,65 y : 65,66	295	57	A15	52	A45		
Oytier-St Oblas 51 52		x : 809,70 y : 65,98	270		A14				

BAS-DAUPHINE								A72
REGION LYONNAISE s.I. (suite)								
N° Echantillon	Lieu-dit	Coordonnées Lambert	Altitude (en mètres)	Granulométrie		Minéraux lourds		N° gisement fossilifère
				n° fig.	Ann. p.	n° fig.	Ann. p.	
Pierre-Bénite 11 à 14	Le barrage	x : 794,95 y : 80,20	135 à 145	49	A12		A41	152.01
Pont-Evêque 11	La Perrière	x : 801,10 y : 63,13	195	51	A12	52	A42	318.01
St Fons 11 12	Les Balmes	x : 796,09 y : 81,09	155	50-51	A12	52	A41 - A42	199.01
St Fons 21	Les Balmes	x : 796,02 y : 80,79	160		A12	52	A42	199.01
St Fons 31 à 33	Les Balmes	x : 795,97 y : 80,28	160 à 185	51	A12 - A13	52	A42	199.01
St Fons 41	Les Balmes	x : 795,95 y : 79,76	168		A13	52	A42	199.01
St Fons 51 52	Les Balmes	x : 795,96 y : 79,58	170 à 175	51	A13	52	A42	199.01
St Georges d'E. 11-12	Le Baret	x : 812,11 y : 65,51	320	57	A15	52	A45	
St Just-Chaleyssin 11 à 16	Carrefour Lafayette	x : 811,09 y : 69,17	275 à 285	54	A14	52	A44	
St Pierre-de-Chandieu 11-12-21 à 25	Cudon	x : 805,92 y : 74,04	230 à 240	54	A14	52	A44	
St Symphorien d'O. 10 à 19	Berlandières	x : 796,34 y : 71,76	235	49	A12		A41	461.01
St Symphorien d'O. B 11-12		x : 796,21 y : 71,77	260	57	A15	52	A45 - A46	
Septême 11 à 13	Chemin de Vervaud	x : 807,75 à 83 y : 64,48 à 54	275 à 295		A14	52	A45	480.01
Septême 21	Sous-Côte	x : 806,12 y : 66,05	275	51	A13	52	A42	480.02
Septême 41 42	Bramafan	x : 804,56 y : 65,99	265	57	A15	52	A46	

BAS-DAUPHINE								A73
REGION LYONNAISE s.I. (suite)								
N° Echantillon	Lieu-dit	Coordonnées Lambert	Altitude (en mètres)	Granulométrie		Minéraux lourds		N° gisement fossilifère
				n° fig.	Ann. p.	n° fig.	Ann. p.	
Solaie 11 à 13	Pont de Sans-Sou (gisement disparu)	x : 793,89 y : 73,41	160	50	A12		A41	493.01
Toussieu 11 à 14		x : 807,70 y : 76,52	245 à 255	56	A14	52	A45	
Vienne 11 à 41	Les Guillemottes	x : 799,22 à 32 y : 62,88 à 63,08	230 à 265	51	A13	52	A43	544.01
Vienne 51	Les Guillemottes	x : 799,48 y : 63,12	270	50	A12		A41	
Ville-sous-Anjou	voir Agnin							
Villeneuve-de-M. 11 12	La Combe	x : 814,82 y : 57,22	380	57	A15	52	A46	
Villette-Serpaize 11	Combe Pichon	x : 799,91 y : 69,35	260	51	A13	52	A43	
Villette-Serpaize 21 22	Combe Pichon	x : 799,75 y : 69,52	265	51	A13	52	A43	
Villette-Serpaize 31 32	Combe Pichon	x : 799,80 y : 69,54	280	57	A15	52	A46	
Villette-Serpaize 51 à 53	Combe des Clavières	x : 800,25 y : 69,46	235 à 240	51	A13	52	A43	

BAS-DAUPHINE								A74
REGION DE PONT-DE-BEAUVOISIN ET DU DELTA DE VOREPPE (suite)								
N° Echantillon	Lieu-dit	Coordonnées Lambert	Altitude (en mètres)	Granulométrie		Minéraux lourds		N° gisement fossilifère
				n° fig.	Ann. p.	n° fig.	Ann. p.	
Badinières 11		x : 831,99 y : 61,62	505	62	A17	64	A48	
Belmont-Tramonet 11-21-22	Gubin	x : 860,68 à 861,14 y : 66,48 à 20	250 à 255	59	A16	60	A47	100.01
Belmont-Tramonet 41	Gubin	x : 860,62 y : 67,97	265		A16	60	A47	100.01
Cessieu 11 12 110	Bois de Cessieu	x : 837,79 y : 67,98	440		A17	64	A48	
La Chapelle-de-la Tour 11-12	Les Ayes	x : 843,78 y : 68,67	390	62	A17	64	A48	076.01
La Chapelle-de-la Tour 21		x : 843,98 y : 68,99	410	62	A17	64	A48	
La Chapelle-de-la Tour 31 à 33 41-42		x : 843,21 y : 68,52 à 56	360 à 365	62	A17	64	A48	
Chateaufort 11 12	Combe Vieille	x : 832,69 y : 62,07	440	62	A17	64	A48	
Chimilin 11 12	Leyssins	x : 853,73 y : 69,73	255	61	A16	60	A47	104.01
Corbelin 11	Embranchement N.75-D.145	x : 849,36 y : 71,90	305		A16	60	A47	124.01
Domessin	Gubin	voir Belmont-Tramonet						
Les Eparres 11-12-21-31-41 L 11		x : 831,86 à 99 y : 62,63 à 63,05	390 à 420	62	A17	64	A48 - A49	
Granieu 11	Le cimetière	x : 853,88 y : 71,43	260		A16	60	A47	183.01
Grésin 41-42 43-44	Le Pin	x : 861,29 à 43 y : 72,60 à 70	315 à 340	59	A16	60	A47	
Maubec 11	Le Viers	x : 828,64 y : 68,08	380		A17			

BAS-DAUPHINE								A75
REGION DE PONT-DE-BEAUVOISIN ET DU DELTA DE VOREPPE (suite)								
N° Echantillon	Lieu-dit	Coordonnées Lambert	Altitude (en mètres)	Granulométrie		Minéraux lourds		N° gisement fossilifère
				n° fig.	Ann. p.	n° fig.	Ann. p.	
Nivolas-Vermelle 11	Combe de Vé	x : 832,54 y : 66,50	320		A17	64	A49	
Pont-de-Beauvoisin 10-11	Puisat	x : 861,17 y : 64,66	265	59	A16	60	A47	204.01
Rochefort 10 11	La Perrière	x : 868,33 y : 69,35	310	59	A16	60	A47	
Rochefort 21	La Perrière	x : 863,47 y : 69,57	330	59	A16	60	A47	
St Albin-de-Vaulserre 11	La Terrassière	x : 863,91 y : 60,98	275	59	A16	60	A47	
St Albin-de-Vaulserre 12	La Terrassière	x : 863,78 y : 60,88	285		A16	60	A47	
St Jean d'Avelanne 34	Ruisseau Malafossant	x : 859,63 y : 60,26	465	62	A17	63	A49	
St Jean d'Avelanne 35	Ruisseau Malafossant	x : 859,95 y : 60,38	440		A17	63	A49	
St Savin 11 12	Chapèze	x : 834,82 y : 73,34	325		A17		A49	
St Savin 21	Chapèze	x : 834,76 y : 73,22	350		A17		A49	
St Sorlin de M. 11 à 13	Cimetière	x : 844,74 y : 75,38	280	61	A16	60	A48	458.01
St Sorlin de M. 21	Cimetière	x : 844,84 y : 75,36	285	61	A16	60	A48	
Succieu 11 12	Ruisseau des Collines	x : 833,34 y : 63,36	455	62	A17	64	A49	
Succieu 21 22	Ruisseau des Collines	x : 832,96 y : 63,46	430	62	A17	64	A49	
Succieu 31	Ruisseau des Collines	x : 832,52 y : 64,04	375	62	A17	64	A49	

BAS-DAUPHINE									A76
REGION DE PONT-DE-BEAUVOISIN ET DU DELTA DE VOREPPE (suite)									
N° Echantillon	Lieu-dit	Coordonnées Lambert	Altitude (en mètres)	Granulométrie		Minéraux lourds		N° gisement fossilifère	
				n° fig.	Ann. p.	n° fig.	Ann. p.		
Vasselin 11 12	Monteloup	x : 843,42 y : 74,58	335		A17		A49		
Velanne 11 12	Ruisseau Malafossant	x : 858,38 y : 60,27	585	62	A17	63	A49		
Velanne 21	Ruisseau Malafossant	x : 858,40 y : 60,12	610	62	A17				
Velanne 31 à 33	Ruisseau Malafossant	x : 859,25 à 45 y : 60,08 à 21	485 à 515	62	A17	63	A49		
Veyrins 11 12	Le Molard	x : 849,31 à 36 y : 74,51 à 42	265 à 270	61	A16	60	A48	541.02	

ROYANS									A77
N° Echantillon	Lieu-dit	Coordonnées Lambert	Altitude (en mètres)	Granulométrie		Minéraux lourds		N° gisement fossilifère	
				n° fig.	Ann. p.	n° fig.	Ann. p.		
Bouvante 11 12		x : 830,92 y : 298,67	680	15	A3	16	A26		
Bouvante 21 22 23	Douçanet	x : 831,38 y : 299,65	520 à 525			23	A50		
Bouvante 31	La Rouye	x : 831,50 y : 300,60	465			23	A50		
Bouvante 41	La Courerie	x : 832,33 y : 300,90	460	72	A18	23	A51		
Hostun 30	St Martin Les Ferrands	Echantillons J. le Clech (D.E.S. Grenoble, en cours)					A23		
Hostun 37	Boulogne						A23		
Hostun 38	La Fournache						A23		
La Motte-Fanjas 11 - 12	Le Béchat	x : 830,40 y : 309,20	245	9	A2		A24		
La Motte-Fanjas 21 - 22	Le Béchat	x : 830,53 y : 309,23	250	9	A2		A24	217.01	
La Motte-Fanjas 31 - 32 - 33	Les Marronnières	x : 830,66 y : 308,67	280		A3		A26		
La Motte-Fanjas 41 à 44	La Fayolle	x : 830,28 à 23 y : 308,91 à 309,04	275	9	A2		A24		
La Motte-Fanjas V 11	Les Barbets	x : 831,52 y : 308,49	340			16	A26	217.03	
La Motte-Fanjas V 21	Les Ferlonnières	x : 831,88 y : 308,78	285			16	A26	217.02	
Oriol-en-R. 11 12		x : 831,55 y : 303,68	305 à 310			16	A26		
Oriol-en-R. 21 22	L'Hôte	x : 831,03 y : 304,37	395 à 400			16	A26	223.01	

A78

ROYANS (suite)

N° Echantillon	Lieu-dit	Coordonnées Lambert	Altitude (en mètres)	Granulométrie		Minéraux lourds		N° gisement fossilifère
				n° fig.	Ann. p.	n° fig.	Ann. p.	
Oriol-en-R. 41 42	La Bourrelière	x : 831,48 y : 303,57	315			16	A26	223.02
Oriol-en-R. E 11	Le Puy	x : 830,45 y : 303,68	400	8	A2		A23	
Oriol-en-R. E 21 22	Les Sables	x : 830,75 y : 302,94	355	8	A2		A23	
Pont-en-R. 11 12 13		x : 836,42 y : 311,34	210		A18	22	A50	
Pont-en-R. 22 à 27		x : 836,30 à 42 y : 311,60 à 49	210 à 220		A18	22	A50	
Pont-en-R. 31 32	Les Cérénes	x : 836,08 y : 311,35	215 à 200	72	A18	22	A51	
Pont-en-R. E 11		x : 836,80 y : 310,66	250	8	A2	22	A23	
Pont-en-R. E 21		x : 836,82 y : 311,34	250	8	A2	22	A23	
Pont-en-R. B 11		x : 836,73 y : 311,50	265			22	A26	
Pont-en-R. 52		x : 836,77 y : 311,52	270	15	A3	22	A26	
Rochechinard 11 12	La Mairie	x : 830,11 y : 307,88	370	9	A2		A24	
Rochechinard 13	La Mairie	x : 830,07 y : 307,94	375	9	A2			
Rochechinard 31		x : 829,80 y : 308,65	295	8	A2			
St Jean-en-R. 11 12		x : 832,68 y : 306,81	230	72	A18		A51	
St Jean-en-R. 21 22	Les Tourelons	x : 833,61 y : 305,00	385	72	A18		A51	

A79

ROYANS (suite)

N° Echantillon	Lieu-dit	Coordonnées Lambert	Altitude (en mètres)	Granulométrie		Minéraux lourds		N° gisement fossilifère
				n° fig.	Ann. p.	n° fig.	Ann. p.	
St Just-de-Claix 11 à 17	Pont de Manne	x : 831,74 à 82 y : 311,02 à 10	250 à 260			23	A26 - A50	409.01
St Just-de-Claix 31 32	Pont de Manne	x : 831,87 y : 311,10	250	72	A18	23	A51	
St Just-de-Claix A 11 A 12	Pont de Manne	x : 831,66 y : 311,00	180 à 185	15	A3	16	A26	
St Laurent-en-R. 11 12	Les Chaux	x : 834,93 y : 307,70	290	72	A18		A51	
St Martin-le-Colonel 51		x : 831,85 y : 302,45	385			23	A50	
St Nazaire-en-R. 11	Ruisseau Rouge	x : 829,27 y : 310,48	190		A2		A23	
St Nazaire-en-R. 21 22	Le Mas	x : 829,80 y : 310,35	180	8	A2		A23	
St Romans 11 à 13	Vieux Pont de La Sône	x : 831,38 y : 316,21	180 à 190				A50	
St Thomas-en-R. S 11 - S 12	Pont de la Lyonne	x : 833,46 y : 308,86	210	72	A18	23	A51	

VERCORS									A80
N° Echantillon	Lieu-dit	Coordonnées Lambert	Altitude (en mètres)	Granulométrie		Minéraux lourds		N° gisement fossilifère	
				n° fig.	Ann. p.	n° fig.	Ann. p.		
Rencurel 11 à 14	N La Balme de Rencurel	x : 846,42 à 66 y : 313,50 à 68	815 à 850	18	A3	19	A27	333.04	
Rencurel 21	Les Cordets	x : 846,75 y : 315,46	770	73	A18		A52		
Rencurel 31	Col de Romeyère	x : 847,14 y : 320,76	1060		A18		A52		
Rovon 11 à 14	Pont sur la Drévenne	x : 848,34 à 42 y : 324,24 à 40	880 à 890			19	A27	345.01	
St Gervais 15 à 17	Pont sur la Drévenne	x : 848,56 y : 324,74	900	73	A18		A52		
St Gervais 71 - 72	Pont sur la Drévenne	x : 848,74 y : 324,36	800	73	A18		A52		
St Julien-en-V. 41 51 à 53	Les Clots	x : 846,40 à 65 y : 313,50 à 66	815 à 840				A52		
St Nizier 11		x : 859,0 y : 324,40	1150	73	A18		A52		
St Nizier B 1	La Tour	x : 858,53 y : 323,65	1180	18 éch. J. Bocquet [1966]	A3		A27		
Sassenage B 21 B 31		x : 859,91 y : 327,75	710				A27		

CHARTREUSE									A81
N° Echantillon	Lieu-dit	Coordonnées Lambert	Altitude (en mètres)	Granulométrie		Minéraux lourds		N° gisement fossilifère	
				n° fig.	Ann. p.	n° fig.	Ann. p.		
La Bridoire 11	Les Envers	x : 866,50 y : 64,98	355	20	A3		A28		
Grésin B 11		x : 862,48 y : 72,34	405	20	A3		A28		
Grésin B 21		x : 861,58 y : 73,33	460				A28		
Miribel-les-Echelles 11 - 12		x : 864,13 y : 353,31	530	20	A3		A28		
Pomarey 61	Col de la Charmette	x : 866,52 y : 340,89	1230	éch. J. Bocquet [1966] 20	20	A3		A28	
Proveysieux 71	Pont de l'Oulle	x : 863,87 y : 332,84	274		74	A19		A53	
Proveysieux 81	Moretière	x : 863,51 y : 334,55	450			A19		A53	
Quaix 41	Ravin de Maupertuis	x : 864,70 y : 333,60	390			A3		A28	
Quaix 51	Ravin de Maupertuis	x : 864,70 y : 333,57	390			20	A3		A28
Quaix 91	Ravin de La Vence	x : 864,14 y : 333,06	260				A19		A53
St Laurent-du-Pont 11 à 17	La Bayonnère	x : 864,19 à 42 y : 350,59 à 31	440 à 470	74	A19		A53		
Ste Marie d'Alvey 10 - 11	Truison	x : 864,41 y : 71,26	420	20	A3		A28	254.01	
St Marie d'Alvey 21	La Mégère	x : 863,42 y : 72,34	450		A3		A28	254.02	
St Nicolas-de-Mach. 10	Bergureuil	x : 856,63 y : 349,91	645	éch. J. Bocquet [1966]	A19		A53		



Vu :
Les Membres du Jury
MM. J. FLANDRIN
L. DAVID
G. DEMARCQ

Vu et approuvé :
Le Président du Conseil transitoire de
la Faculté des Sciences

J. BOIDIN

Vu et accordé le permis d'imprimer :
Lyon, le 12 mai 1969

Le Recteur,
P. LOUIS