



**HAL**  
open science

**Données nouvelles sur les formations détritiques de l'arc de Castellane, sud-est de la France (conglomérats tertiaires des synclinaux de St-Antonin, Barrême, Majastre) : pétrographie des galets de roches endogènes : applications de la typologie du zircon accessoire : approche paléogéographique**

Siedou Toure

► **To cite this version:**

Siedou Toure. Données nouvelles sur les formations détritiques de l'arc de Castellane, sud-est de la France (conglomérats tertiaires des synclinaux de St-Antonin, Barrême, Majastre) : pétrographie des galets de roches endogènes : applications de la typologie du zircon accessoire : approche paléogéographique. Stratigraphie. Université Nice Sophia Antipolis, 1981. Français. NNT : . tel-00815722

**HAL Id: tel-00815722**

**<https://theses.hal.science/tel-00815722>**

Submitted on 19 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.

*Useille*

Siédou TOURE

**DONNEES NOUVELLES SUR LES  
FORMATIONS DETRITIQUES DE L'ARC DE  
CASTELLANE, SUD-EST DE LA FRANCE  
(CONGLOMERATS TERTIAIRES DES SYNCLI-  
NAUX DE ST-ANTONIN, BARREME, MAJASTRE)**

**PETROGRAPHIE DES GALETS DE ROCHES ENDOGENES.  
APPLICATIONS DE LA TYPOLOGIE DU ZIRCON ACCESSOIRE.  
APPROCHE PALEO GEOGRAPHIQUE.**

**THESE DE DOCTORAT  
DE SPECIALITE (3<sup>e</sup> cycle)**

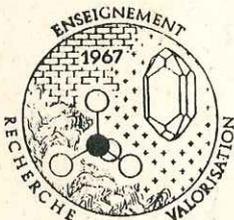
**Mention : Géologie  
Option : Pétrologie**

**1981**

**UNIVERSITÉ DE NICE**

**LABORATOIRE de PETROLOGIE-MINÉRALOGIE**

**E. R. "STABILITÉ ET REACTIVITÉ DES MINÉRAUX"**



Siédou TOURE

**DONNEES NOUVELLES SUR LES  
FORMATIONS DETRITIQUES DE L'ARC DE  
CASTELLANE, SUD-EST DE LA FRANCE  
(CONGLOMERATS TERTIAIRES DES SYNCLI-  
NAUX DE ST-ANTONIN, BARREME, MAJASTRE)**

**PETROGRAPHIE DES GALETS DE ROCHES ENDOGENES.  
APPLICATIONS DE LA TYPOLOGIE DU ZIRCON ACCESSOIRE.  
APPROCHE PALEOGEOGRAPHIQUE.**

**THESE DE DOCTORAT  
DE SPECIALITE (3<sup>e</sup> cycle)**

**Mention : Géologie  
Option : Pétrologie**

**1981**

**UNIVERSITE DE NICE**

**LABORATOIRE de PETROLOGIE-MINERALOGIE**

**E. R. "STABILITE ET REACTIVITE DES MINERAUX"**



## E R R A T A

---

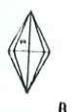
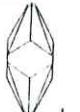
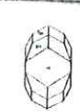
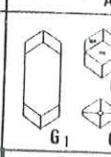
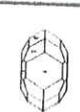
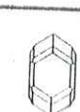
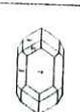
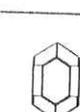
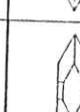
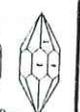
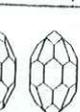
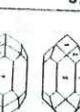
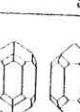
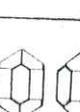
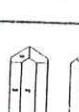
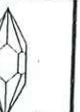
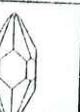
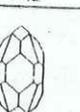
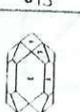
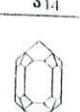
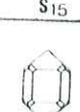
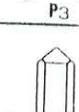
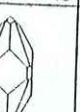
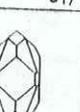
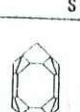
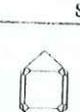
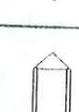
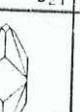
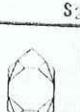
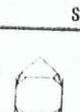
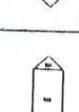
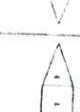
- p.24 ligne 20 : inférieures
- p.26 le figuré marqué mp signifie marnes et il est valable sur les logs stratigraphiques pour tous les niveaux marneux, y compris bien sûr les marnes priaboniennes.
- p.63 ligne 8 : le feldspath sodique est de l'Albite...
- p.89 ligne 27: monzonitique
- p.94 ligne 13: analogies marquées
- p.98 ligne 6 : Les plagioclases
- p.100 ligne 24: appartiennent
- p.105 ligne 10: le feldspath sodique est de l'Albite...
- p.118 ligne 8 : à grain fin
- p.122 ligne 8 : aucune étude pétrographique n'ayant encore été effectuée.
- p.130 ligne 19: figure 3 page 16
- p.137 ligne 11: tableau fig.26
- p.138 tableau joint aux errata et de meilleure qualité.
- p.139 avant dernière ligne: se faire
- p.144 dernière ligne : figure 28 et 29, pages 145 et 148
- p.146 ligne 10: indices A et  $\bar{T}$   
:et grain fin
- p.147 ligne 5 :un zircon à noyau
- p.151 ligne 5 : indice A et  $\bar{T}$   
ligne 19 et 20 indice  $\bar{A}$  et  $\bar{T}$
- p.153 ligne 15 et 18 {211}  
ligne 21: la fig.32  
ligne 25: pyramide supplémentaire {301}
- p.155 ligne 13: indice  $\bar{A}$  et  $\bar{T}$   
ligne 19: pyramide supplémentaire {112}  
ligne 24: élément
- p.160 ligne 8 : fig.33 p.160  
ligne 12: tableau 48
- p.163 avant dernière ligne: chapitre
- p.167 ligne 25 : tunnel de la Cerise
- p.169 ligne 33 : ajouter J.P. IVALDI (Thèse Nice) dans le texte et la bibliographie
- p.176 ligne 2 : type Estérel  
ligne 11 : reports
- p.177 ligne 9 : figure 36 p.179
- p.193 ligne 25 : mise en possession  
S.23
- p.204 planche IV Un zircon n'est pas numéroté. Lire N° 39

LES ECHELLES VERTICALES DES LOGS STRATIGRAPHIQUES sont à diviser par 2, ainsi,  
2cm = 125 m en épaisseur.

(pages 26 à 38)

P Y R A M I D E S

{211} {211} >> {101} {211} > {101} {101} = {211} {101} > {211} {101} >> {211} {101} {301}

P R I S M E	O PRISME									100	I
	{110}									200	N
	{110} >> {100}									300	D
	{110} > {100}									400	I
	{100} = {110}									500	C
	{100} > {110}									600	E
	{100} >> {110}									700	T
	{100}									800	A
		100	200	300	400	500	600	700	800		
		I	N	D	I	C	E	A			

S O M M A I R E

	Pages
AVANT-PROPOS.....	
CHAPITRE I : GENERALITES.....	
I - INTRODUCTION.....	
A - Situation géographique de la zone étudiée.	
B - Réseau hydrographique.....	
II - CONTEXTE GEOLOGIQUE REGIONAL (Alpes méridionales)	
A - Délimitation de l'Arc de Castellane.....	
B - Cadre stratigraphique régional.....	
C - Cadre structural.....	
D - Position du synclinal de Saint-Antonin dans l'Arc de Castellane (situation par rapport au autres synclinaux de même âge).	
III - BUT ET ORIENTATION DES RECHERCHES.....	
IV - BREF HISTORIQUE DES TRAVAUX ANTERIEURS.....	
A - Sur le volcanisme	
B - Sur l'étude pétrographique des conglomérats	
C - Sur l'origine des matériaux détritiques...	
D - Sur la cartographie.....	
CHAPITRE II : ETUDE GEOLOGIQUE DU SYNCLINAL DE SAINT-ANTONIN.	
A - Etude stratigraphique.....	
1° Généralités lithostratigraphiques et micropaléontologiques.....	
2° Stratigraphie des formations détri- tiques tertiaires du synclinal de St-Ant.	
a) Introduction.....	
b) Stratigraphie de la zone orientale du synclinal.....	

b1 - coupe de Maubonette. Fig.....	
b2 - coupe de St-Antonin. Fig ....	
b3 - coupe de Sambuguel. Fig. ....	
c) Stratigraphie de la zone centrale...	
c1 - coupe de la Penne. Fig. ....	
c2 - coupe de St-Pierre. Fig. ....	
c3 - coupe de Bonvilar. Fig. ....	
d) Stratigraphie dans la zone occidentale	
d1 - coupe de Chamengearde. Fig....	
d2 - coupe des Petit-Brins. Fig ..	
d3 - coupe de Fontane. Fig .....	
B - Etude structurale.....	
1° Rappels concernant l'histoire géologique de la région.....	
2° Coupes géologiques dans le synclinal de Saint-Antonin.....	
a) Coupes géologiques dans le secteur oriental du synclinal.....	
a1 - coupe de Maubonette. Fig ....	
a2 - coupe de St-Antonin. Fig ....	
a3 - coupe de Sambuguel. Fig .....	
b) Coupes géologiques dans la partie médiane du synclinal.....	
b1 - coupe de la Penne. Fig .....	
b2 - coupe de St-Pierre. Fig. ....	
b3 - coupe de Bonvilar. Fig. ....	
c) Coupes géologiques dans le secteur occidental.....	
c1 - coupe de Chamengearde. Fig ..	
c2 - coupe des Petit-Brins. Fig	
c3 - coupe de Fontane. Fig. ....	

3° Cartes géologiques (hors texte éch.1/25000 )

- carte géologique.....
- carte structurale.....

C - Conclusion

CHAPITRE III ..... 57

PREMIERE PARTIE : LES ROCHES ERUPTIVES.....

I - LES ROCHES PLUTONIQUES.....

A - Roches grenues.....

1° Les granites.....

a) Introduction.....

b) Mode d'échantillonnage des galets....

c) Description des galets.....

c1 Les monzogranites.....

c1.1. Monzogranites porphyroïdes à biotite.....

c1.2. Monzogranites à biotite.....

c1.3. Monzogranites à grains fins à biotite.....

c1.4. Monzogranite à deux micas....

c1.5. Monzogranites à tendance subalcaline.....

c2. Granite subalcalin.....

c3. Aplite alcaline à grenat.....

c4. Granite à deux micas (leucogranite)

c5. Granite hyperalcalin (hypersolvus)

2° Les granodiorites

a) granodiorite à grains fins (sans amphibole);.....

b) granodiorite à biotite et amphibole.

3° Les diorites

- 4° Les gabbros.....
- B - Roches microgrenues.....
  - 1° Les micromonzogranites.....
  - 2° Les microgranodiorites.....
  - 3° Les microgranites alcalins.....
  - 4° Les lamprophyres.....
- II - LES ROCHES VOLCANIQUES.....
  - A - Les rhyolites.....
    - 1° Rhyolites alcalines.....
    - 2° Rhyolites monzonitiques à biotite.....
    - 3° Rhyolites monzonitiques à biotite et amphibole.....
  - B - Les pyromérides.....
    - 1° Pyromérides alcalines.....
    - 2° Pyromérides monzonitiques .....
  - C - Les ignimbrites rhyolitiques.....
    - 1° Ignimbrites alcalines.....
    - 2° Ignimbrites monzonitiques .....
  - D - Les rhyodacites.....
  - E - Les Dacitoïdes.....
  - F - Les basaltes.....
  - G - Les andésites et roches associées.....
    - Introduction.....
    - 1° Les latites quartziques.....
    - 2° Les andésites à olivine.....
    - 3° Les latites andésites.....
    - 4° Les dacites.....
- DEUXIEME PARTIE : LES ROCHES METAMORPHIQUES.....
  - I - LES MICASCHISTES.....

II - LES QUARTZITES.....	
III - LES LEPTYNITES.....	
IV - LES MYLONITES.....	
V - LES AMPHIBOLITES.....	
VI - LES GNEISS.....	
TROISIEME PARTIE : CONCLUSION.....	1134
CHAPITRE IV - CONGLOMERATS DU SYNCLINAL DE BARREME ET DE MAJASTRE (synclinaux occidentaux de l'Arc de Castellane)..	
I - SYNCLINAL DE BARREME.....	116
Introduction.....	
A - Travaux antérieurs.....	
1° Roches sédimentaires.....	
2° Roches métamorphiques.....	
3° Roches éruptives.....	
B - Résultats des travaux actuels.....	
1° Les granites (Monzogranites).....	
2° Les micromonzogranites.....	
3° Les granophyres.....	
4° Les andésites (latites andésites).....	
II - SYNCLINAL DE MAJASTRE.....	117
Introduction.....	
A - Roches éruptives.....	
1° Les granites.....	
a) Monzogranite à biotite.....	
b) Granite subalcalin à biotite.....	
c) Aplite à grenat.....	

	Pages
2° Les micromonzogranites.....	
3° Les granophyres monzonitiques.....	
4° Les rhyolites.....	
5° Les pyromérides.....	
6° Les ignimbrites rhyolitiques.....	
7° Les dacites.....	
B - Roches métamorphiques.....	
1° Les mylonites.....	
2° Les schistes à glaucophane.....	
III - CONCLUSION.....	130

CHAPITRE V : UTILISATION DE LA METHODE TYPOLOGIQUE DU ZIRCON  
ACCESSOIRE.....

I - GENERALITES.....	135
A - Bref historique des travaux antérieurs.....	
B - Bases fondamentales de la méthode proposée.....	
1° Système cristallographique et indexation.....	
2° Classification typologique du zircon accessoire:	
a) Types principaux.....	
b) Types secondaires.....	
3° Etude d'une population de zircons.....	
a) Préparation de concentré de zircons.....	
b) Etude de la population au microscope.....	
c) Les indices A et T. Détermination du point moyen ( $I.\bar{A}$ , $I.\bar{T}$ ) d'une population.....	
d) Autres caractères du zircon.....	
d1. Qualité des formes cristallines.....	
d2. Couleur.....	

- d3. Groupements cristallins.....
- d4. Croissance des cristaux.....
- d5. Corrosion.....
- d6. Noyaux.....
- d7. Zonage.....
- d8. Altération.....
- d9. Fracturation.....
- d10. Inclusions.....
- d11. Statistique dimensionnelle.....

II - APPLICATIONS DE LA METHODE TYPOLOGIQUE DU ZIRCON

ACCESSOIRE.....

Introduction.....

PREMIERE PARTIE : APPLICATION A L'ETUDE DES GALETS  
DE ROCHES ENDOGENES.....

A - Etude de la population de zircons des  
granites de Saint-Antonin.....

1° Les Monzogranites calco-alkalins.....

2° Etude de la population de zircon d'une  
granodiorite.....

3° Etude de la population de zircons du  
granite hyperalkalin.(hypersolvus).....

B - Etudes des populations de zircons des microgranites  
(micromonzogranites) de Saint-Antonin.....

C - Etude des populations de zircons dans les rhyolites  
de Saint-Antonin.....

a) Rhyolites alcalines.....

b) Rhyolites calco-alkalines.....

- D - Etude des populations de zircons dans les andésites de Saint-Antonin.....
- 1° Etudes des populations de roches andésitiques
- 2° Etudes des populations de zircons dans les ciments bréchiques scoriacés.....

DEUXIEME PARTIE : APPLICATION A L'ETUDE DES MATERIAUX  
DETRITIQUES ET VOLCANODETRITIQUES.....

- A - Mode d'échantillonnage.....
- B - Etude des populations de zircons dans les sables ou grès de Saint-Antonin.....
- C - Etude des populations de zircons dans les ciments de conglomérats.....

III - CONCLUSION

153

CHAPITRE VI : RECHERCHE DE L'ORIGINE DES MATERIAUX DETRITIQUES  
DE SAINT-ANTONIN.....

154

ETUDE COMPARATIVE DES GALETS ET APPROCHE PALEOGEOGRAPHIQUE

I - DISCUSSION DE L'ORIGINE DES MATERIAUX DETRITIQUES DE  
SAINT-ANTONIN

II - ETUDES COMPARATIVES.....

A - Au point de vue pétrographique.....

B - Au point de vue géochimique.....

C - Utilisation de la typologie du zircon accessoire

III - EXISTENCE DU SOCLE DE SAINT-ANTONIN

APPROCHE PALEOGEOGRAPHIQUE.....

IV - CONCLUSION

CONCLUSIONS GENERALES .....

192

193

# CHAPITRE I

## GENERALITES

# CHAPITRE I

## GENERALITES

### I - INTRODUCTION

- A - Situation géographique de la zone étudiée
- B - Réseau hydrographique

### II - CONTEXTE GEOLOGIQUE REGIONAL (ZONE SUBALPINE MERIDIONALE)

- A - Délimitation de l'Arc de Castellane
- B - Cadre stratigraphique régional
- C - Cadre structural
- D - Position du synclinal de Saint-Antonin dans l'Arc de Castellane (situation par rapport aux autres synclinaux de même âge)

### III - BUT ET ORIENTATION DES RECHERCHES

### IV - BREF HISTORIQUE DES TRAVAUX ANTERIEURS

- A - Sur le volcanisme
- B - sur l'étude pétrographique des conglomérats
- C - Sur l'origine des matériaux détritiques
- D - sur la cartographie

# I - INTRODUCTION

## A - SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE ETUDIEE

Le synclinal de Saint-Antonin est situé à une soixantaine de km à vol d'oiseau au Nord-Ouest de la ville de Nice. On peut y accéder en remontant régulièrement le cours du Var jusqu'à Puget-Théniers qui est localisée dans un petit synclinal nummulitique du même nom. A une quinzaine de kilomètres au Sud et cette ville (Puget-Théniers) se trouve le synclinal de Saint-Antonin qui doit son nom à un petit village perché sur l'un des meilleurs affleurements de conglomérats. (voir fig. 3 p. ).

## B - RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Le synclinal de Saint-Antonin constitue une unité géographique comportant un seul et unique bassin versant à l'exception de sa pointe extrême-est. Les nombreux ruisseaux s'encaissent profondément dans le niveaux marno-sableux très tendres. Les plus importants sont constitués par le ruisseau de Fontane qui arrose le village de Collongues et le Rioulan qui coule au pont des Miolans.

A l'Est, une partie des eaux coule vers le Riou de Cuébris tandis que la plupart des ruisseaux rassemblent leurs eaux vers l'Estéron, un affluent du Var. De nombreuses sources artésiennes sont aménagées en fontaines d'eau potable dans la plupart des villages du secteur étudié (en particulier La Rochette et Saint-Antonin).

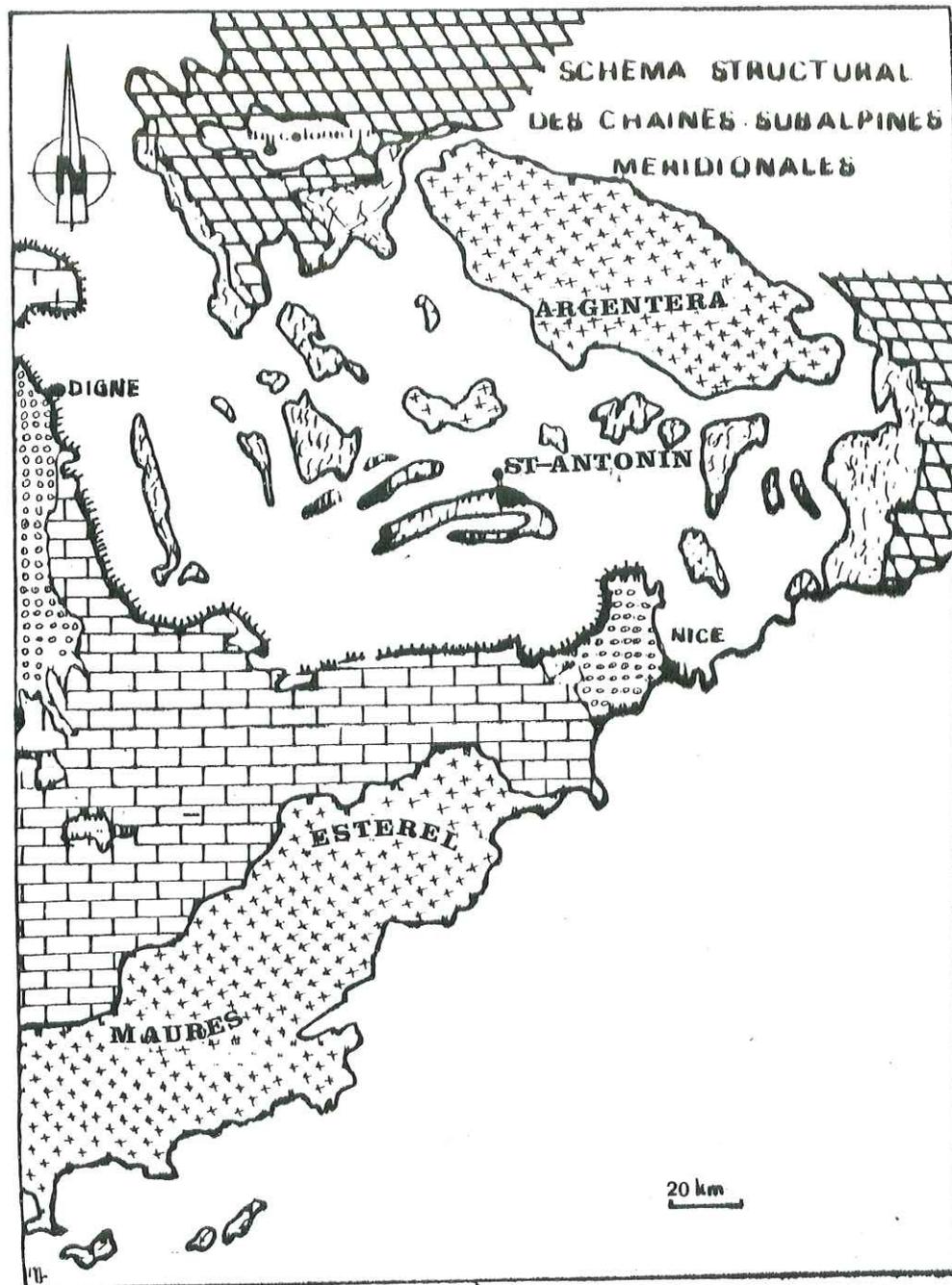


Fig.1 : Position du synclinal de Saint-Antonin dans le cadre des chaînes subalpines méridionales.

-  Chaînes provençales et autochtone du bord subalpin en continuité
-  Tertiaire de l'autochtone (Pliocène inclus)
-  Nappes subalpines (renfermant le Mésozoïque alpin externe)
-  Tertiaire des nappes subalpines
-  Nappes de l'Embrunais - Ubaye et des Alpes-Maritimes franco-italiennes.
-  Massifs cristallins et leur tégument
-  Contact anormal de la nappe de Digne et des chevauchements des Arcs de Castellane et de Nice

(In M. Le GUERN, 1979, d'après S. TOURE, modifié)

## II - C O N T E X T E   G E O L O G I Q U E   R E G I O N A L

### (ZONE SUBALPINE MERIDIONALE)

#### A - DELIMITATION DE L'ARC DE CASTELLANE (Fig. 2)

Le terme de "Arc de Castellane" a été introduit par J. GOGUEL en 1936. Constituant la partie essentielle de la zone subalpine à l'Ouest du Var, il est limité par le Bassin de Valensole à l'Ouest et au Sud-Ouest par la Basse-Provence ; au Sud par les massifs des Maures, du Tanneron, de l'Estérel et sa couverture sédimentaire ; à l'Est par l'Arc de Nice et au Nord par les enveloppes de plis de couverture du Dôme de Barrot et du massif cristallin externe de l'Argentera.

#### B - CADRE STRATIGRAPHIQUE REGIONAL

Les terrains cristallins paléozoïques sont représentés :

- au Nord-Est par le massif de l'Argentera (A. FAURE-MURET, 1955) ;
- Au Sud-Ouest par le massif des Maures-Tanneron-Estérel (P. BORDET, 1951; M. BOUCARUT, 1971).

Tout le Mésozoïque est représenté par une sédimentation marine sans discontinuité, qui prendra fin au Sénonien, les dernières couches marines datées avec certitude étant santoniennes (L. BERTRAND, 1898 ; A. FAURE-MURET 1955).

Au Paléogène, la sédimentation débutera par des couches infranummulitiques, se poursuivra par le Nummulitique marin qui sera surmonté par des formations détritiques grossières (sables, grès et conglomérats), ces dernières feront l'objet de notre travail, en ce qui concerne la région de la moyenne vallée de l'Estéron, dans l'unité tectonique dite "synclinal de Saint-Antonin".

# POSITION DE LA RÉGION ÉTUDIÉE, DANS LE CADRE DES ALPES OCCIDENTALES FRANCO-ITALIENNES

0 50 100 Kilomètres

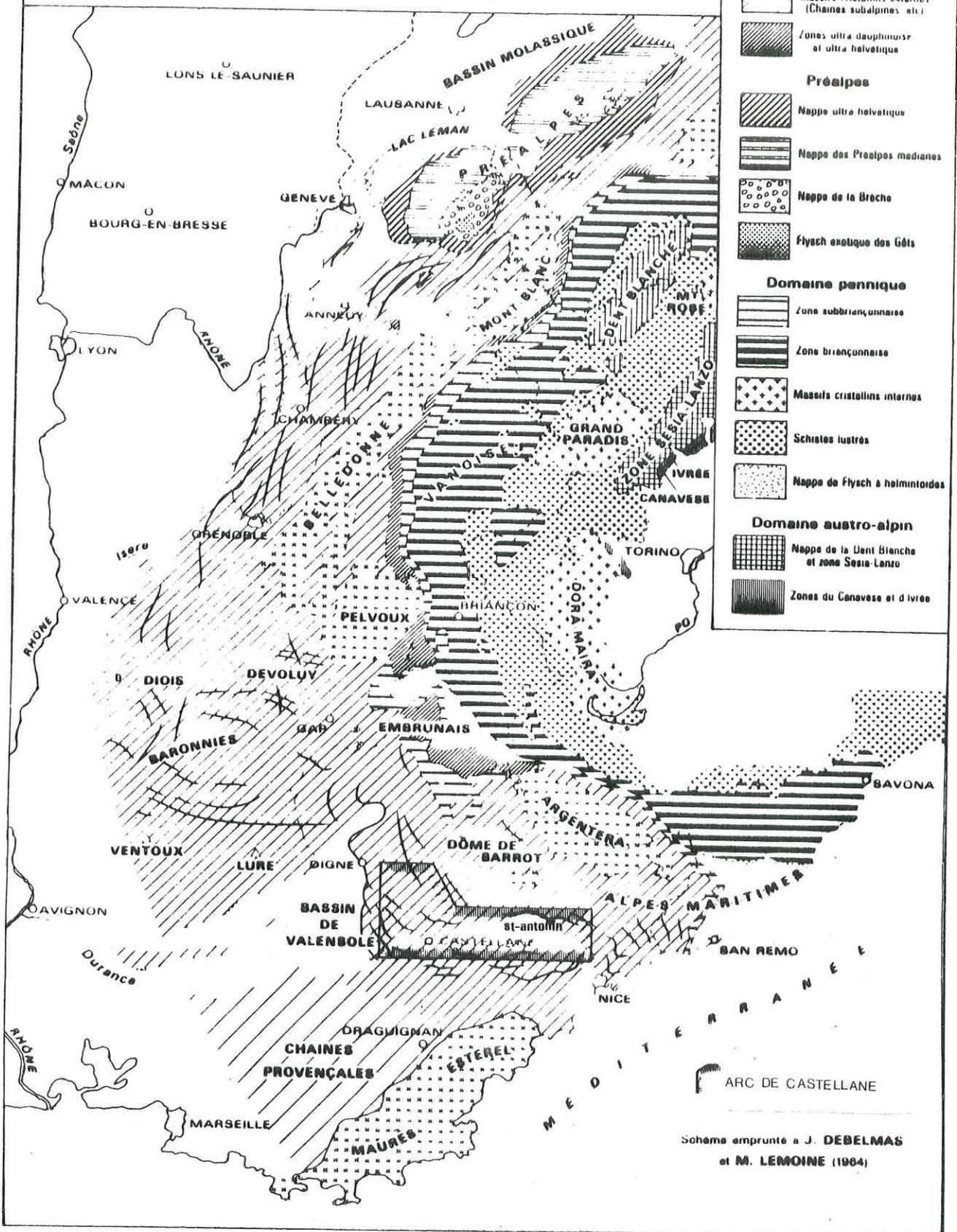


Fig.2 Délémitation de l'Arc de Castellane.

Schema emprunté à J. DEBELMAS et M. LEMOINE (1964)

## C - CADRE STRUCTURAL

L'Arc de Castellane, d'une superficie de 1 300 km<sup>2</sup> environ est constitué par une série de plis de couverture mésozoïque et cénozoïque, souvent écaillés et chevauchant l'avant-pays. L'axe de ces plissements est subméridien dans la zone occidentale de l'Arc, et Est-Ouest dans sa partie méridionale. Le synclinal de Saint-Antonin s'intègre à la branche méridionale.

## D - POSITION DU SYNCLINAL DE SAINT-ANTONIN DANS L'ARC DE CASTELLANE

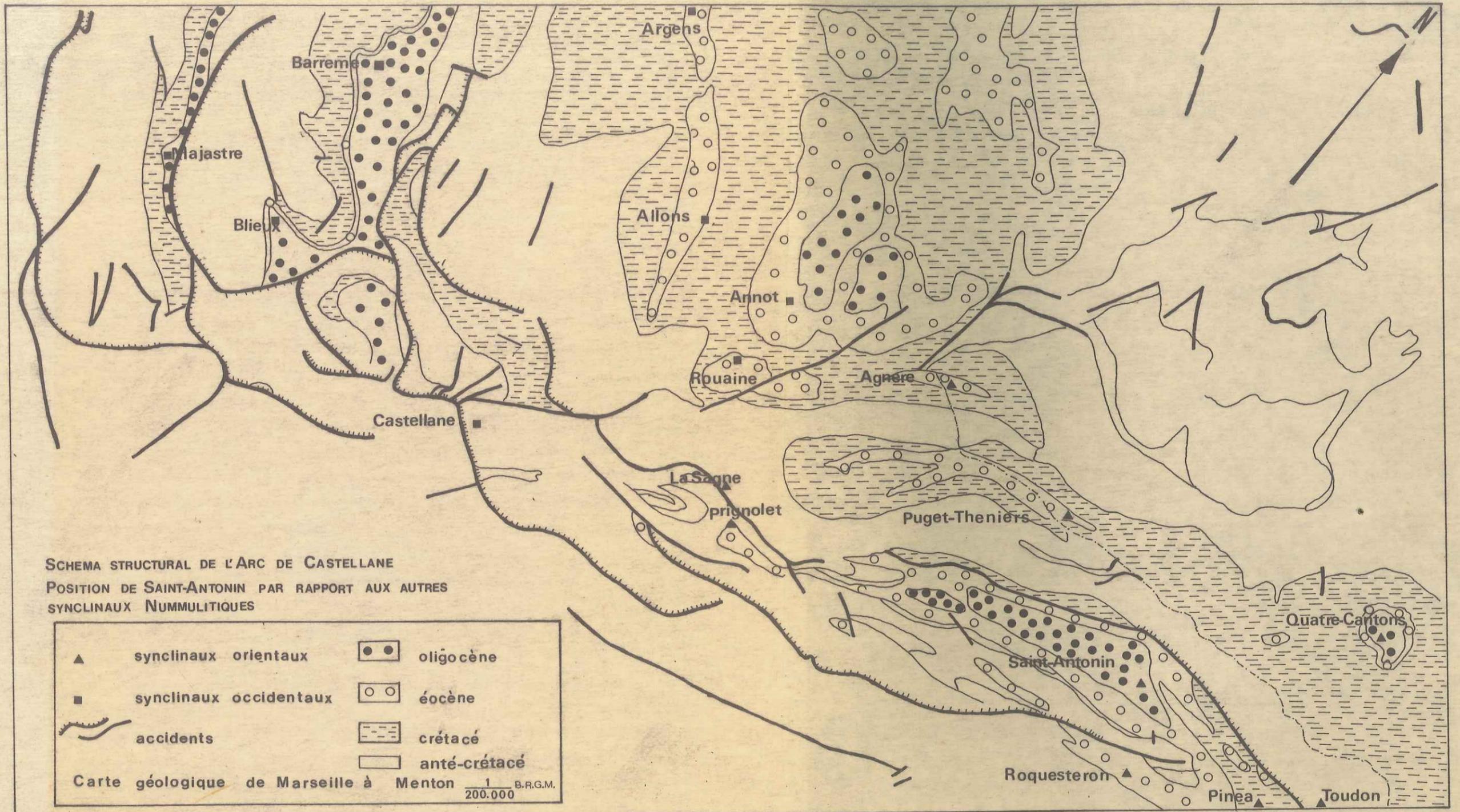
Fig. 3 : Situation par rapport aux autres synclinaux de même âge

Le synclinal de Saint-Antonin fait partie du groupe des synclinaux nummulitiques orientaux d'orientation globalement Est-Ouest. Les directions de structure sont recourbées dans la partie nord de cette branche, s'incurvant vers le Sud-Ouest à proximité de l'accident qui affecte les synclinaux d'Annot et de Rouaine. A l'approche du cours inférieur du Var, la courbure s'effectue vers le Sud-Est. D'après J. BODELLE (1971) la limite entre les deux branches se situe au niveau de la ligne joignant Castellane à Annot. Les synclinaux voisins sont au nombre d'une quinzaine. De taille modeste, on n'y observe que de faibles volumes de matériel détritique grossier : citons les synclinaux de Puget-Théniers, d'Agnère et de Roquesteron.

En ce qui concerne les synclinaux occidentaux d'orientation subméridienne, le plus important est le synclinal de Barrême, qui affleure sur plus de vingt kilomètres (dans le sens de la longueur). Ses voisins sont constitués par les synclinaux d'Annot, de Rouaine et de Majastre.

Il apparaît ainsi que le synclinal de Saint-Antonin occupe une position privilégiée qui justifie l'intérêt particulier que nous lui accordons à la suite d'ailleurs des nombreux auteurs qui ont précédé cette étude.

16



III - B U T   E T   O R I E N T A T I O N   D E S   R E C H E R C H E S

---

Ce travail a pour objet l'étude géologique du synclinal de Saint-Antonin et en particulier celle des formations détritiques tertiaires sus-jacentes aux marnes bleues priaboniennes. Le mémoire réalisé au terme des recherches effectuées portera essentiellement, d'abord, sur la description pétrographique et minéralogique des galets de roches endogènes des formations conglomératiques ; ensuite, une monographie des différents galets étant réalisée, nous tenterons une approche paléogéographique en vue de la recherche des sources probables d'alimentation du bassin tertiaire de Saint-Antonin.

Nous avons été également conduits à lever de façon précise une cartographie de l'ensemble des formations. En effet, l'originalité des assises tertiaires tient à l'abondance des conglomérats, à la taille souvent gigantesque de certains éléments et l'extrême variété pétrographique que l'on y observe. Outre ces éléments qui font du synclinal de Saint-Antonin un excellent terrain d'études pétrographiques, il convient de souligner l'intérêt que revêt ce secteur du point de vue de la tectogenèse de cette zone de l'arc alpin occidental : le synclinal de Saint-Antonin pose le problème de l'évolution d'un bassin sédimentaire paléogène au sein duquel s'est manifesté un important volcanisme andésitique dans un contexte sédimentologique riche en éléments détritiques grossiers, éléments intéressants dans la connaissance du Paléogène du Sud-Est français.

Les études antérieures ont unanimement mis l'accent sur la complexité et l'originalité du synclinal de Saint-Antonin. En ce qui concerne par exemple l'origine des galets, elle est supposée connue avec certitude, mais cela uniquement pour 20 % de l'ensemble des types de roches.

Des problèmes de tous ordres restant non résolus, nous avons réuni un certain nombre de données nouvelles afin d'améliorer notre compréhension générale de ce synclinal. Ainsi que nous l'avions annoncé dans un mémoire de D. E. A., l'étude des minéraux lourds et plus spécialement l'utilisation de la typologie du zircon accessoire, nous apportera

des éléments pétrologiques inédits, nécessaires à la comparaison de roches apparemment identiques, les descriptions pétrographiques (composition minéralogique) et la géochimie, s'avérant en effet souvent insuffisantes (en particulier dans le cas des granites). Comme le signalait récemment J. P. PUPIN, 1980 (Zircon and Granite Petrology), "il y a granite et granite", et une classification génétique est le plus souvent nécessaire pour procéder à des comparaisons objectives ; c'est ce que nous nous efforcerons de faire dans le cas des galets des conglomérats de Saint-Antonin et surtout dans le cas des "granites de Saint-Antonin".

#### IV - B R E F   H I S T O R I Q U E   D E S   T R A V A U X   A N T E R I E U R S

Nous nous bornons aux travaux consacrés récemment, plus précisément à la formation dite des "sables de Saint-Antonin", où se situe le centre du sujet étudié en soulignant que le Sud-Est de la France offrant un ensemble très varié, tant au point de vue géographique que géologique, de nombreux chercheurs ont travaillé dans cette région dès le début du XIXe siècle jusqu'à nos jours.

##### A - SUR LE VOLCANISME

Dès 1952, J. GOGUEL montrait la présence en place d'une formation volcanique tertiaire dans le synclinal de Saint-Antonin.

En 1964b et 1966, J. VERNET consacrait quelques pages sur l'âge et la signification tectono-orogénique de ce volcanisme.

En 1969, C. ALSAC et al donnaient les résultats d'une étude pétrographique et chimique des roches volcaniques tertiaires de Saint-Antonin.

Plus près de nous, dans le cadre d'une thèse de 3e cycle, M. Le GUERN (1979) replace le volcanisme andésitique dans le contexte volcanique du Sud-Est de la France.

Dans la même année, une étude de J. D. GIRAUD et al (1979) permettait de définir le contexte tectonique de ce volcanisme.

Deux années plus tard, J. D. GIRAUD (1981) proposait un modèle de mise en place du volcanisme calco-alkalin andésitique du district liguro-provençal (dont fait partie Saint-Antonin)..

## B - SUR L'ETUDE PETROGRAPHIQUE DES CONGLOMERATS

Le premier travail à citer est celui de A. F. de LAPPARENT (1938) qui comporte la description d'un certain nombre de galets et leur attribue une origine probable.

Une vingtaine d'années après, Y. GUBLER publie les résultats de l'étude de 250 galets provenant, non pas seulement de Saint-Antonin, mais de l'ensemble de formations qu'elle nomme "flysch grès d'Annot".

Peu après, une série de descriptions pétrographiques étaient réalisées par J. BODELLE et M. BOUCARUT (1969) avec les conséquences paléogéographiques qui en découlent (thèse J. BODELLE 1971) sans insister sur la présence d'un détritique à très gros éléments.

Enfin, dans le cadre d'un mémoire de D.E.A., S. TOURE, 1979 (inédit) nous avons fait un inventaire des galets de conglomérats connus et une identification de roches nouvelles découvertes qui n'avaient jamais été reconnues.

## C - SUR L'ORIGINE DES MATERIAUX DETRITIQUES

Le mérite revient à L. BERTRAND (1896) d'avoir pour la première fois posé le problème de la provenance des galets des conglomérats de Saint-Antonin.

Après lui, beaucoup d'autres auteurs ont suivi et nous reparlerons plus en détail des différentes hypothèses émises. Il ressort de toutes les observations antérieures que l'origine présumée des matériaux des conglomérats de Saint-Antonin serait située soit dans l'Argentera-Mercantour, soit dans le massif des Maures et de l'Esterel, soit enfin dans une région plus méridionale actuellement immergée.

Il convient cependant de signaler au passage, que parmi tous les auteurs, seul J. VERNET (1964-66) fit allusion aux "très gros galets" de granite dans la vallée de l'Esteron et à Saint-Antonin ainsi qu'aux problèmes d'ordre paléogéographique qu'ils posent. Un chapitre sera consacré ultérieurement à la discussion de ces différentes hypothèses.

## D - SUR LA CARTOGRAPHIE

Les formations détritiques tertiaires de l'Arc de Castellane ont fait l'objet de levés géologiques à différentes échelles. On peut citer parmi eux la carte géologique de MARSEILLE à MENTON (1973, Ech. 1/200 000) et la feuille de ROQUESTERON (1980 Ech. 1/50 000) réalisées par le B.R.G.M. ; la carte géologique de Nice-Pont Saint-Louis (1965, Ech 1/80 000) a été levée par le service de la carte géologique de France. Les âges des formations détritiques sont compris entre l'Eocène supérieur et l'Oligocène (J. BODELLE, 1971) surtout à Saint-Antonin où elles sont plus conservées.

Ces levés, à petite échelle, ont l'avantage d'être des documents de travail, en offrant une vue d'ensemble de la géologie du Sud-Est de la France et le contexte structural actuel hérité des mouvements tectoniques qui se sont manifestés depuis le Jurassique et le Crétacé en influençant les orientations préférentielles de ces formations.

Cependant, il n'existe pas encore, en ce qui concerne le secteur étudié de levés géologiques détaillés publiés ; nous avons donc levé une carte géologique au 1/25 000 du synclinal de Saint-Antonin ; d'autres relations sont ainsi mises en évidence à cette échelle d'observation plus précise. D'autre part, nous avons pu confronter avec fruit nos résultats avec les levés inédits détaillés au 1/20 000 réalisés par J. VERNET sur l'ensemble du synclinal.

## CHAPITRE II

ETUDE GEOLOGIQUE

DU SYNCLINAL

DE SAINT-ANTONIN

## CHAPITRE II

### ETUDE GEOLOGIQUE DU SYNCLINAL DE SAINT-ANTONIN

#### A - Etude stratigraphique

1° Généralités lithostratigraphiques et micropaléontologiques

2° Stratigraphie des formations détritiques tertiaires du  
du synclinal de Saint-Antonin

a) Introduction

b) Stratigraphie de la zone orientale du synclinal

b1 - coupe de Maubonette (Extrême-Est) Fig.4

b2 - coupe de Saint-Antonin (Moyen-Est) Fig.5

b3 - coupe de Sambuguel (Centre-Est) Fig.6

c) Stratigraphie de la zone centrale

c1 - coupe de la Penne Fig.7

c2 - coupe de Saint-Pierre Fig.8

c3 - coupe de Bonvilar Fig.9

d) Stratigraphie dans la zone occidentale

d1 - coupe de Chamengearde Fig.10

d2 - coupe des Petit-Brins Fig.11

d3 - coupe de Fontane Fig.12

#### B - Etude structurale

1° Rappels concernant l'histoire géologique de la région

2° Coupes géologiques dans le synclinal de Saint-Antonin

a) Coupes géologiques dans le secteur oriental du synclinal

- a1 - coupe de Maubonette Fig.13
- a2 - coupe de Saint-Antonin Fig.14
- a3 - Coupe de Sambuguel Fig.15

b) Coupes géologiques dans la partie médiane du synclinal

- b1 - coupe de la Penne Fig.16
- b2 - coupe de Saint-Pierre Fig.17
- b3 - coupe de Bonvilar Fig.18

c) Coupes géologiques dans le secteur occidental

- c1 - coupe de Chamengearde Fig.19
- c2 - coupe des Petit-Brins Fig.20
- c3 - coupe de Fontane Fig.21

3° Cartes géologiques (Hors texte, éch. 1/25 000)

- carte géologique
- carte structurale

C - Conclusion

## CHAPITRE II : ETUDE GEOLOGIQUE DU SYNCLINAL DE SAINT-ANTONIN

### A - ETUDE STRATIGRAPHIQUE

#### 1° Généralités lithostratigraphiques et micropaléontologiques

Les formations tertiaires de Saint-Antonin qui nous préoccupent plus spécialement sont dépourvues de macrofaune ; seul la microfaune a permis une approche de datation.

Au-dessus des dépôts marins largement développés du Mésozoïque, le Paléogène se présente de manière discontinue et on peut le diviser en trois ensembles, qui sont de bas en haut :

Eocène inférieur : Des dépôts continentaux antérieurs à la transgression nummulitique avec une faune constituée essentiellement de *Microcodium* et *Cerithium diaboli*. Ces dépôts sont représentés par les conglomérats à *Microcodium*.

Eocène supérieur : Des dépôts marins de la mer à Nummulites, qui comportent des formations carbonatées, avec des espèces variées telles *N. striatus*, *N. chavannesi*, *N. perforatus*, *N. incrassatus*, *N. bouillei* et *N. fabianī*. Ces formations renferment également des globigérinidés tels *G. Globigerapsis* et *Globorotalia*.

Eo-Oligocène : Une série détritique volcanosédimentaire dont la microfaune des assises inférieure est formée de Nummulites (*N. striatus* et *N. fabianī*). Celle des assises supérieures comprend uniquement des globigérinidés : *G. brevispera*, *G. eocena*, *G. angiporoïde*, *G. linaperta*, *G. officinalis*, *G. ciproensis angusti umbilicata*, *G. ciproensis ciproensis*, *G. galaoisi*.

Entre les assises inférieures et supérieures (terminales) des éléments du volcanisme andésitique ont été datés entre 30 et 35 MA.

Références : J. BODELLE 1971 ; J. C. BAUBRON 1975

Notice carte géologique Roquesteron 1/50 000 1980

## 2° Stratigraphie des formations tertiaires du synclinal de Saint-Antonin

### a) Introduction

Le synclinal de Saint-Antonin est le plus vaste des synclinaux nummulitiques de l'Arc de Castellane et celui où la série tertiaire est la plus complète. Bien que centrées essentiellement sur la pétrographie des éléments de la série détritique tertiaire, nos recherches ont conduit (avec la collaboration de J. D. GIRAUD et J. VERNET) à présenter une carte géologique détaillée du synclinal de Saint-Antonin au 1/25 000. Les coupes sériées que nous décrirons plus loin, permettent une meilleure compréhension de ce secteur particulièrement complexe.

### b) Stratigraphie de la zone orientale du synclinal

#### b.1 Coupe de Maubonette (Extrême Est) fig.4

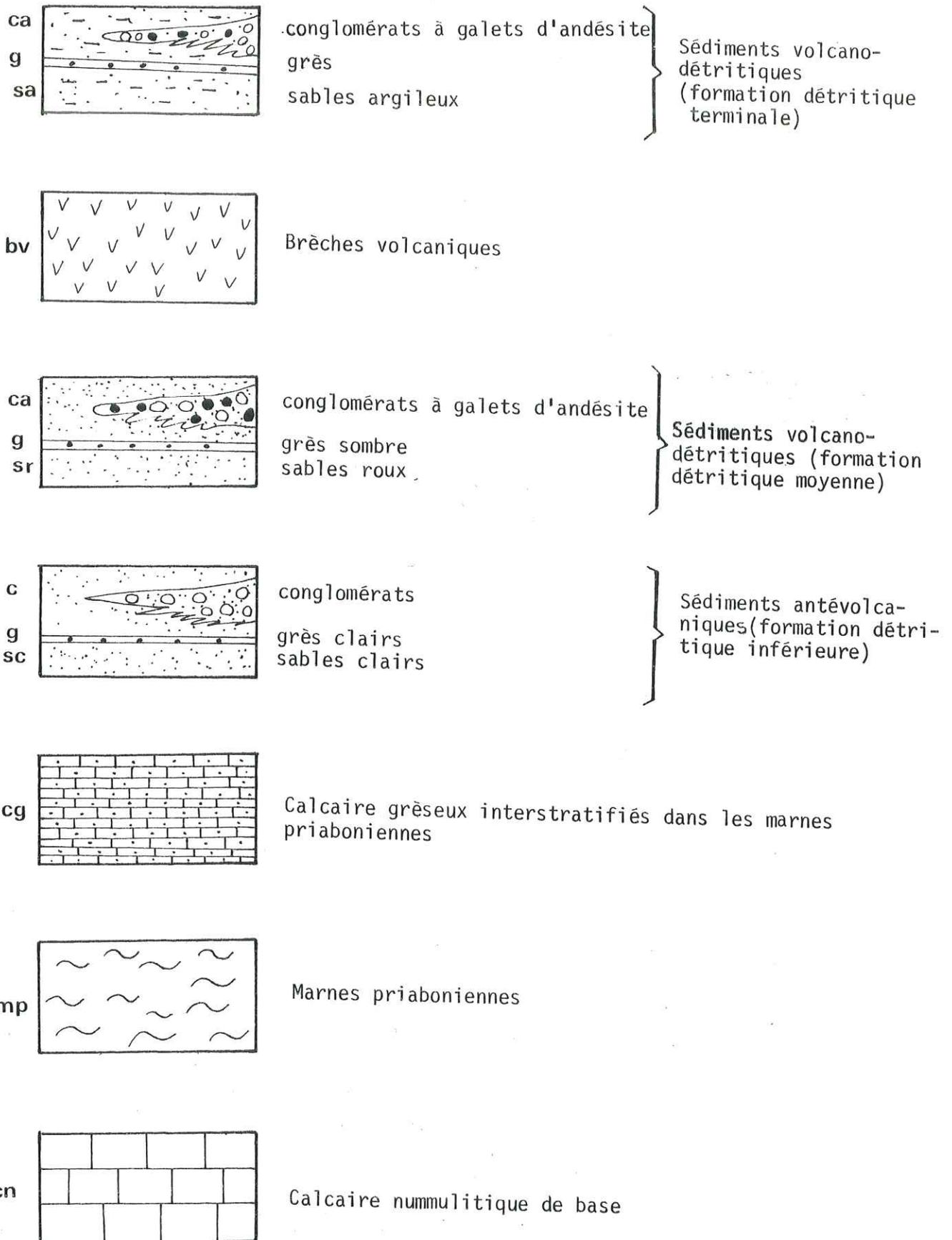
Le calcaire nummulitique de base qui constitue l'ossature du synclinal est surmonté par les marnes bleues priaboniennes. Au-dessus des marnes, on observe les formations détritiques correspondant à des sables clairs, des grès et des conglomérats. Les conglomérats sont très abondants et constitués essentiellement de gros blocs surtout de granite. On note en outre, l'absence des formations détritiques moyennes et terminales. La série inférieure a livré à Maubonette le plus gros bloc de granite jamais découvert à ce jour (environ 5 m<sup>3</sup>). Nous reparlerons de l'intérêt des gros blocs dans le chapitre consacré à la reconstitution paléogéographique.

#### b.2 Coupe de Saint-Antonin (Moyen-Est) fig.5

Le calcaire nummulitique et les marnes sont surmontés par les sables clairs, les grès et conglomérats inférieurs. En remontant dans la série vers le Nord on peut observer les sables de teinte sombre, les grès et les conglomérats à galets d'andésite correspondant aux formations détritiques moyennes. La teinte sombre des sédiments sableux et gréseux est due à une très grande abondance de minéraux provenant du volcanisme local.

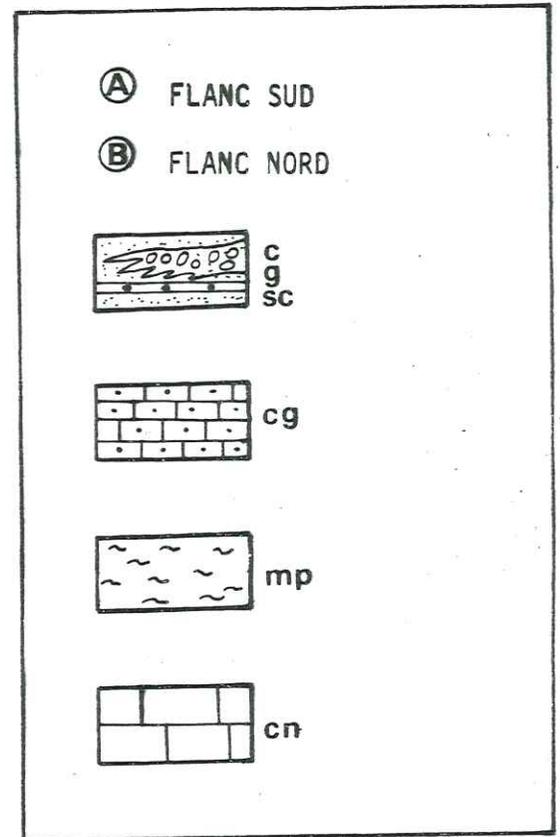
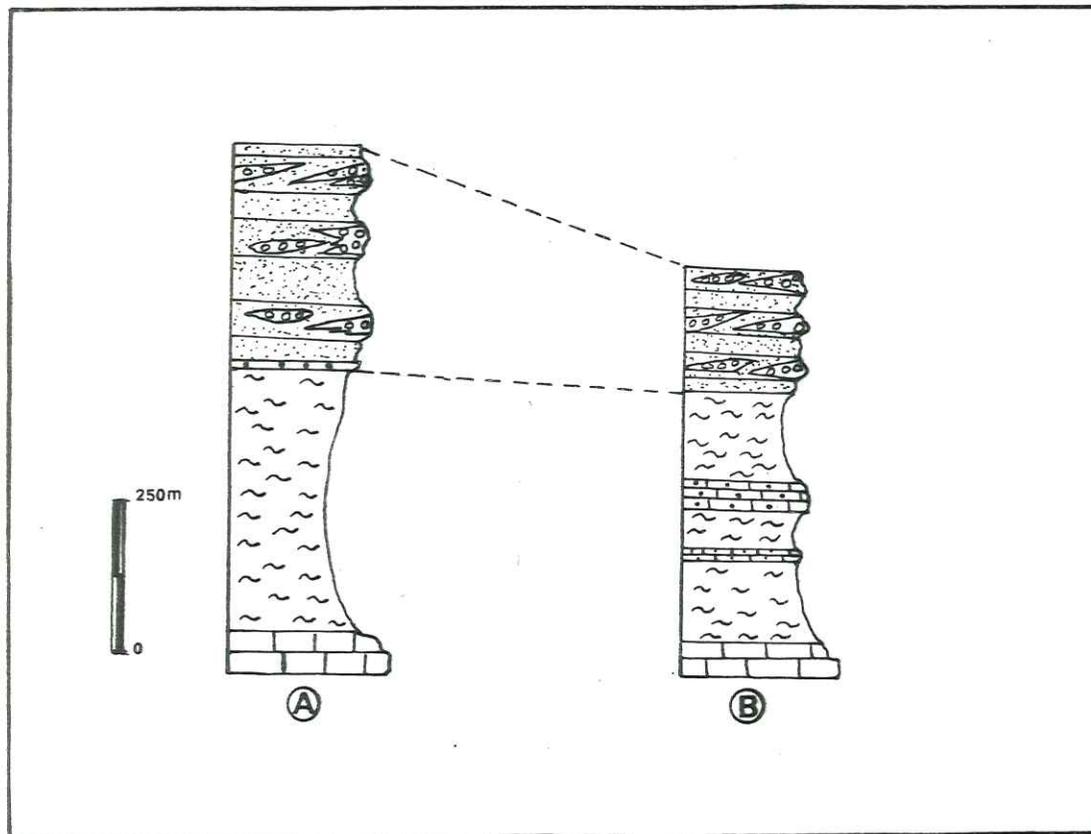
Au sommet de ces conglomérats à andésite, grès et sables gris, affleurent les brèches volcaniques.

Fig.51 : Figurés des logs stratigraphiques et des coupes géologiques dans les formations nummulitiques de Saint-Antonin



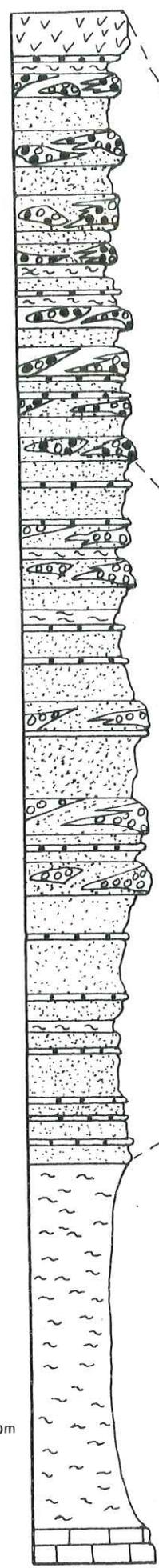
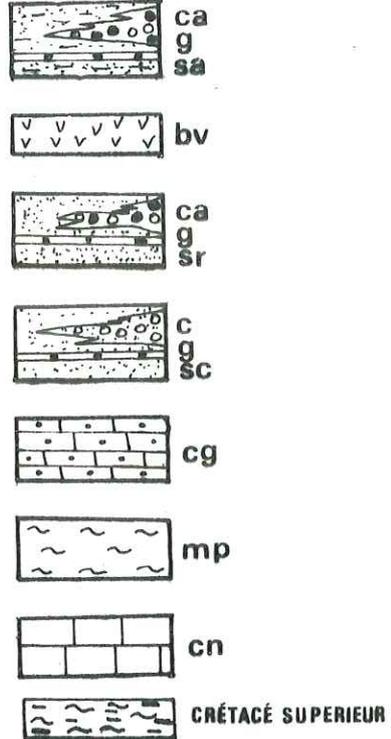
77

FIG.4 COUPE DE MAUBONNETTE

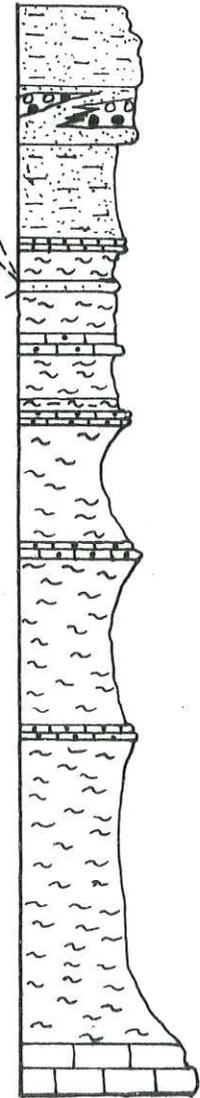


Ⓐ FLANC SUD  
 Ⓑ FLANC NORD

FIG.5 COUPE DE SAINT-ANTONIN



Ⓐ



Ⓑ

Les sables marneux, grès en plaquettes et conglomérats (également à andésite) couronnent la série.

b.3 Coupe de Sambuguel (Centre-Est) fig.6

La succession stratigraphique est identique à celle de la coupe précédemment décrite. Il n'existe cependant pas de brèche volcanique surcette coupe.

c ) Stratigraphie de la zone centrale

c.1 coupe de la Penne (fig.7 )

Sur cette coupe, la succession des couches est identique aux précédentes, sur le flanc sud du synclinal. Par contre, au niveau du flanc nord, on constate la disparition des sables, grès et conglomérats correspondant aux formations détritiques moyennes. La formation détritique inférieure caractérisée par des sables clairs est surmontée directement par la formation terminale. Au contact de ces deux formations qui sont d'ailleurs vigoureusement redressées à la verticale, nous avons mis en évidence avec la collaboration de J. VERNET un niveau conglomératique dont le ciment gréseux et certains galets sont rubéfiés. Nous avons retrouvé ce niveau rouge plus à l'Ouest du synclinal, en continuité avec le précédent surmonté toujours par les formations marneuses terminales mais non seulement redressées, mais replissées à plusieurs reprises tout en gardant localement des pendages horizontaux. L'intérêt que revêt ce niveau rubifié sera discuté ultérieurement. Sur cette coupe n'affleurent pas les brèches volcaniques.

c.2 coupe de Saint-Pierre fig.8

Cette coupe est identique à la précédente. Par contre, les brèches volcaniques en place sont absentes, mais elles sont remplacées par un équivalent volcanodétritique latéral à gros blocs d'andésite.

c.3 coupe de Bonvilar fig.9

Le flanc Nord et le flanc Sud sont symétriques du point de vue séquence lithostratigraphique. Les brèches volcaniques n'ont pas pu être observées en place, mais leur présence semble attestée par un affleurement situé dans un petit ruisseau faisant cascade à leur niveau.

FIG. 6 COUPE DE SAMBUGUEL

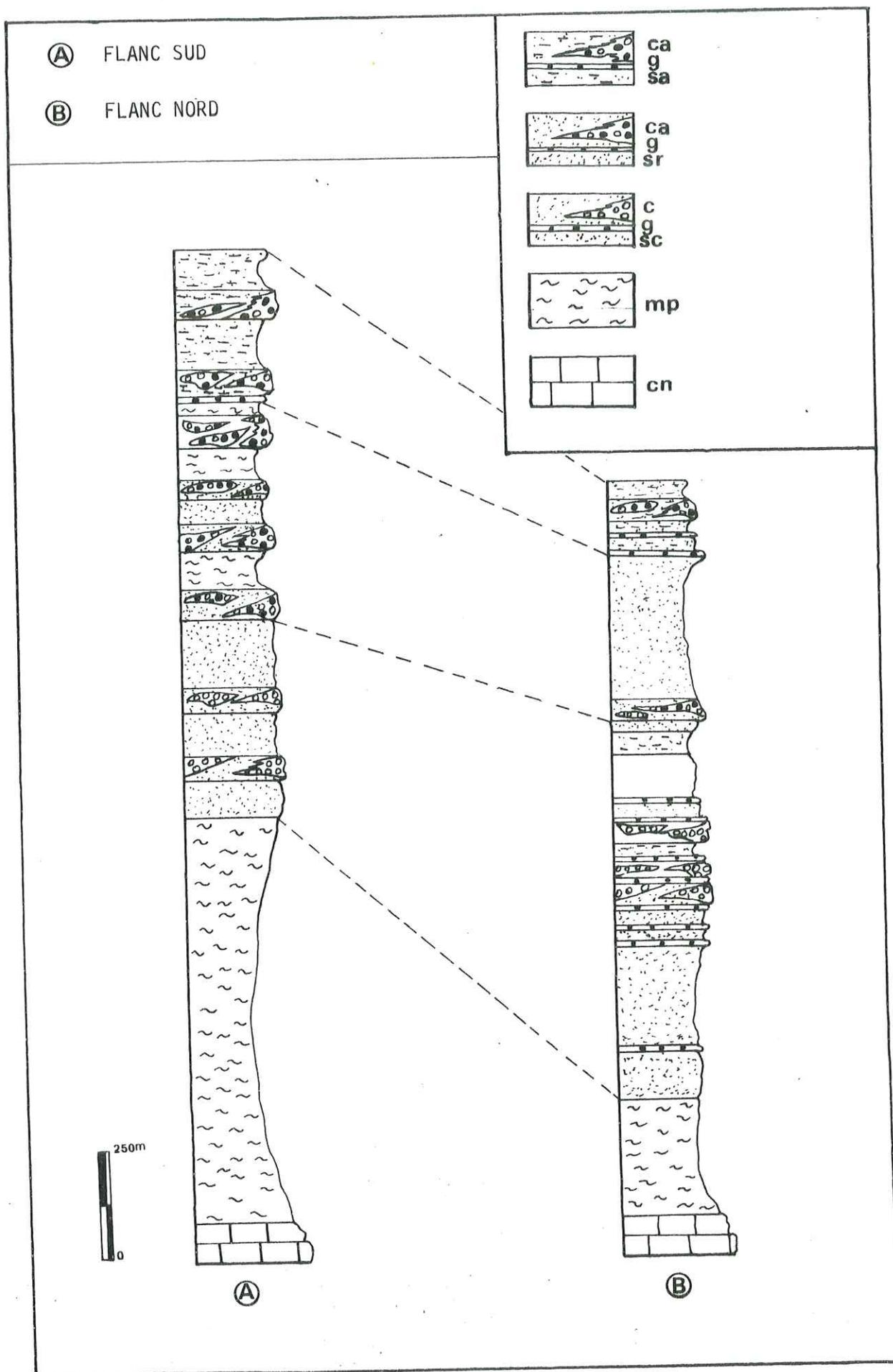
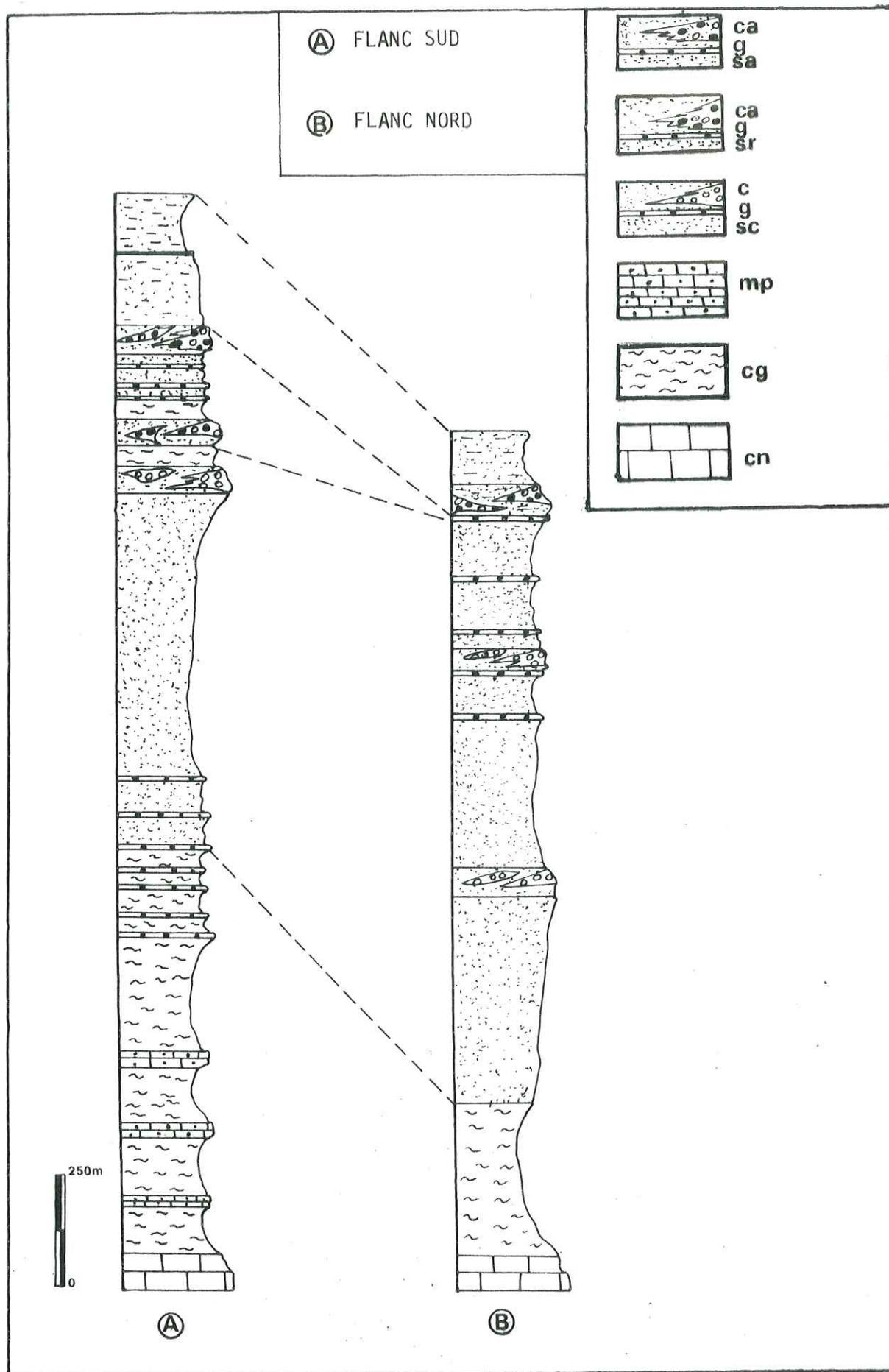


FIG.7 : COUPE DE LA PENNE



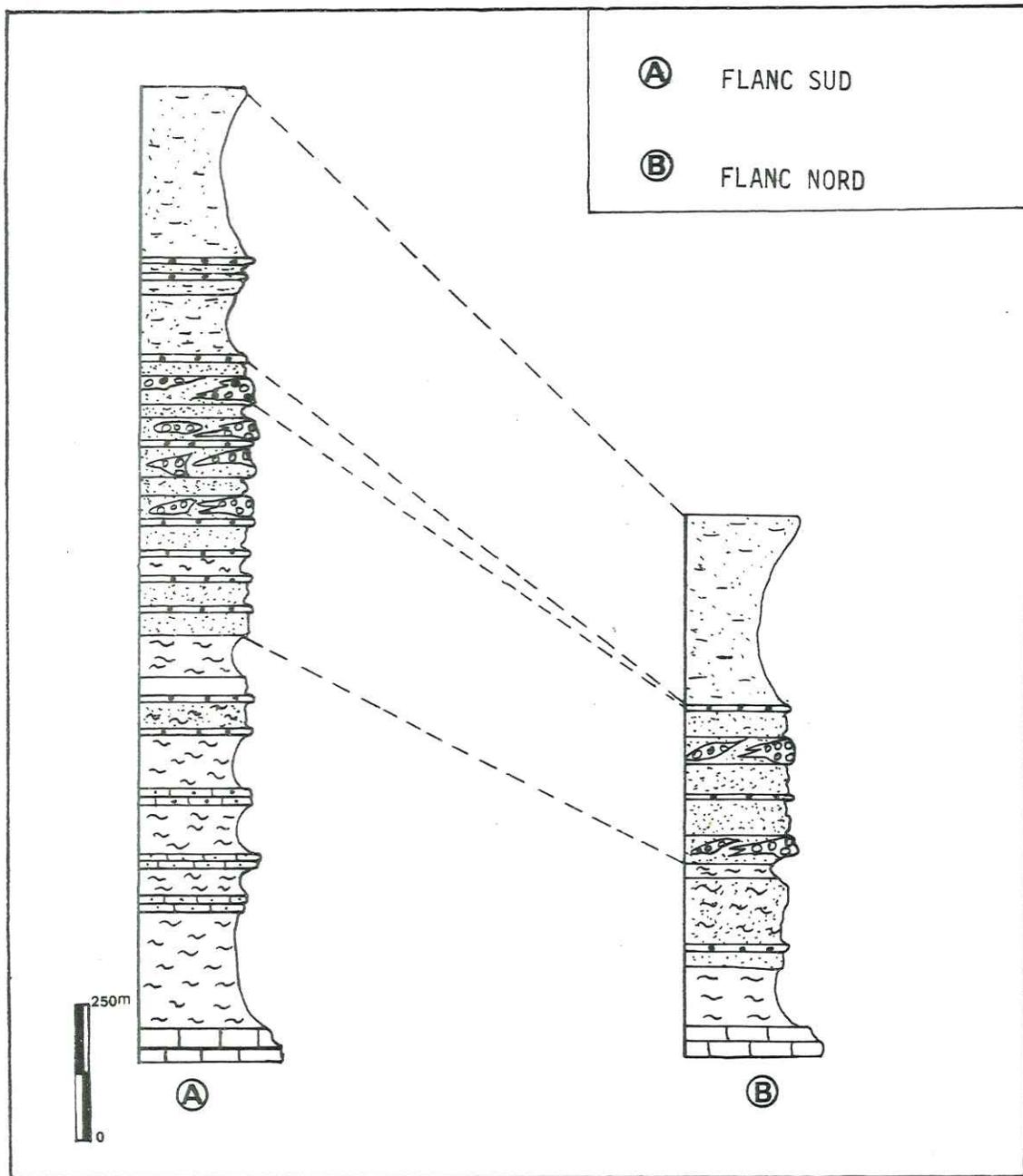


FIG. 8 COUPE DE ST-PIERRE

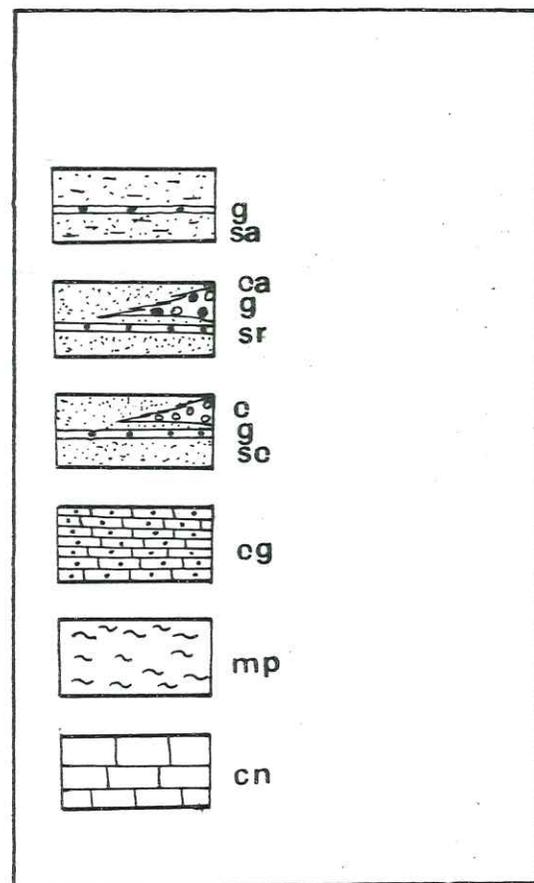
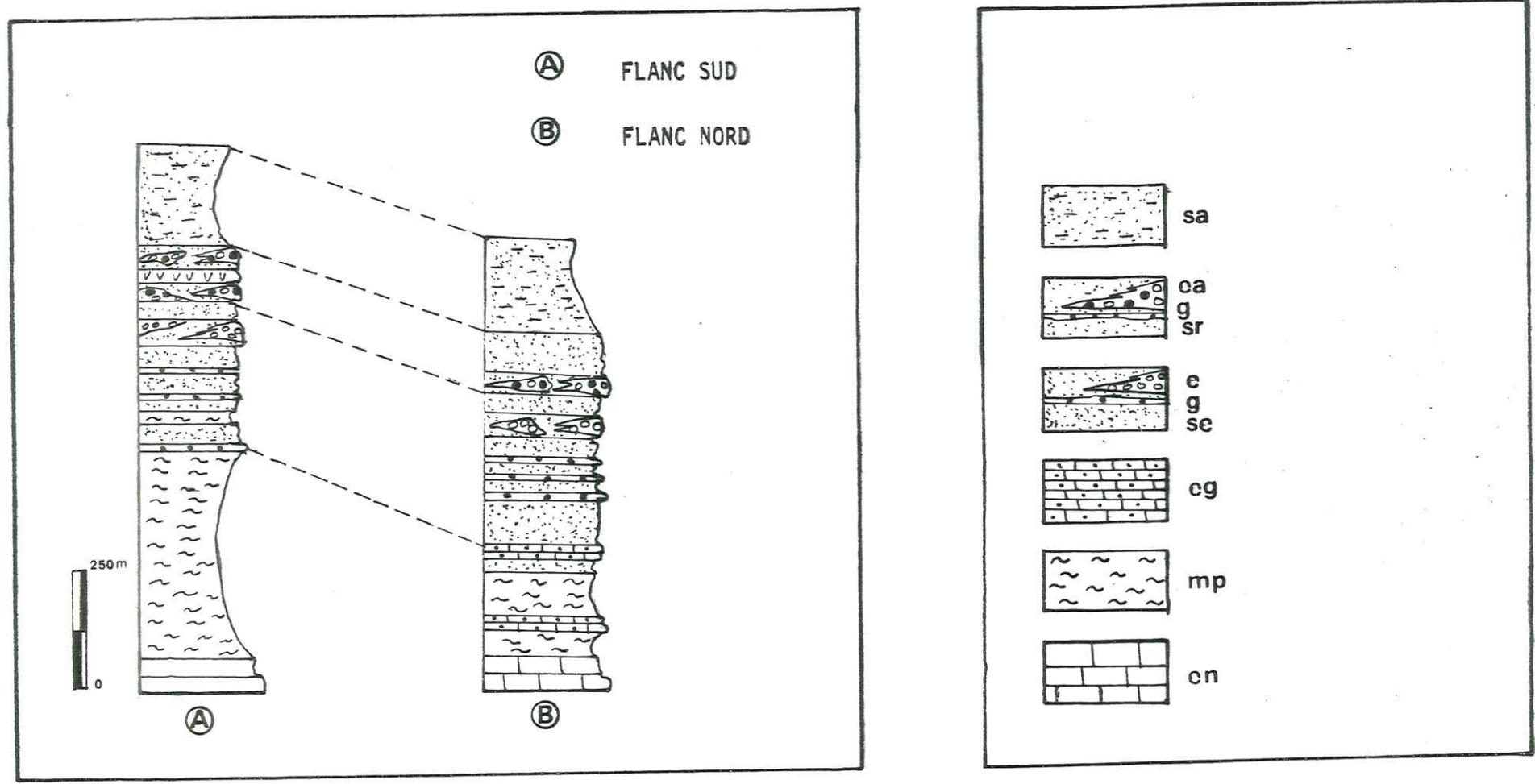


FIG.9 : COUPE DE BONVILAR



## d) Stratigraphie dans la zone occidentale

### d.1 coupe de Chamengearde fig.10

On ne note pas de changement particulier dans la succession verticale des formations détritiques. Par contre, les brèches volcaniques sont très bien représentées sur cette coupe, car elles existent sur le flanc Sud et Nord. A l'approche de ces affleurements de brèches volcaniques, on rencontre de très gros blocs d'andésite.

La particularité du flanc Nord est l'existence de plusieurs niveaux de brèches volcaniques (au moins deux). Ces brèches contiennent localement des bois fossiles (nous avons trouvé des troncs de dimension importante 60 cm de diamètre, près de la butte 909). Les bois sont carbonisés, soit silicifiés et souvent, on peut même observer la pénétration du matériel bréchiqque dans le corps du bois. En lame mince, on observe les cellules épigénisées et dont le cytoplasme est légèrement rétréci et décollé de la membrane. En de nombreux endroits, on peut observer des troncs d'arbres fissurés thermiquement et pénétrés par la cendre volcanique ou la lave.

### d.2 coupe des Petit-Brins fig.11

La proximité probable d'un centre éruptif modifie sensiblement la succession stratigraphique. De plus, l'existence d'un repli anticlinal provoque une duplication de la série sur le versant Sud du massif des Petit-Brins

### d.3 coupe de Fontane fig.12

Outre la présence d'un repli anticlinal et d'un décalage de l'axe du synclinal, cette coupe se singularise des précédentes par la quasi disparition des niveaux conglomératiques provoquant en bien des zones la discordance des brèches andésitiques sur les marnes bleues priaboniennes.

En rive gauche du ruisseau de Fontane, on peut observer localement la présence de sables sombres et de conglomérats à galets d'andésite. La formation détritique inférieure est absente. Toujours vers l'Ouest, on peut voir apparaître de petits affleurements de brèches volcaniques entre la ferme les "Granges" jusqu'aux Baylons. Dans le lit du ruisseau, on rencontre fréquemment des gros blocs de granite porphyroïde dont le

(A) FLANC SUD

(B) FLANC NORD

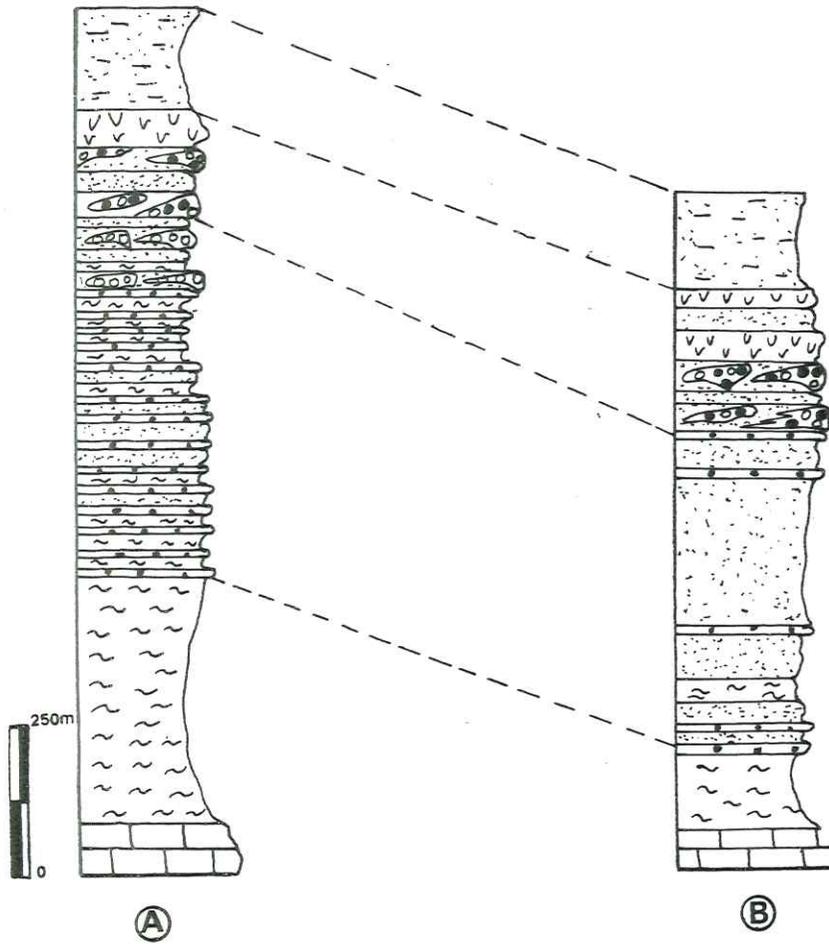
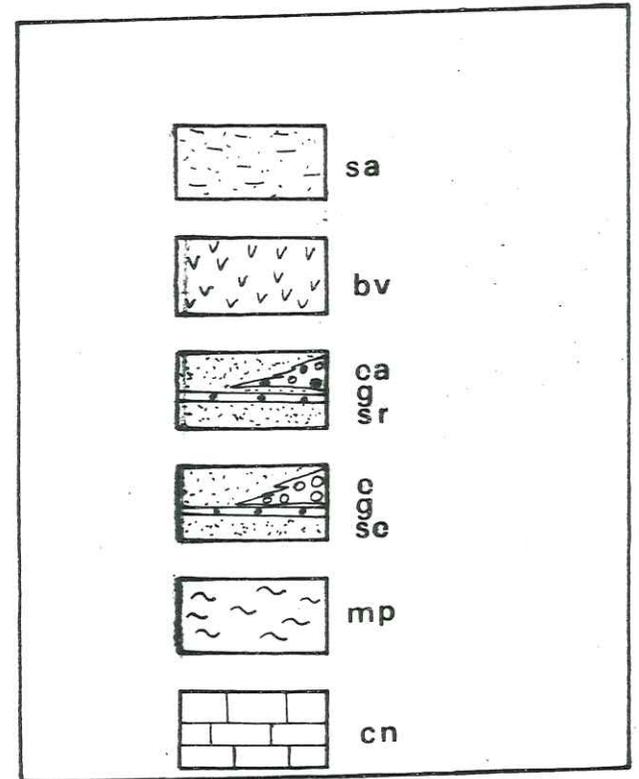


FIG.10 : COUPE DE CHAMENGEARDE



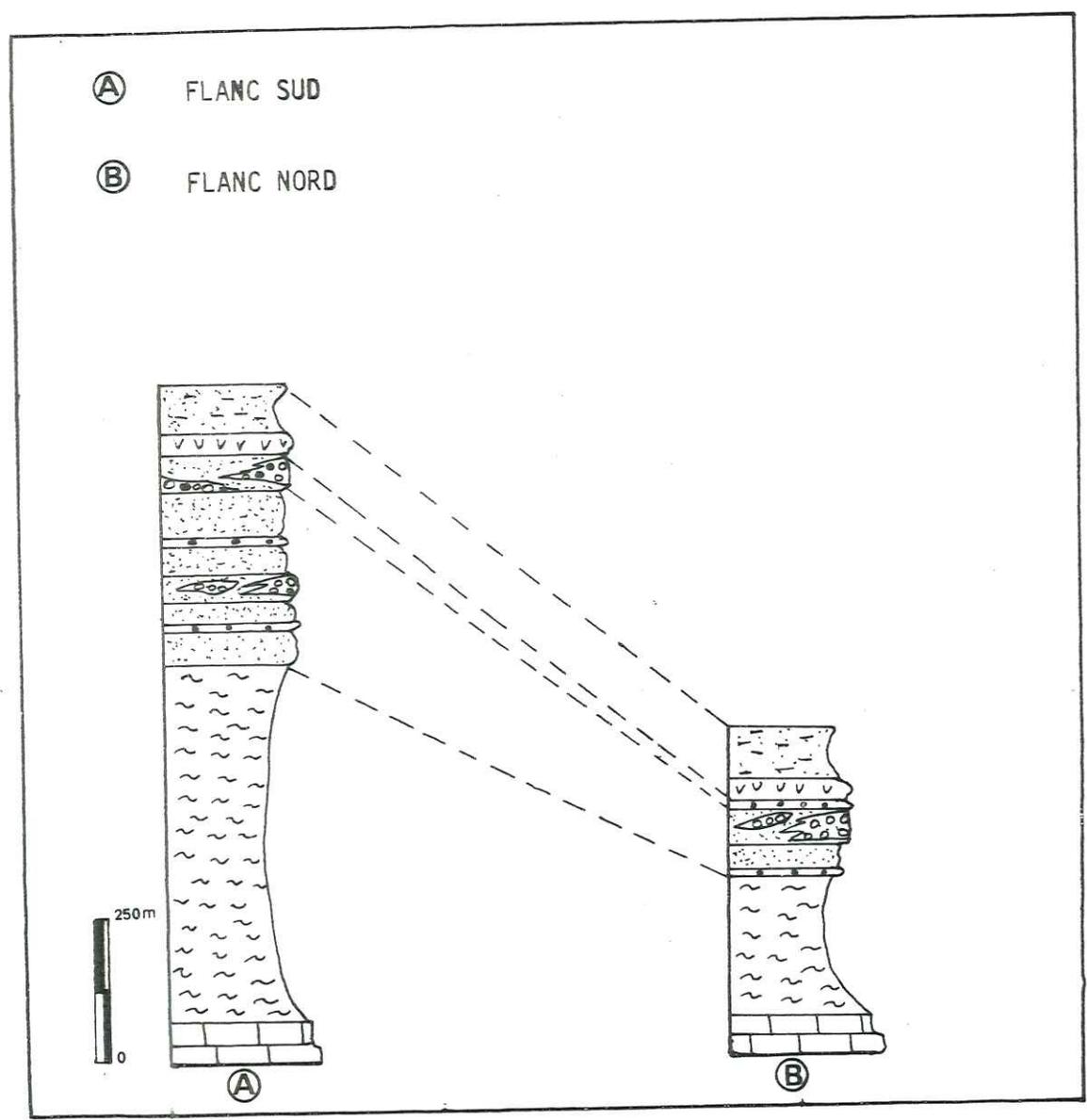
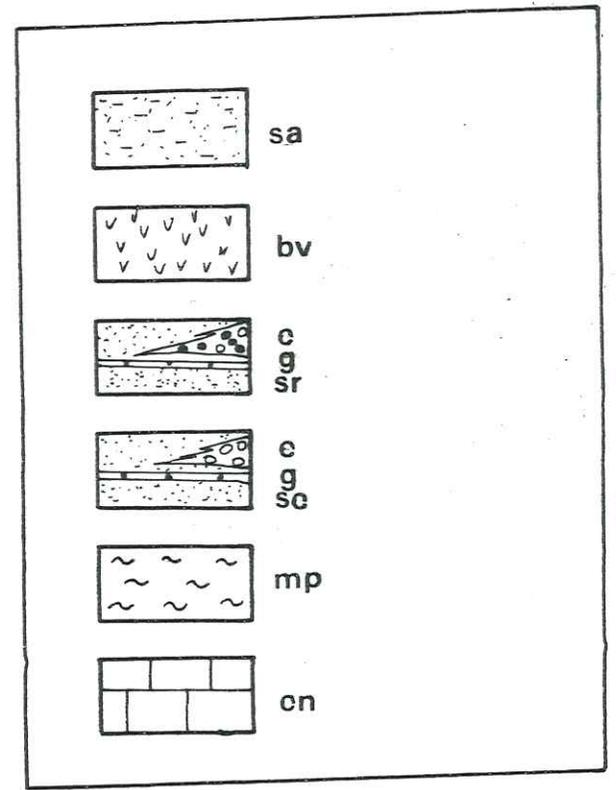


FIG. 11 : COUPE DES PETIT-BRINS



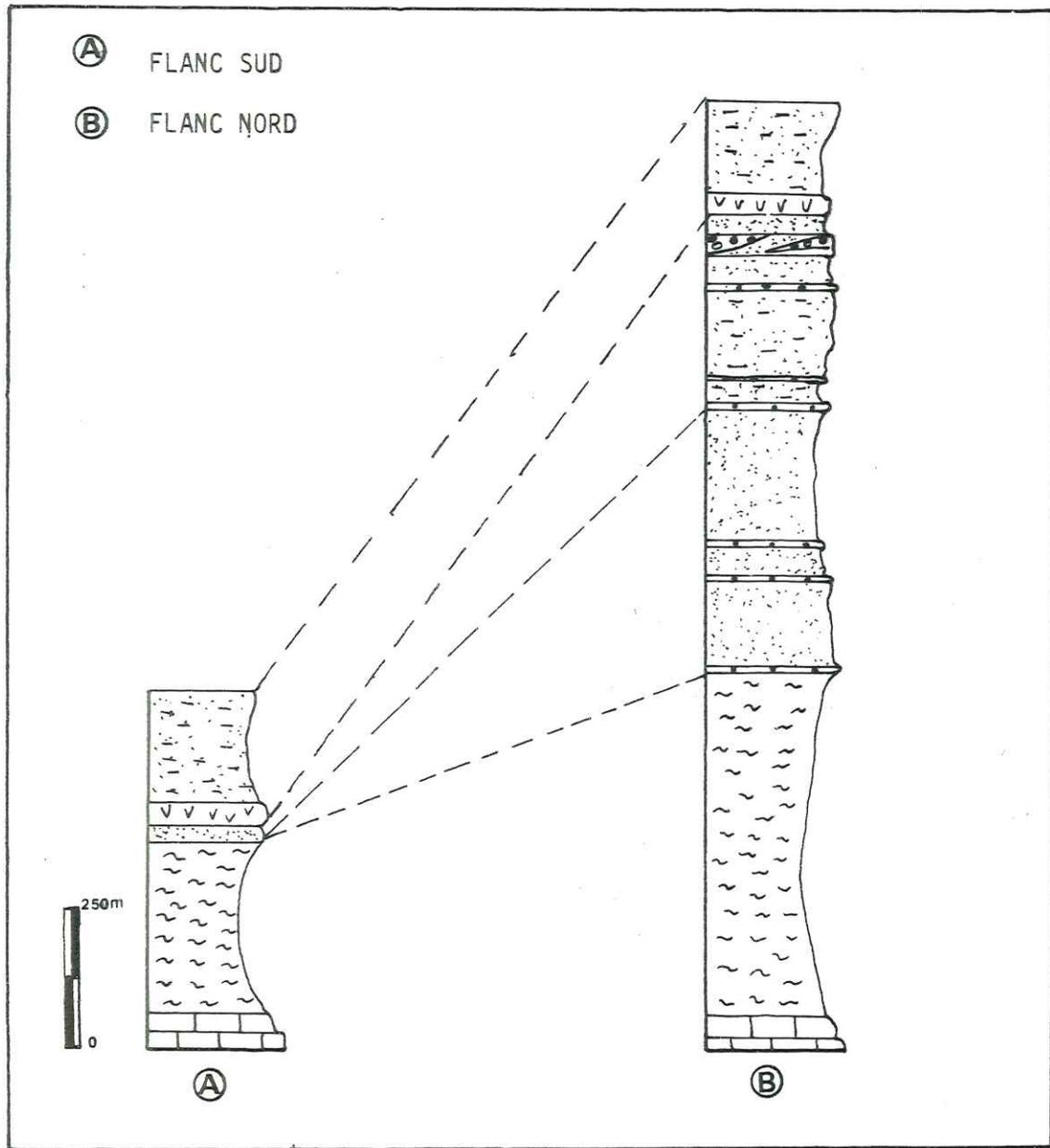
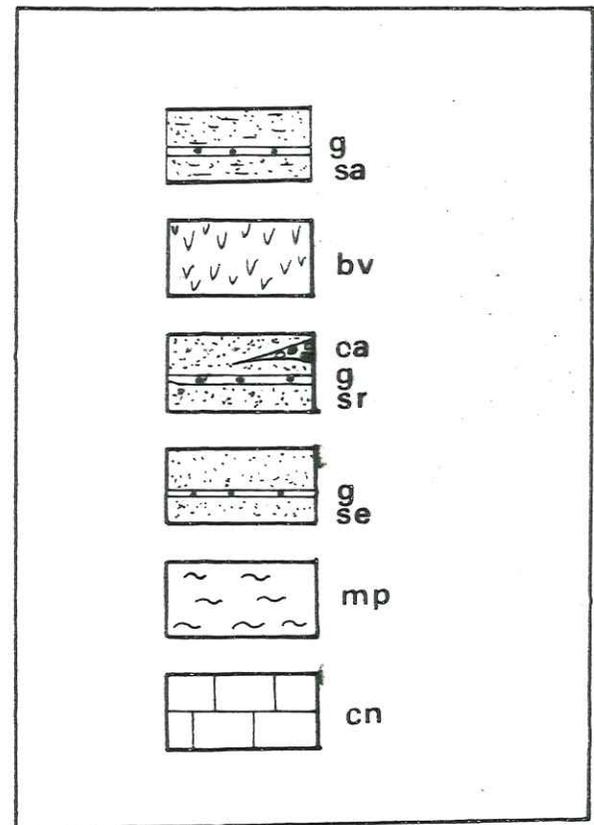


FIG.12 COUPE DE FONTANE



diamètre atteint un mètre dans la plus grande dimension.

A la fin de la coupe, quelques affleurements de sables et de grès clairs du flanc Nord sont visibles après le village de Fontane. Les marnes bleues et le calcaire nummulitique terminent la coupe.

## B - ETUDE STRUCTURALE

### 1° Rappels concernant l'histoire géologique de la région

Au cours du Jurassique et du Crétacé, un jeu de flexures (ex. Flexure de l'Estéron) délimite un domaine provençal au Sud, qui tend à la surrection et un domaine dauphinois subsident au Nord.

Un soulèvement de toute la région pyrénéo-provençale se produit à la fin du Crétacé suivi de phases de plissement et de glyptogénèse.

A l'Eocène supérieur la mer nummulitique transgresse sur une zone déjà structurée, présentant des plis à axes orientés Est-Ouest, et profondément érodée.

A saint-Antonin, la mise en évidence de discordances (ex. : discordance de l'Adrech) fait penser à une poursuite de l'activité tectonique depuis le Priabonien jusqu'à l'Oligocène inférieur. Cette activité aurait persisté avec un serrage paroxysmal après le Miocène supérieur et avant le Pliocène.

(Référence : Notice carte géologique Roquesteron 1/50 000  
1980)

### 2° Coupes géologiques dans le synclinal de Saint-Antonin

#### a) coupes géologiques dans le secteur oriental du synclinal

a.1 coupe de Maubonette fig.13

a.2 coupe de Saint-Antonin fig.14

a.3 coupe de Sambuguel fig.15

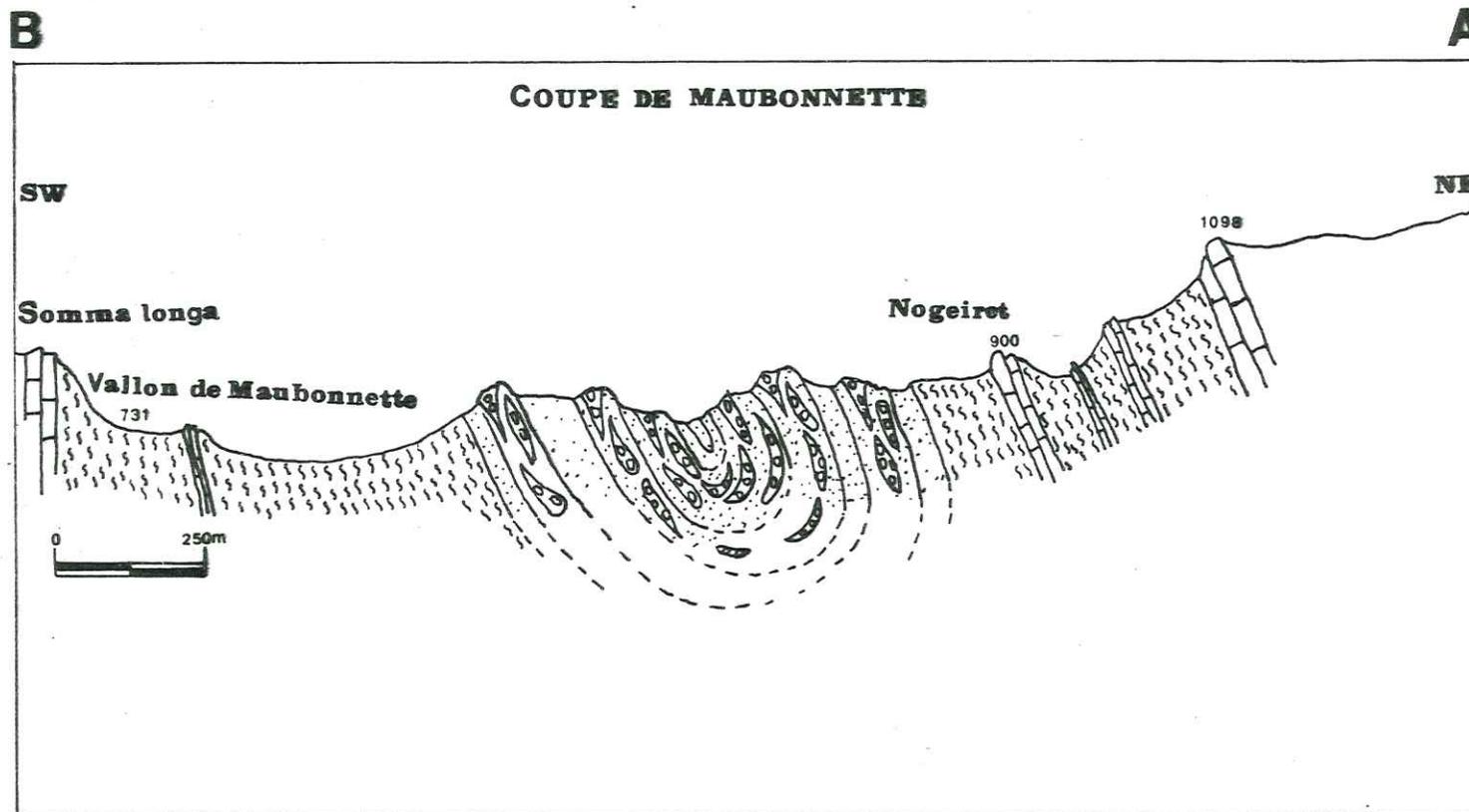
#### b) Coupes géologiques dans la partie médiane

b.1 coupe de la Penne fig.16

b.2 coupe de Saint-Pierre fig.17

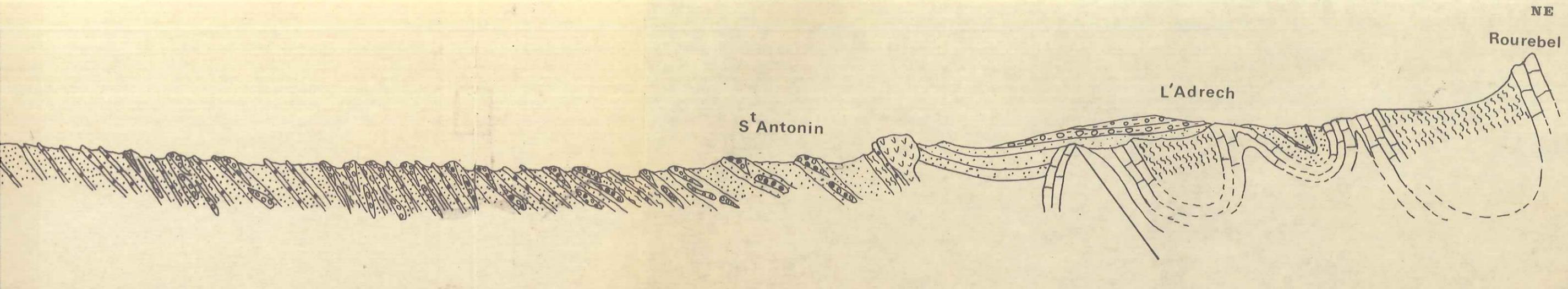
b.3 coupe de Bonvilar fig.18

Figure 13



RECH

C



40

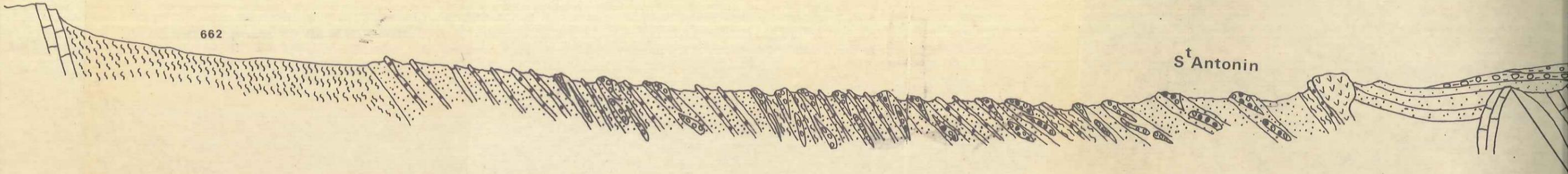
D

COUPE DE L'ADRECH

SW

662

S<sup>t</sup>Antonin



42

41

F

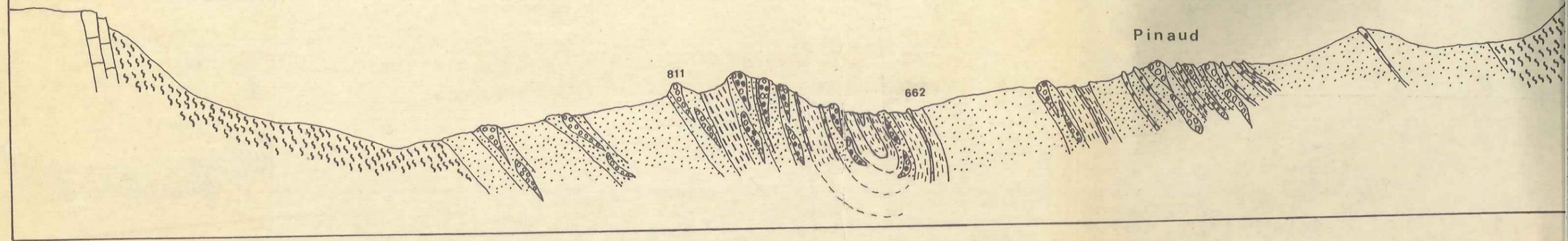
SSE

COUPE à l'Ouest de SAMBUGUEL

Pinaud

811

662



COUPE à l'Ouest de SAMBUGUEL

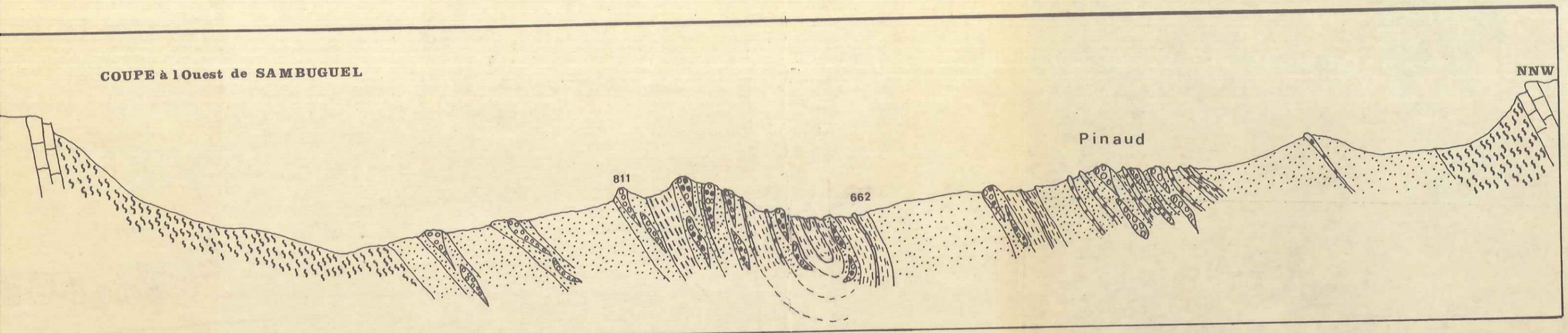
E

NNW

Pinaud

811

662



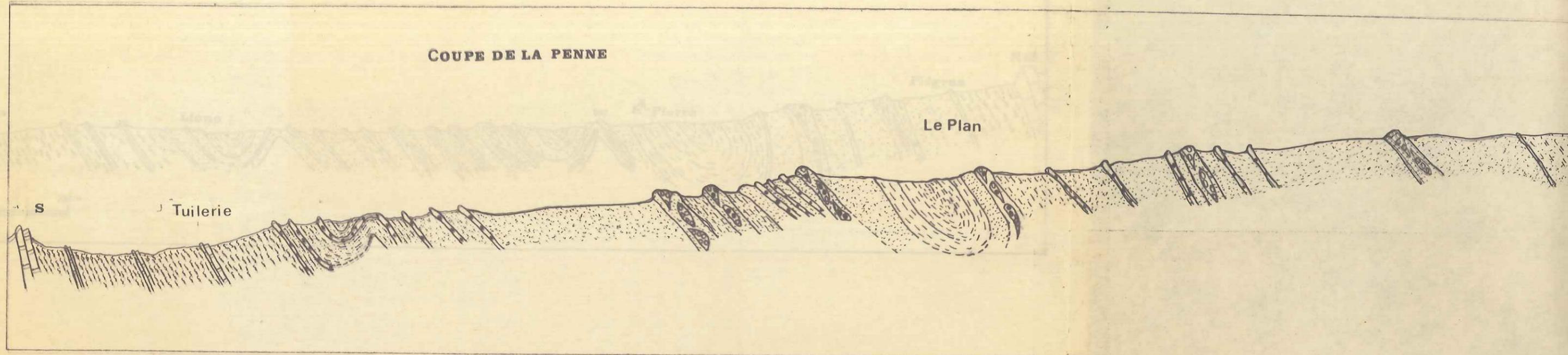
42

Figure 11

H

Cours de l'eau

**COUPE DE LA PENNE**



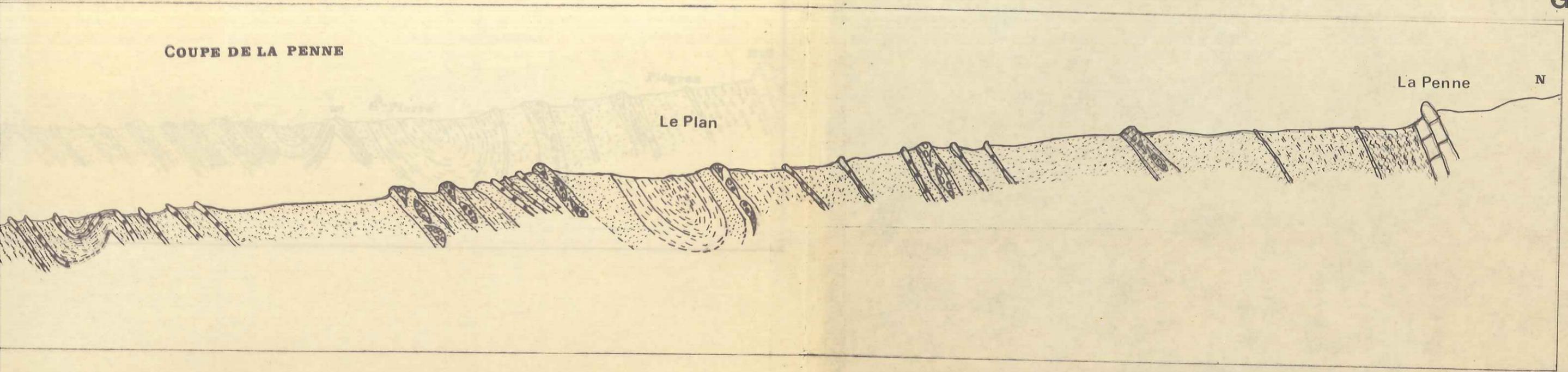
G

COUPE DE LA PENNE

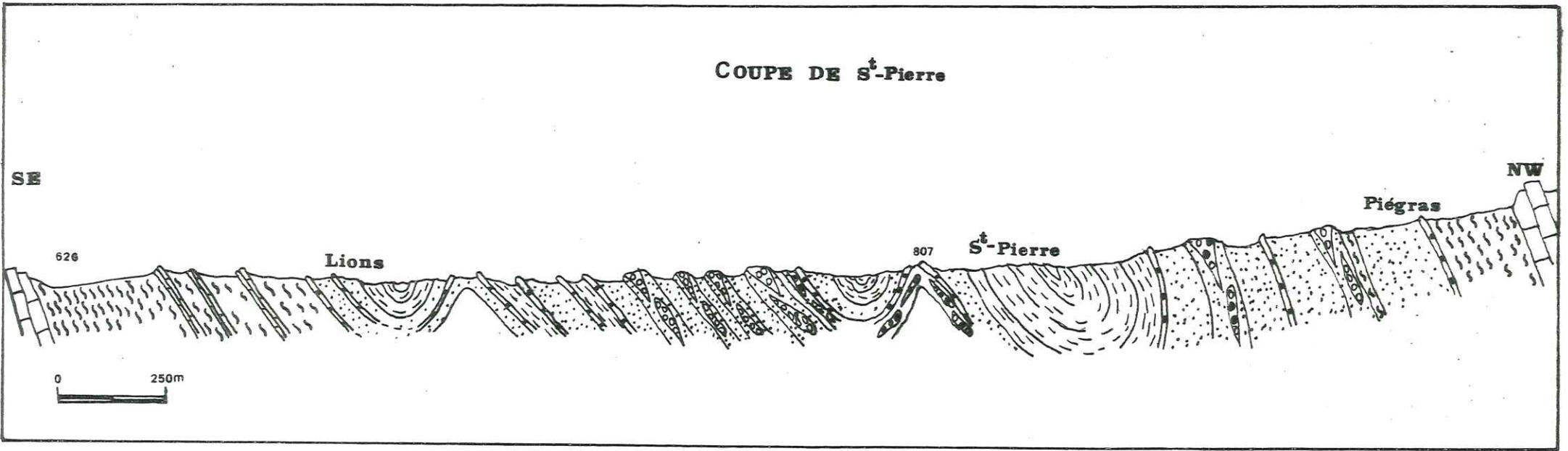
Le Plan

La Penne

N

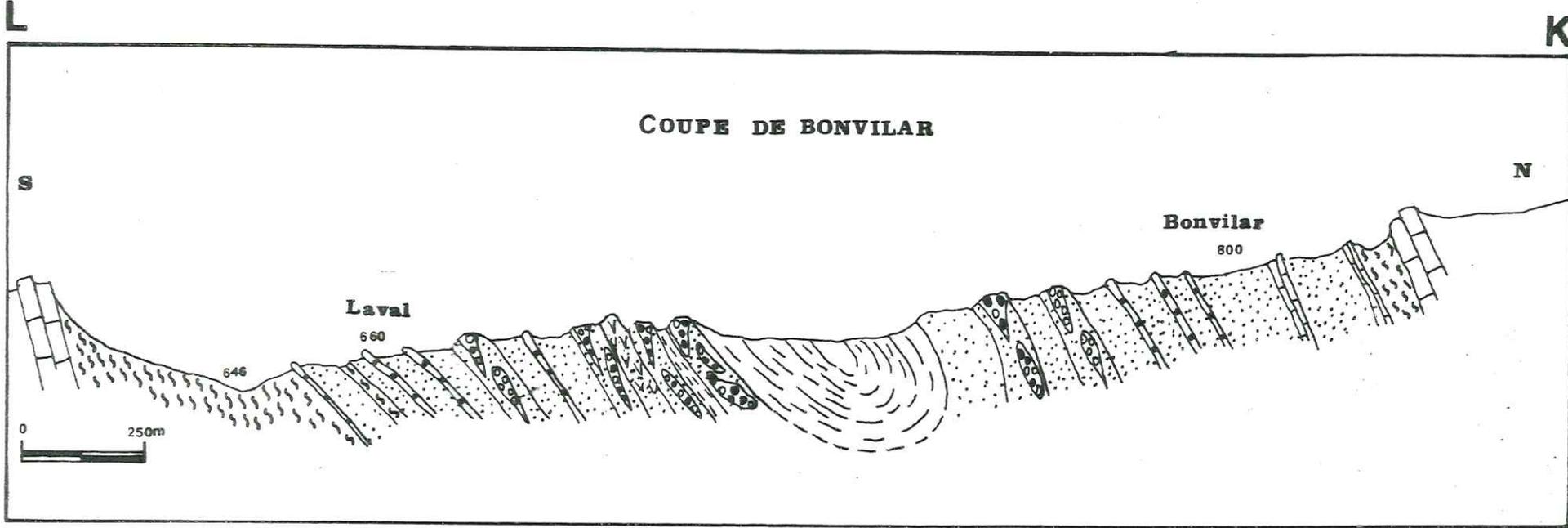


43  
Figure 17



44

Figure 18



c) Coupes géologiques dans le secteur occidental du synclinal

c.1 coupe de Chamengearde fig.19

c.2 coupe des Petit-Brins fig.20

c.3 coupe de Fontane fig.21

3° Carte (hors texte) :

Carte géologique des formations détritiques tertiaires du synclinal de Saint-Antonin.

ECHELLE 1/25.000

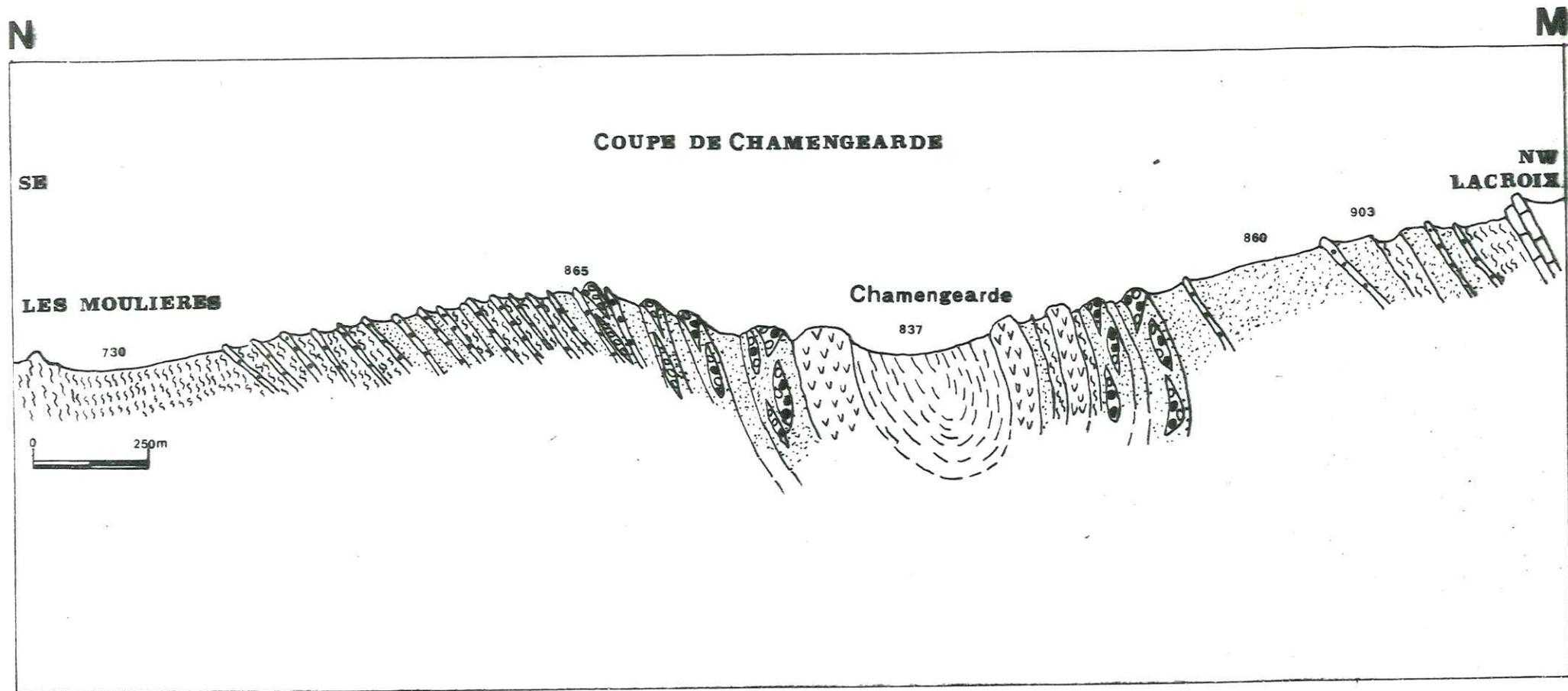
CONCLUSION

L'étude géologique du synclinal de Saint-Antonin a révélé la relative complexité du secteur étudié. L'étude stratigraphique a mis en évidence une relative homogénéité dans la succession des couches, uniquement lorsque le volcanisme est absent ; les affleurements de brèches volcaniques font apparaître de nombreuses perturbations dans la stratigraphie de la zone occidentale où elles sont plus abondantes.

Sur la structure du synclinal, les complications deviennent plus abondantes avec l'existence de nombreux replis synclinaux et anticlinaux dont la majorité n'ont jamais été signalés, ni sur les coupes des auteurs antérieurs ni dans les commentaires réservés au cadre structural. En effet nous avons relevé sur de nombreuses coupes l'existence de replis dans les deux formations détritiques inférieures et moyennes, et mieux encore, on peut souvent observer dans la formation terminale, plusieurs replis successifs contrairement aux observations antérieures (J. BODELLE 1971) évoquant une structure simple de la partie médiane et compliquée à l'Est et à l'Ouest; nos résultats permettent d'affirmer que les complications sont fort nombreuses dans la partie centrale aussi bien qu'à l'Est et à l'Ouest du synclinal.

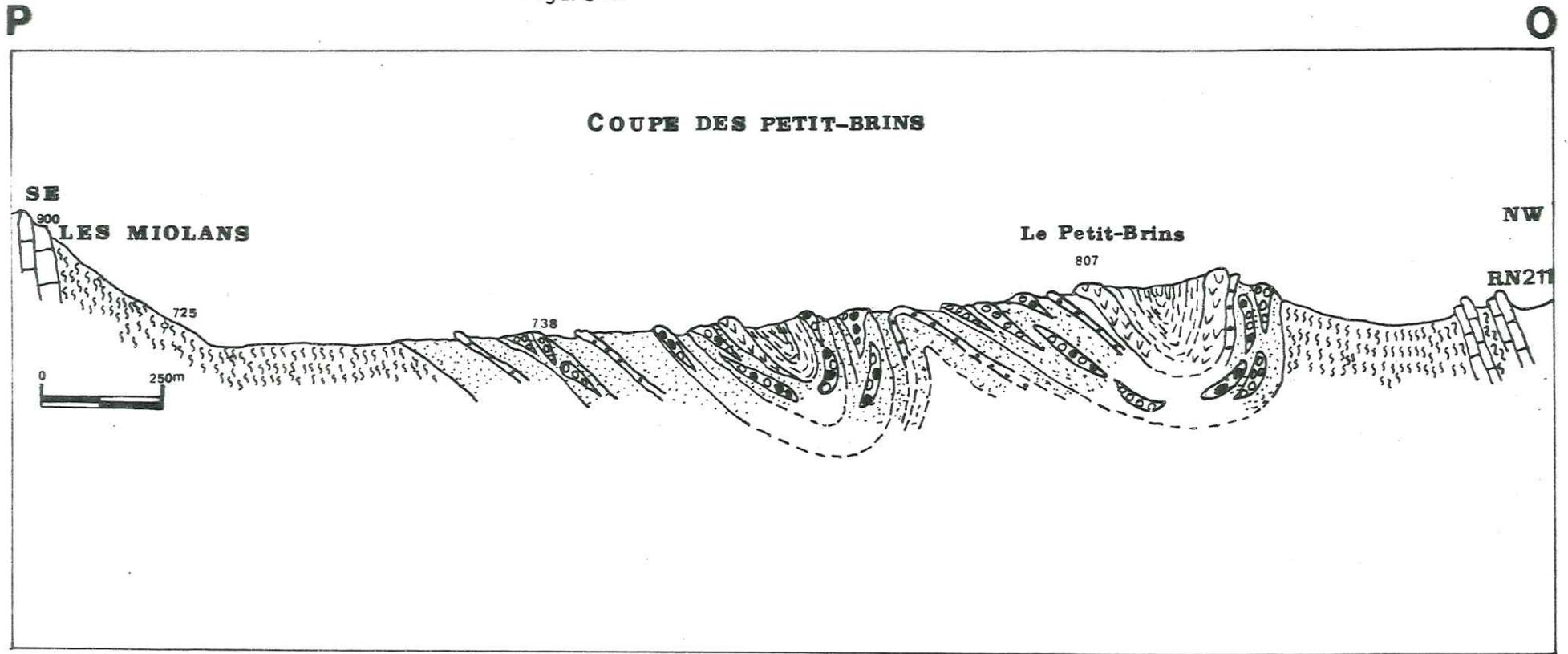
En outre, les travaux les plus récents ont mis en évidence la discordance de l'Adrech dont l'existence avait été attribuée à un phénomène local (dû à l'écaillage de l'Adrech). Il n'en est rien car nous avons pu prouver l'existence à plusieurs reprises de discordances de la formation détritique terminale qui devient horizontale sur les deux autres et avec

Figure 19



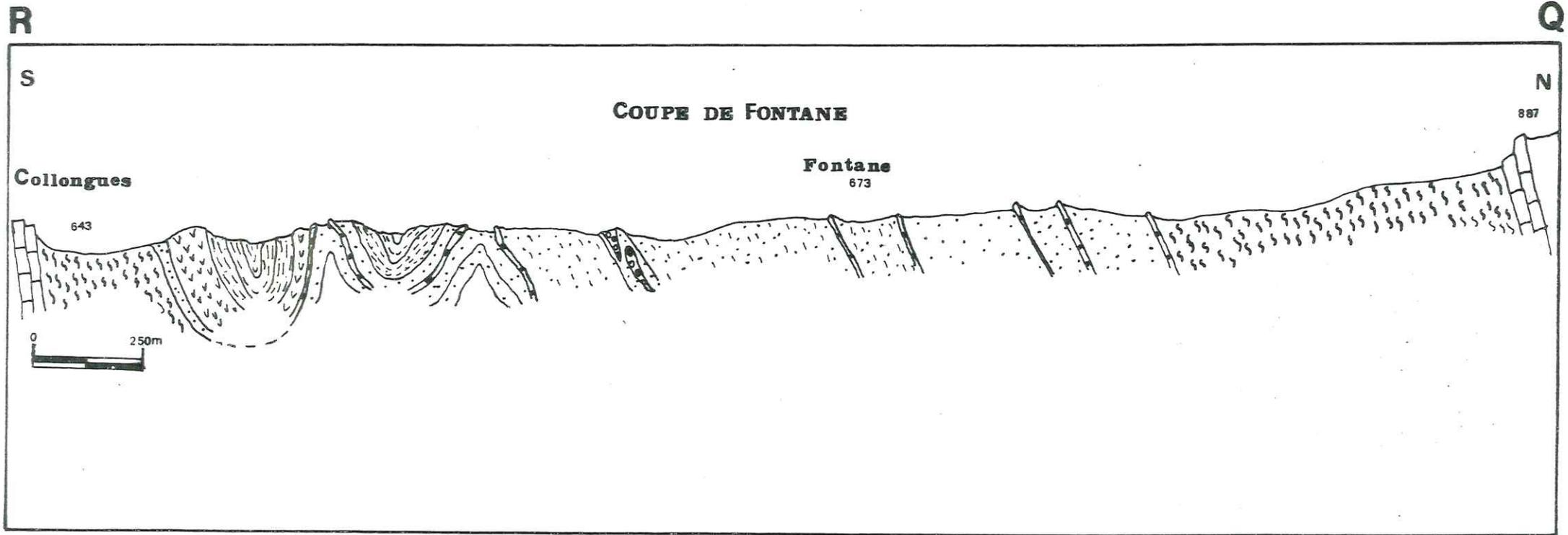
47

Figure 20



48

Figure 21



souvent des replis internes. Ainsi, la discordance de Cumi, celle de Sambuguel, celle du Plan ont pu être mises en évidence de l'Est vers l'Ouest, ce qui souligne la complexité structurale générale dans tout le synclinal.

## CHAPITRE III

ETUDE PETROGRAPHIQUE DES CONGLOMERATS

DE SAINT-ANTONIN

DESCRIPTION

PETROGRAPHIQUE ET MINERALOGIQUE

DES GALETS DE ROCHES ENDOGENES

## CHAPITRE III

### PREMIERE PARTIE : LES ROCHES ERUPTIVES

#### I - LES ROCHES PLUTONIQUES

##### A - Roches grenues

##### 1° Les granites

- a) Introduction
- b) Mode d'échantillonnage des galets
- c) Description des galets

##### c.1. Les monzogranites

- c.1.1. monzogranites porphyroïdes à biotite
- c.1.2. monzogranites à biotite
- c.1.3. monzogranites à grains fins à biotite
- c.1.4. monzogranite à deux micas
- c.1.5. monzogranites à tendance subalcaline

##### c.2. Granite subalcalin

##### c.3. Aplite alcaline à grenat

##### c.4. Granite à deux micas (leucogranite)

##### c.5. Granite hyperalcalin (hypersolvus)

##### 2° Les granodiorites

- a) granodiorite à grains fins (sans amphibole)
- b) granodiorite à biotite et amphibole

##### 3° Les diorites

##### 4° Les gabbros

##### B - Roches microgrenues

##### 1° Les micromonzogranites

##### 2° Les microgranodiorites

##### 3° Les microgranites alcalins

##### 4° Les lamprophyres

## II - LES ROCHES VOLCANIQUES

### A - Les rhyolites

- 1° Rhyolites alcalines
- 2° Rhyolites monzonitiques à biotite
- 3° Rhyolites monzonitiques à biotite et amphibole

### B - Les pyromérides

- 1° Pyromérides alcalines
- 2° Pyromérides monzonitiques

### C - Les ignimbrites rhyolitiques

- 1° Ignimbrites alcalines
- 2° Ignimbrites monzonitiques

### D - Les rhyodacites

### E - Les Dacitoïdes

### F - Les basaltes

### G - Les andésites et roches associées

#### Introduction

- 1° Les latites quartziques
- 2° Les andésites à olivine
- 3° Les latites andésites
- 4° Les dacites

DEUXIEME PARTIE : LES ROCHES METAMORPHIQUES

I - LES MICASCHISTES

II - LES QUARTZITES

III - LES LEPTYNITES

IV - LES MYLONITES

V - LES AMPHIBOLITES

VI - LES GNEISS

TROISIEME PARTIE : CONCLUSION

Dans ce chapitre nous étudierons respectivement les roches éruptives et métamorphiques. Les galets de roches sédimentaires ne feront pas l'objet d'une étude pétrographique particulière. Nous en reparlerons brièvement quand il s'agira d'évaluer les proportions des trois principaux types de roches entrant dans la composition des conglomérats.

#### Remarques préliminaires sur la distinction des feldspaths potassiques

Dans le chapitre suivant (chapi. III) la distinction entre les différents feldspaths potassiques (orthose, microcline, sanidine) a été effectuée sur la base de critères microscopiques "classiques". Nous n'avons fait aucun contrôle de ces déterminations par les rayons X (notamment, aucune mesure de l'indice de triclinisme n'a été effectuée). Donc en toute rigueur, la distinction entre orthose et microcline dans le corps de notre texte est discutable.

Cependant, l'éventuelle confusion entre les termes orthose et microcline, n'enlèverait rien à notre raisonnement puisque :

- cette distinction n'est pas indispensable dans la caractérisation des roches de Saint-Antonin (classification I.U.G.S.);
- Les études de nos prédécesseurs sur la pétrographie des roches affleurant dans les massifs voisins (auxquels nous nous sommes référés) ont utilisé les mêmes critères que nous.

Nous restons donc dans le même référentiel régional.

## P R E M I E R E   P A R T I E : L E S   R O C H E S   E R U P T I V E S

### I - LES ROCHES PLUTONIQUES

#### A - ROCHES GRENUES

##### 1° Les granites

###### a) Introduction

Le granite est la roche la plus répandue dans la lithosphère continentale. L'origine des granites est un problème important en géologie. Les travaux récents tendent à montrer qu'il existe divers processus conduisant à la formation des granites. Il est d'une très grande abondance et lorsqu'on y adjoint les migmatites granitiques, il forme le soubassement de la plus grande partie des continents.

Dans ce travail, l'étude des granites occupe une place importante et cela à plusieurs titres :

- D'abord, à cause des raisons que nous venons d'évoquer ci-dessus ;
- Ensuite en raison de leur relative abondance dans les conglomérats de Saint-Antonin vis-à-vis des autres roches éruptives.
- En plus des raisons précitées, il ressort des travaux antérieurs que les granites constituent les roches dont l'origine est supposée connue avec certitude.
- Enfin, compte tenu de la taille souvent considérable de certains blocs, leur étude revêt à la fois un intérêt génétique et paléogéographique.

### b) Mode d'échantillonnage des galets

L'ensemble des galets étudiés ont été prélevés sur différents affleurements conglomératiques du synclinal, correspondant aux niveaux inférieur, moyen ou terminal des formations détritiques. Les différents points de localisation des prélèvements seront reportés en annexe (coordonnées Lambert et carte d'échantillonnage).

Notons qu'après une première phase d'investigations d'ordre général, un deuxième échantillonnage a été consacré plus spécialement aux blocs de grande taille. Cela nous a permis de mettre en évidence les types de roches se présentant sous cette forme et particulièrement (exception faite des blocs de roches andésitiques du volcanisme tertiaire) les "granites de Saint-Antonin" auxquels nous avons consacré une étude fine et plus détaillée.

### c) Description des galets

Après une brève description macroscopique, nous donnerons la composition de la roche et quelques détails sur les différents minéraux. Pour les galets dont l'analyse chimique aura été réalisée ainsi que le calcul de leur composition modale, le nom de la roche sera déterminé sur le diagramme Q.A.P. (JUNG et BROUSSE, STRECKEISEN, 1967). La classification génétique des granites (Zircon and Granite Petrology, PUPIN 1980) sera utilisée pour l'étude comparative des roches et la recherche de l'origine de certains galets des conglomérats de Saint-Antonin.

#### Remarque :

Les galets qui ont fait l'objet d'études pétrographiques sont très nombreux. Il nous sera donc impossible de donner des détails sur les constituants de toutes ces roches étudiées. Nous prions donc le lecteur de se reporter à l'annexe, dans laquelle seront résumées les compositions minéralogiques des roches n'ayant pas fait l'objet d'une description détaillée. L'élément représentatif de chaque groupe, par contre, sera décrit dans le texte, avec toutes les précisions concernant chaque constituant minéral.

## c.1 Les Monzogranites

### c.1.1. Monzogranite porphyroïde à biotite

Echantillon S17 D<sup>8</sup>

#### Description macroscopique

A l'oeil nu, ce sont les gros cristaux de feldspath de teinte rose, qui attirent l'attention (1 à 5 cm de long). De plus près, on distingue également les cristaux de quartz, de feldspath de plus petite dimension et des paillettes de biotite assez abondantes. La structure est nettement porphyroïde, la roche est de teinte rose-clair.

#### Composition minéralogique au microscope

##### Minéraux cardinaux et essentiels

Quartz  
Orthose  
Perthite  
Plagioclase (An28)  
Myrmékite  
Biotite brune

##### Minéraux accessoires et d'altération

Zircon  
Apatite  
Rutile  
Chlorite  
Epidote  
Minéraux opaques

Le quartz se présente sous la forme de grandes plages xénomorphes à extinction ondulante. Il est assez abondant dans la roche.

L'orthose (feldspath potassique) se présente sous la forme de mégacristaux reconnaissables par la poussière d'opacques qui l'envahit ainsi que de nombreuses perthites allongées (Film perthite).

Le plagioclase est de l'oligoclase basique assez abondant et parfois zoné et séricitisé.

Au contact des plagioclases et des feldspaths potassiques se développe très fréquemment de la myrmékite.

La biotite brune assez abondante dans la roche est souvent corrodée par les autres minéraux et transformée par endroits en chlorite. Le plus souvent, on observe l'association constante de l'épidote (Pistachite et zoïzite) avec la biotite chloritisée. On peut voir, très rarement, des cristaux de zircon en inclusion dans les feldspaths et la biotite. L'apatite se rencontre également en cristaux trapus dans le

quartz et les plagioclases. Sur certaines plages de biotite chloritisée, on peut remarquer la présence de fines aiguilles de rutile en croissance épitaxique. La texture est grenue nettement porphyroïde. Ce faciès de granite se rencontre très fréquemment en gros blocs de dimension importante dans les conglomérats de Saint-Antonin.

Analyse chimique : tableau n°6

Echantillon n° G.1.2.

Composition minéralogique : tableau n°3

Analyse chimique : tableau n°6

c.1.2. Monzogranites à biotite

Echantillon n° PL 201 : Monzogranite à biotite

Description macroscopique

Le quartz, le feldspath et la biotite se distinguent à l'oeil nu. La roche est de teinte très claire avec de petites paillettes sombres de biotite.

Composition minéralogique au microscope

Minéraux cardinaux et essentiels

Quartz

Orthose

Microcline

Perthite

Plagioclase (An 12)

Biotite brune

Minéraux accessoires et d'altération

Zircon

Chlorite

Epidote

Minéraux opaques

Le quartz abondant dans la lame est xénomorphe et à extinction ondulante.

Contrairement à la roche décrite précédemment, il existe deux feldspaths potassiques dans la roche, de l'orthose et du microcline. Tous les feldspaths potassiques sont parsemés de perthites allongées ("Film-perthite") et souvent de petits cristaux tardifs d'albite.

Le plagioclase est de l'oligoclase acide (An 12) souvent transformée en séricite.

La biotite brune se rencontre en plages déchiquetées et corrodée par les autres minéraux. Elle est très souvent envahie par des minéraux opaques et souvent transformée en chlorite. L'association constante biotite-épidote (Pistachite et zoisite) est fréquente dans la lame mince. La texture est grenue.

A nalyse chimique : tableau n°6

Echantillon n° G3 : Granite monzonitique à biotite

Macroscopiquement, aucun caractère particulier. La structure est grenue normale et la roche légèrement altérée à une teinte tendant vers la rouille (teinte jaune gris).

Composition minéralogique : tableau n°3

Analyse chimique : tableau n°7

Ech. n° G4 : Granite monzonitique à biotite

Macroscopiquement, la structure est grenue et la teinte est gris-rouille.

Composition minéralogique : tableau n°3

Analyse chimique : tableau n°7

Ech. n° G5 : Monzogranite à biotite

Macroscopiquement, il ressemble au précédent (G4)

Composition minéralogique : tableau n°3

Ech. n° S2h : Monzogranite cataclasé à biotite

Macroscopiquement, la roche est de teinte grise.

Composition minéralogique : tableau n°3

Ech. n° SA30 IIIA : Monzogranite surmicacé en biotite

Macroscopiquement, la roche présente une teinte très sombre due à l'abondance de la biotite.

Composition minéralogique : tableau n°4

Ech. n° S16<sup>5</sup> : Monzogranite à biotite

Macroscopiquement, la roche est de teinte rose et très fraîche (la couleur de la roche n'est pas due à l'altération).

Composition minéralogique : tableau n°4

Analyse chimique : tableau n°7

Ech. n° G18 : Monzogranite à biotite (à enclave)

Macroscopiquement, la roche est grenue et de teinte claire légèrement rose. On peut y observer une enclave sombre très riche en biotite.

Composition minéralogique : tableau n°4

c1.3. Monzogranites à grain fin à biotite

Ech. n° G13 : Monzogranite à grain fin

Macroscopiquement, la roche est de teinte grise.  
La structure est nettement à grain fin .

Composition minéralogique au microscope : tableau n°4

Analyse chimique : tableau n°6

Ech. n° G7 : Monzogranite à grain fin

Macroscopiquement, la roche est de teinte rose et présente par endroits, des amas de quartz et de feldspath, plus visibles et diffus dans une matrice grenue très fine.

Composition minéralogique : tableau n°4

Ech. n° PL 129/7 : Monzogranite à grain fin

Macroscopiquement, la roche est de teinte grise.  
Sa structure est grenue fine.

Composition minéralogique : tableau n°5

Ech. G16 : Monzogranite à grain fin cataclaté

Macroscopiquement, la roche est traversée par de nombreux filonets de quartz. Elle est de teinte verte due à l'abondance de l'épidote.

Composition minéralogique : tableau n°5

c.1.4. Monzogranite à 2 micas

Ech. n° SA30 II

Macroscopiquement, la roche est de teinte gris-clair.

Composition minéralogique : tableau n°5

c.1.5. Monzogranite à tendance subalcaline

Ech. n° SA30 IID

Macroscopiquement, la roche est de teinte claire.

Composition minéralogique : idem échantillon G4 tableau n° 3

Composition modale : tableau n° 43

Analyse chimique : tableau n°6

Ech. n° G14 : Monzogranite à tendance subalcaline

Macroscopiquement elle est de teinte rose.

Composition minéralogique : idem échantillon G4 tableau n° 3

Analyse chimique : tableau n°7

c.2. Granite Subalcalin

Ech. n° SA30 IN

Macroscopiquement, la roche est de teinte rose.

Composition minéralogique : tableau n°5

### c.3. Aplite alcaline à grenat

Ech. n° SA30 IIC : aplitite à muscovite et grenat

Macroscopiquement, la roche est de teinte très claire et à grain fin

#### Composition minéralogique

<u>Minéraux cardinaux et essentiels</u>	<u>Minéraux accessoires et d'altération</u>
Quartz	Grenat (abondant)
Orthose	Zircon
Muscovite	Chlorite
Albite (An5)	
Perthite	

Le quartz est xénomorphe et montre une extinction ondulante. La plagioclase est de l'albite (An5). La roche est riche en orthose, souvent mâclé carlsbad, comportant des perthites. Le seul mica présent est de l'muscovite, très abondant, en grandes plages corrodées par les autres minéraux. La muscovite comporte également de nombreux microplis et des Kink-bands. Le grenat, automorphe est très abondant. On y rencontre rarement du zircon. Les grenats, très abondants dans la lame mince, présentent souvent le phénomène de kelyphitisation (altération en chlorite très verte). La chlorite est en auréole autour du minéral et pénètre dans les fractures du grenat. La texture de la roche est aplitique.

Analyse chimique : tableau n°7

Composition modale : tableau n°43

### c.4. Granite à 2 micas (leucogranite)

Ech. n° SA30 IIE : Leucogranite (Granite d'anatexie)

Macroscopiquement, la roche est de teinte très claire.

Composition minéralogique

Minéraux cardinaux et essentiels

Quartz  
Orthose  
Perthite  
Plagioclase (An 15)  
Biotite vert-brun  
Muscovite (primaire)  
Myrmékite

Minéraux accessoires et d'altération

Zircon  
Apatite  
Epidote  
Minéraux opaques  
Séricite

Le quartz est xénomorphe à extinction ondulante. Le feldspath potassique est de l'orthose, souvent perthitique. Le plagioclase est de l'oligoclase (An 15), le plus souvent séricitisé. La roche contient beaucoup de muscovite (primaire) en grandes plages corrodées par les autres minéraux (surtout le quartz). Elle contient également de la biotite brun-vert, assez rare, en plage dispersées et corrodées par les autres minéraux. Elle est souvent chloritisée et couverte de minéraux opaques. Elle est parfois associée à la muscovite et à l'épidote. On rencontre au contact de certains plagioclases et feldspath potassiques, de la myrmékite. Le zircon et l'apatite se rencontrent en inclusion dans la biotite et le quartz. La texture est grenue.

c.5. Granite hyperalcalin (hypersolvus)

Ech. n° S17D<sup>7</sup> : granite hypersolvus à biotite et amphibole

Macroscopiquement, la roche présente des cristaux de quartz à éclat luisant, de teinte gris-bleuté. Les feldspaths alcalins ont une teinte plus mate, mettant ainsi en relief les cristaux de quartz contigus. On peut observer quelques petites taches sombres, correspondant soit à la biotite soit à l'amphibole. La roche est de teinte claire tendant vers le gris-bleuté à cause du quartz abondant.

Composition minéralogique

Minéraux cardinaux et essentiels

Quartz  
Perthites  
Albite (tardif)  
Biotite brune (rare)  
Amphibole sodique

Minéraux accessoires et d'altération

Zircon  
Rutile  
Allanite  
Calcite  
Minéraux opaques

Le quartz, assez abondant, se présente en plages xénomorphes à extinction franche. En faisant tourner la platine, on observe de petites sphérolites sur les sections de quartz dont l'origine est difficile à expliquer. Ce serait probablement d'anciens reliquats magmatiques vitreux qui se sont dévitrifiés par la suite (communication orale J. D. GIRAUD)

Le feldspath alcalin de la roche comporte uniquement de grandes sections présentant la macle de carlsbad et constituées de perthites (Perthites tigrées). La nette domination de la quantité de perthite (supérieure à 50 %) fait penser à des mésoperthites.

La roche contient également de tout petits cristaux tardifs d'albite dispersés dans la lame.

La biotite brune, très rare, est en association constante avec du rutile et des opaques.

On rencontre également dans la lame mince, quelques cristaux d'amphibole sodique (l'arfvedsonite ?)

Elle est associée également à de fines aiguilles de rutile et altérée en calcite, en quartz et en opaques. Il y a aussi de la calcite interstitielle, remplissant de petites formes triangulaires fréquentes dans la lame.

La roche contient de l'épidote (Allanite) et du zircon en inclusion dans du quartz. La texture de la roche est grenue.

Remarque :

Les granites dit hypersolvus présentent des assemblages minéralogiques comportant des cristaux de feldspath potassique très riches en perthites albitiques. La classification de ces roches alcalines dépend des conditions thermodynamiques et chimiques du milieu

Réf. : MARTIN et BONIN 1976

BONIN : Thèse sciences 1980

## 2° Les granodiorites

### a) Granodiorite à grain fin (sans amphibole)

Ech. SA30 IE

#### Description macroscopique

On peut observer (en regardant la roche de très près) des cristaux de quartz, de feldspath et des paillettes très abondantes de biotite. La structure est grenue fine, tendant vers une structure microgrenue. La roche a une teinte grise.

#### Composition minéralogique

##### Minéraux cardinaux et essentiels

Quartz  
Orthose  
Plagioclase (An 28)  
Biotite brune

##### Minéraux accessoires et d'altération

Zircon  
Apatite  
Epidote  
Chlorite  
Sphène  
Séricite  
Minéraux opaques

Le quartz est xénomorphe à extinction ondulante.

Le plagioclase, couvrant presque la moitié de la lame, est de l'oligoclase basique (An 28) souvent altéré en fines paillettes de séricite.

Le feldspath potassique de la roche est constitué par de

l'orthose, dont les sections sont envahies de poussières opaques.

La biotite brune se présente en plages corrodées par les autres minéraux et souvent altérée en chlorite. On observe fréquemment l'association de l'épidote (Pistachite et zoisite) à la biotite chloritisée.

Les minéraux accessoires tels que le zircon et l'apatite se rencontrent en inclusion dans le quartz. Dans la roche (lame) on a également du sphène et des minéraux opaques. La texture de la roche est grenue fine. Sphène et opaques sont inclus dans la biotite.

Analyse chimique : tableau n°11

Composition modale : tableau n°43

Rem. le diagramme Q.A.P. (modal ou normatif) donne une diorite quartzique.  
b) Granodiorite à biotite et amphibole

Ech. n° SA30 IIF

Description macroscopique

A l'oeil nu, les cristaux de quartz, de feldspath et les paillettes de biotite sont nettement visibles ainsi que les amphiboles. La roche est de teinte grise tendant vers une couleur légèrement verdâtre.

Composition minéralogique

Minéraux cardinaux et essentiels

Quartz  
Orthose  
Plagioclase (An 30)  
Biotite brune  
Myrmékite  
Hornblende verte  
Perthite

Minéraux accessoires et d'altération

Zircon  
Apatite  
Epidote  
Chlorite  
Minéraux opaques

Le quartz se présente en plages xénomorphes à extinction roulante, assez abondant dans la lame.

Le feldspath potassique est de l'orthose avec des sections souvent recouvertes de perthites allongées (Film perthites")- et piquetées de poussières opaques.

Le plagioclase est de l'oligoclase-andésine (An 30) avec

des altérations fréquentes en séricite et épidote. Il se présente souvent en cristaux zonés.

Au contact des feldspaths potassiques et des plagioclases se développe souvent de la myrmékite.

La biotite brune se rencontre en cristaux souvent corrodés par les autres minéraux. Elle est altérée souvent en chlorite et associée fréquemment à l'épidote (Pistachite et zoisite).

La lame contient de l'amphibole qui est de la hornblende verte dont les deux clivages à 124° sont nettement visibles.

Les minéraux accessoires tels que le zircon et l'apatite sont inclus dans le quartz et le feldspath potassique. Le zircon se rencontre également en inclusion dans la biotite. La texture de la roche est grenue.

Analyse chimique : tableau n°11

Composition modale : tableau n°43

Ech. n° S16<sup>2</sup> : Granodiorite à biotite et amphibole

Composition minéralogique : tableau n°10

Analyse chimique : tableau n°11

Ech. n° S22<sup>1</sup> : Granodiorite à biotite et amphibole

Composition minéralogique : tableau n°10

Analyse chimique : tableau n°11

Ech. n° S15<sup>d</sup> : Granodiorite à biotite et amphibole

Composition minéralogique : tableau n°10

3° Les diorites

Ech. n° S14<sup>P</sup> : Diorite

Description macroscopique

A l'oeil nu, on peut observer les feldspaths et les minéraux sombres (amphibole). La roche est de teinte très sombre.

Composition minéralogique

Minéraux cardinaux et essentiels

Minéraux accessoires et d'altération

Plagioclase (An 35)

Amphibole

Sphène

Epidote

Chlorite

Séricite

Minéraux opaques

Le plagioclase est constitué par de l'andésine (An 35) parfois très altérée en séricite.

L'amphibole (Hornblende verte) se présente en grandes plages xénomorphes, corrodées par les autres minéraux. Dans la lame, il existe aussi des cristaux d'amphibole plus petits automorphes à subautomorphes. Les amphiboles sont souvent altérées en chlorite, épidote et calcite.

Le sphène se rencontre en cristaux automorphes losangiques, associés à l'amphibole et au plagioclase. Les cristaux sont parfois échancrés et recouverts de poussières opaques.

Les minéraux opaques sont en association constante avec les amphiboles et le sphène. La roche contient de la pyrite (visible à l'oeil nu). La texture est grenue.

Ech. S14<sup>S</sup> : Diorite

Composition minéralogique : tableau n°10

Ech. n° S15<sup>S</sup> : Diorite quartzique

Composition minéralogique : tableau n°10

Ech. n° S17C<sup>2</sup> : Diorite quartzique

Composition minéralogique : Tableau n°10

4° Les Gabbros

Ech. n° S3<sup>b</sup> : Gabbro

Description macroscopique

On observe à l'oeil nu les feldspaths et les minéraux sombres (Amphibole). La roche est de teinte sombre. La structure est grenue.

Composition minéralogique

Minéraux cardinaux et essentiels

Plagioclase (An 52)

Hornblende verte

Minéraux accessoires et d'altération

Sphène

Epidote

Séricite

Minéraux opaques

La lame mince comporte de grandes plages de plagioclase (Andésine An 52), très altérés en séricite et épidote.

L'amphibole se présente en cristaux automorphes et subautomorphes, et lorsqu'elle montre des cristaux xénomorphes, ceux-ci sont corrodés par les autres minéraux. Il s'agit de hornblende verte, altérée souvent en épidote et associée au sphène ainsi qu'à des minéraux opaques.

La roche comporte quelques quartz en gouttes et en petites mosaïques sur les plages séricitisées de plagioclase. La texture est grenue.

Analyse chimique : tableau n°11

Composition modale : tableau n°43

Ech. n° S17D<sup>10</sup> : Gabbro diorite

Composition minéralogique : tableau n°13

Ech. n° S17D<sup>6</sup> : Gabbro

Composition minéralogique : tableau n°13

Ech. n° G17 : Gabbro

Composition minéralogique : tableau n°13

Ech. n° S17D<sup>1</sup> : Gabbro à diallage

Description macroscopique

La roche est composée de gros cristaux de feldspath et de pyroxène (Diallage). Elle est de teinte sombre tirant sur la couleur verdâtre. La structure est grenue (cristaux centrimétriques).

Composition minéralogique

Minéraux cardinaux et essentiels

Plagioclase (An 65)

Pyroxène (Diallage)

Minéraux accessoires et d'altération

Apatite

Epidote

Séricite

Minéraux opaques

Le plagioclase, en grandes plages xénomorphes est du labrador (An 65). Les cristaux sont rarement altérés en séricite.

Le pyroxène, très abondant, se présente en cristaux xénomorphes de grande taille, corrodés par les autres minéraux. C'est un clinopyroxène, formant la majeure partie de la roche, il s'agit de diallage. On peut observer sur certains cristaux, la présence de microdéformations à charnière "faillée" et des figures de "Kink-bands".

Des cristaux d'apatite aciculaires et trapus, très nombreux et se trouvent en inclusion dans les plagioclases.

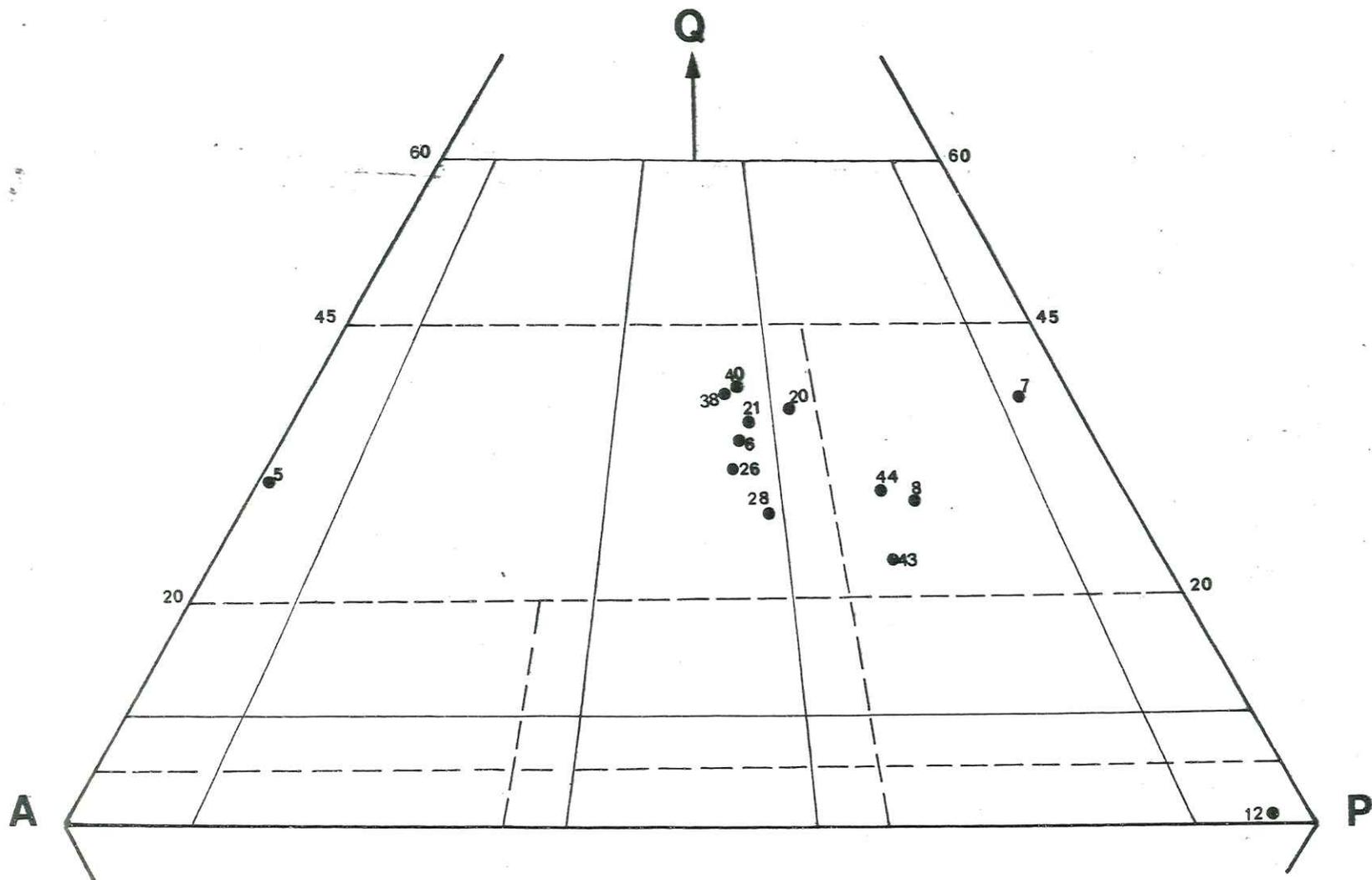


Fig.49 : Répartition des roches grenues de Saint-Antonin dans le diagramme Q.A.P. (A partir de normes C.I.P.W.)

- Jung et Brousse  
 - - - - - Streckeisen

## LES ROCHES MICROGRENUES

Après les granites, le deuxième type de roches endogènes le plus répandu est constitué par les roches microgrenues. On y trouve des microgranites, des microgranodiorites et des granophyres. Sur le terrain, nous sommes obligés de les considérer sous le terme général de "microgranite". L'étude au laboratoire (au microscope et la géochimie) nous a permis de mettre en évidence des microgranites alcalins ou calco-alcalins, avec des faciès à cristaux très gros de feldspath (faciès porphyrique) et des faciès à grain fin uniforme. Entre les deux termes, il existe beaucoup d'intermédiaires et souvent, il est même difficile sur le terrain et même (au microscope) de distinguer les roches effusives des microgrenues.

Les observations nous ont également permis de mettre en évidence des roches microgrenues à teinte gris-bleu ("le microgranite de Saint-Antonin") et des roches qui au contraire ont la teinte plutôt rose. Le même phénomène s'observe également pour les "granites de Saint-Antonin", parmi lesquels on a des faciès clairs ou gris, et des faciès nettement roses.

N.B. : cette teinte rose n'est pas due à l'altération, car en général, toutes les roches en galets, qui ont été étudiées, sont saines.

## B - ROCHES MICROGRENUES

1° Les micromonzogranitesEchantillon S2i (G6) : Micromonzogranite porphyriqueDescription macroscopique

A l'oeil nu, on observe surtout les gros cristaux de feldspath, centimétriques et sans régarder de très près, on le confond tout de suite avec le granite porphyroïde de "Saint-Antonin". On arrive parfois à bien distinguer la macle carlsbad des grands cristaux de feldspaths à l'oeil nu. En plus des feldspaths, on a des cristaux de quartz et des paillettes de biotite décélables macroscopiquement en approchant la roche de très près. Tous ces cristaux baignent dans un fond plus fin. La roche est de teinte gris-bleu et la structure est microgrenue nettement porphyrique. Ces micromonzogranites existent très souvent en gros blocs (supérieur à 1 mètre de grand diamètre) et se présentent sous des faciès variés plus ou moins porphyriques selon la taille des cristaux de feldspath.

Composition minéralogique

<u>Minéraux cardinaux et essentiels</u>	<u>Minéraux accessoires et d'altération</u>
Quartz	Apatite
Sanidine	Séricite
Plagioclase (An 28)	Minéraux opaques
Biotite brune	Zircon
Microcline	Epidote
Perthite	

Le quartz se présente en cristaux automorphes et subautomorphes à extinction ondulante. Ces cristaux sont le plus souvent corrodés par la pâte microgrenue et présentent des lacunes de cristallisation. Il existe également de petits cristaux xénomorphes de quartz dans la mésostase.

Le feldspath potassique est de la sanidine et du microcline en grandes plages automorphes et subautomorphes, mâclé carlsbad et très souvent perthitique ("Film perthite").

Le feldspath plagioclase est de l'oligoclase (An 28) basique, également en gros cristaux séricitisés. Il existe aussi de petits cristaux dans la pâte microgrenue.

La biotite brune se présente en cristaux de taille variable, corrodés par la mésostase.

Très rarement on a l'épidote associée à la biotite et quelques

minéraux opaques.

Le zircon (rare) se trouve dans la mésostase tandis que l'apatite est en inclusion dans le quartz.

La texture est microgrenue nettement porphyrique.

Analyse chimique : tableau n°16

Composition modale : tableau n°

Ech. S4a : Micromonzogranite à tendance granophyrique

Description macroscopique.

Contrairement à l'échantillon décrit précédemment, ce galet présente de petits cristaux de quartz automorphe mieux visibles à l'oeil nu.

La roche a une teinte rose piquetée de points noirs (biotite)

Composition minéralogique

<u>Minéraux cardinaux et essentiels</u>	<u>Minéraux accessoires et d'altération</u>
Quartz	Zircon
Micropegmatite	Apatite
Plagioclase (An 26)	Chlorite
Biotite brune	Epidote
Sphérolites	Séricite
	Minéraux opaques

Le quartz se présente en cristaux automorphes ou subautomorphes en coins géométriques dans la micropegmatite et en fibres dans des sphérolites à structure fibroradiée.

Le plagioclase est de l'oligoclase basique (An 26) en cristaux subautomorphes et parfois transformée en séricite.

La biotite brune est entièrement transformée en chlorite et associée constamment à l'épidote (Pistachite et zoisite).

Les sphérolites présentent le phénomène de pseudo-croix noire et sont constituées en grande partie de fibres de quartz. et de feldspath potassique. Le zircon est en inclusion dans la biotite

L'apatite : elle est incluse dans le quartz, les plagioclases et cristallise aussi dans la mésostase.

Les minéraux opaques se rencontrent en inclusion dans les biotites et en microcristaux dans la mésostase

La texture est microgrenue.

Analyse chimique : tableau n°16

Composition modale : tableau n°43

Ech. SA30 IK

Composition minéralogique : tableau n°13

Ech. SA30 IG

Composition minéralogique : tableau n°13

Ech. S1b

Composition minéralogique : tableau n°15

Ech. PL129/1

Composition minéralogique : tableau n°15

Ech. G8

Composition minéralogique : identique à S4a

## 2° Les Microgranodiorites

Ech. SA30 IB

Aspect macroscopique

La roche présente quelques cristaux automorphes et subautomorphes de quartz nettement visibles à l'oeil nu. Le reste de la roche est composé de feldspath (rose) et de la biotite.

### Composition minéralogique

#### Minéraux cardinaux et essentiels

Quartz  
Micropegmatite  
Plagioclase (An 30)  
Biotite brune

#### Minéraux accessoires et d'altération

Zircon  
Chlorite  
Epidote  
Apatite  
Sphène (titanite)  
Calcite (II<sup>re</sup>)  
Séricite (II<sup>re</sup>)  
Minéraux opaques

Le quartz (rare) se présente en cristaux automorphes et sub-automorphes entourés de micropegmatite.

Le plagioclase est de l'oligoclase (An 30) basique qui est aussi souvent entouré de micropegmatite. Les plages sont très souvent altérées en séricite et calcite.

La biotite brune est transformée en chlorite et associée à l'épidote (Pistachite et zoisite).

Le zircon se trouve en inclusion dans les plagioclases.

Des cristaux d'apatite aciculaires et trapus se rencontrent dans les biotites, les plagioclases et la mésostase.

La titanite et les minéraux opaques sont associés à la biotite chloritisée.

La texture est microgrenue à tendance granophyrique.

Composition modale : tableau n°44

Analyse chimique : tableau n°16

### 3° Les microgranites alcalins

Ech. SA30 IJ

#### Aspect macroscopique

A l'oeil nu, on peut observer les cristaux légèrement arrondis (subautomorphes) ainsi que des feldspaths. De rares paillettes de biotite sont visibles dans la roche. La teinte est gris-clair.

Composition minéralogique

<u>Minéraux cardinaux et essentiels</u>	<u>Minéraux accessoires et d'altération</u>
Quartz	Zircon
(Sanidine perthitique ?)	Chlorite
Albite (An 10)	Epidote
Biotite brune	Séricite
	Minéraux opaques
	Allanite

Le quartz se présente en cristaux automorphes ou subautomorphes et montre des lacunes de cristallisation. Les cristaux automorphes et subautomorphes ont une extinction franche tandis que dans le fond microgrenu, les petits cristaux de quartz xénomorphe ont une extinction roulante.

Le feldspath potassique souvent mâclé carlsbad et contenant des perthites et de la poussière opaque dans des zones craquelées, évoque une sanidine. Ces cristaux sont souvent entourés par une auréole de réaction et altérés en poussière d'opales.

Le feldspath calco-sodique est de l'albite (An 10) ponctuée de séricite.

La biotite brune se présente sous forme de petites plages chloritisées où s'observent parfois des cristaux d'épidote (Pistachite et zoisite). La roche renferme également une épidote automorphe et zonée, l'allanite.

Le zircon est inclus dans la biotite chloritisée qui contient aussi des minéraux opaques.

La texture est microgrenue.

Analyse chimique : tableau n°16

Composition modale : tableau n°43

Ech. PL131/1 : Microgranite alcalin

Composition minéralogique : tableau n°15

#### 4° Les lamprophyres

##### Ech. S17C<sup>1</sup> : spessartite

###### Aspect macroscopique

Les minéraux sont difficilement décelables à l'oeil nu. La roche a une teinte sombre tirant sur le vert. Elle est légèrement orientée.

###### Composition minéralogique

###### Minéraux cardinaux et essentiels

Plagioclase (indéterminé )  
Amphibole (Hornblende)

###### Minéraux accessoires et d'altération

Chlorite  
Epidote  
Séricite  
Calcite  
Minéraux opaques

Le plagioclase, très rare, est entièrement séricitisé.

L'amphibole (hornblende brun-vert) envahit toute la lame.

Elle est parfois altérée en chlorite.

On note l'existence de fissures minéralisées en épidote (Pistachite et zoisite) et calcite.

Les minéraux opaques sont inclus dans les amphiboles.

La texture est microgrenue légèrement fluidale.

##### Ech. S17D<sup>4</sup> : Lamprophyre dioritique

Composition minéralogique : tableau n°15

##### Ech. S25<sup>1</sup> : lamprophyre

Composition minéralogique : tableau n°15

- Roches microgrenues de Saint-Antonin
- "   Barrême
- Roches volcaniques de Saint-Antonin
- "   Barrême

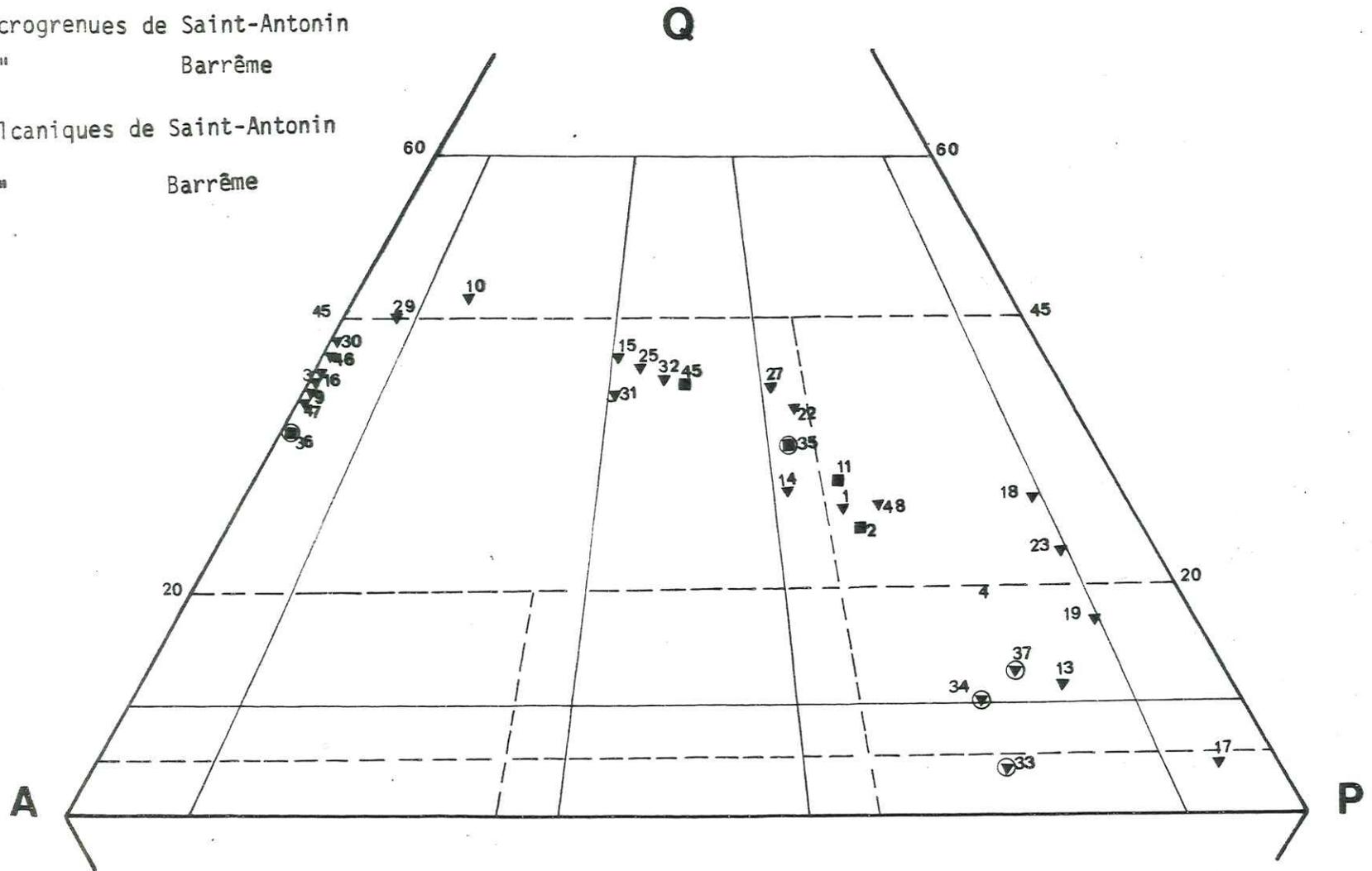


Fig.50 : Répartition des roches microgrenues et volcaniques dans le diagramme Q.A.P. (A partir de normes C.I.P.W.)

——— Jung et Brousse  
 - - - - - Streckeisen

## II - LES ROCHES VOLCANIQUES

### A - LES RHYOLITES

#### 1° Les rhyolites alcalines

Ech. SA30 IIB : Rhyolite alcaline fluidale

##### - Aspect macroscopique

A l'oeil nu, les cristaux de quartz automorphe sont visibles. Le reste de la roche est constitué par la mésostase. Elle est de teinte rose-gris.

##### - Composition minéralogique

<u>Minéraux cardinaux et essentiels</u>	<u>Minéraux accessoires et d'altération</u>
Quartz	Zircon
Albite (An 5)	Chlorite
Sanidine	Epidote
Biotite	Séricite
	Minéraux opaques

Le quartz se présente en cristaux automorphes et subautomorphes. Il se rencontre aussi en fragments éclatés et anguleux répartis dans la matrice vitreuse.

Le feldspath potassique est de la sanidine reconnaissable par les plages recouvertes de fines poussières d'opakes.

Le feldspath calco-sodique est constitué par de l'albite (An 5) souvent altérée en séricite.

La biotite altérée en chlorite se présente en paillettes allongées recouvertes de minéraux opaques. Souvent, elle subit des microdéformations en s'étirant suivant la direction de fluidalité de la roche.

On observe rarement du zircon en inclusion dans la biotite. La texture de la roche est hyalomicrolitique et fluidale.

- Analyse chimique : tableau n°20
- Composition modale : tableau n°44

Ech. S16<sup>4</sup> : Rhyolite alcaline (potassique)

- Composition minéralogique : tableau n°18

Ech. SA30 IH : Rhyolite alcaline à tendance pyroméridique

- Composition minéralogique : tableau n°18

Ech. SA30 IIJ : Rhyolite alcaline fluidale ignimbrétique

- Composition minéralogique : tableau n°18

Ech. R3 : Rhyolite alcaline

- Composition minéralogique : tableau n°18
- Analyse chimique : tableau n°20

Ech. R4 : Rhyolite alcaline

- Composition minéralogique : tableau n°18

Ech. S13c : Rhyolite alcaline fluidale

- Composition minéralogique : tableau n°18
- Analyse chimique : tableau n°20
- Composition modale : tableau n°44

Ech. S21 : Rhyolite alcaline

- Composition minéralogique : tableau n°19

Ech. S1a : Rhyolite alcaline

- Composition minéralogique : tableau n°19
- Analyse chimique : " n°20
- Composition modale : " n°44

Ech. SA30 IIG : Rhyolite alcaline

- Composition minéralogique : tableau n°19
- Analyse chimique : " n°20

## 2° Rhyolites monzonitiques à biotite

Ech. S<sub>2</sub>K : Monzorhyolite

### - Aspect macroscopique

Les minéraux de la roche se présentent en petits points dans la pâte de teinte grise.

### - Composition minéralogique

#### Minéraux cardinaux et essentiels

Quartz

Sanidine

Plagioclase (An 22)

Biotite brune

#### Minéraux accessoires et d'altération

Epidote

Chlorite

Apatite

Séricite

Sphérolites

Minéraux opaques

Le quartz se présente en cristaux automorphes et subautomorphes parfois arrondis et montre souvent des lacunes de cristallisation.

La sanidine (feldspath potassique) se rencontre rarement dans la lame, en petits cristaux toujours mâclés carlsbad et couverts de poussières opaques.

Le plagioclase est constitué par de l'oligoclase (An 22) le plus souvent altéré en séricite. On rencontre également de fines paillettes de séricite éparpillées dans la mésostase.

La biotite brune en plages subautomorphes est altérée en chlorite et fréquemment associée à l'épidote (Pistachite et zoïsite).

On peut également observer sur certaines sections de plagioclases la présence d'épidote.

Les minéraux opaques sont inclus dans le feldspath potassique et en tâches sur les sections de biotite.

Dans certaines parties de la mésostase s'observent des sphérolites (produits de la dévitrification).

La texture est hyalomicrolitique et souvent sphérolitique.

### - Analyse chimique : tableau n°22

Ech. R5 Monzorhyolite

### - Composition minéralogique : tableau n°19

### - Analyse chimique : tableau n°22

Ech. PL 129/4 : Monzorhyolite

- Composition minéralogique : tableau n°19
- Analyse chimique : tableau n°22

Ech. SA30 ID : Monzorhyolite

- Composition minéralogique : tableau n°21

Ech. PL 129/6 : Monzorhyolite

- Composition minéralogique : tableau n°21

Ech. PL 130 : Monzorhyolite

- Composition minéralogique : tableau n°21

3° Monzorhyolite à biotite et amphibole

Ech. G15 : Monzorhyolite ignimbrétique

- Aspect macroscopique

La roche est de teinte sombre. Les cristaux de quartz, de feldspath et de biotite sont visibles à l'oeil nu. On peut également distinguer de la pyrite dans la roche.

- Composition minéralogique

Minéraux cardinaux et essentiels

Minéraux accessoires et d'altération

Quartz

Zircon

Sanidine

Apatite

Plagioclase (An 32)

Epidote

Biotite brune

Pyrite

Amphibole (hornblende)

Chlorite

Séricite

Minéraux opaques

Les cristaux de quartz sont automorphes à subautomorphes, souvent éclatés et présentent des lacunes de cristallisation. Ils sont souvent arrondis.

Le feldspath potassique est une sanidine se présentant en plages automorphes et subautomorphes corrodées et comportant de fines poussières d'opaques au niveau des craquelures.

Le feldspath plagioclase est de l'andésine (An 32) souvent zoné et altéré en séricite. Il se présente en gros cristaux et en petits cristaux automorphes à subautomorphes.

La biotite brune, automorphe à subautomorphe, se présente souvent en fines sections allongées, étirées (microdéformation) parallèlement au sens de la fluidalité. Elle est souvent altérée en chlorite et associée à l'épidote (Pistachite et zoïsite).

On observe souvent dans la lame de l'amphibole (Hornblende verte) associée à la biotite.

Le zircon et l'apatite sont en inclusion dans les feldspaths (plagioclase) et la biotite.

Les minéraux opaques sont associés constamment à la biotite. La texture est hyalomicrolitique et fluidale.

- Analyse chimique : tableau n°22

Ech. S17 D<sup>5</sup> : Monzorhyolite

- Composition minéralogique : tableau n°21

- Analyse chimique : tableau n°22

## B- LES PYROMERIDES

### 1° Les pyromérides alcalines

Ech. S26 : Pyroméride alcaline fluidale

- Aspect macroscopique

Ces roches volcaniques, de teinte rose ou grise en général, ne présentent pas de minéraux visibles à l'oeil nu. Cependant, on peut souvent apercevoir de petits points arrondis sur un fond uniforme. Ces petits points matérialisent probablement les sphérolites. D'ailleurs, dans certains cas, on observe nettement les sphérolites en petits amas concentriques fibroradiés.

- Composition minéralogique

Minéraux cardinaux et essentiels

Minéraux accessoires et d'altération

Quartz

Minéraux opaques

Sphérolites

Le quartz se présente en petits cristaux xénomorphes occupant les espaces libres entre les sphérolites. Toute la roche est constituée essentiellement de sphérolites sur lesquels on observe les minéraux opaques en microcristaux ou en fine poussière suivant le rayonnement des fibres.

La texture est sphérolitique et felsitique.

Remarque :

Les pyromérides présentent en général la même texture, avec une composition formée essentiellement de sphérolites, noyées dans une mésotase felsitique.

Ces sphérolites, constituées par une association de quartz et de sanidine en structure fibro-radiée, résultent de la dévitrification d'anciennes laves que représente ce groupe de roches. Selon les cas, on peut observer encore quelques cristaux de quartz automorphes, de feldspath potassique ou de plagioclase et parfois de la biotite chloritisée.

- Analyse chimique : tableau n°25

Ech. n° R<sub>1</sub> : Pyroméride alcaline

- Composition minéralogique : tableau n°21

Ech. R<sub>2</sub> : Pyroméride alcaline

- Composition minéralogique : tableau n°24

- Analyse chimique : tableau n°25

Ech. S16<sup>X</sup> : Pyroméride alcaline

- Composition minéralogique : tableau n°24

Ech. S<sup>6b</sup> : Pyroméride alcaline

- Composition minéralogique : tableau n°24

Ech. S15<sup>F</sup> : Pyroméride alcaline

- Composition minéralogique : tableau n°24

Ech. SA30 IF : Pyroméride alcaline

- Composition minéralogique : tableau n°24

Ech. PL 131/2 : Pyroméride alcaline

- Composition minéralogique : tableau n°24

2° Les pyromérides monzonitiques

Ech. PL 129/8 : pyroméride monzonitique

- Aspect macroscopique.

On distingue à l'oeil nu quelques cristaux de quartz automorphes et de feldspath. La roche est de teinte sombre

- Composition minéralogique

Minéraux cardinaux et essentiels

Minéraux accessoires et d'altération

Quartz

Epidote

Sanidine

Chlorite

Plagioclase (An 28)

Apatite

Biotite

Séricite

Sphérolites

Minéraux opaques

Le quartz est automorphe à subautomorphe présentant souvent une auréole réactionnelle avec la mésostase. Les cristaux comportent parfois des lacunes de cristallisation.

Bien qu'en faible proportion, quelques cristaux de feldspath potassique (Sanidine) se rencontrent dans la lame mince.

Le feldspath plagioclase plus fréquent est constitué par de l'oligoclase basique (An 28) souvent altéré en séricite. En général, il se présente en gros cristaux (phénocristaux) corrodés par la mésostase et les sphérolites.

La biotite brune, subissant le même phénomène de corrosion que les autres cristaux, est altérée en chlorite et associée à l'épidote (Pistachite et zoïsite) ; elle existe également en petites sections automorphes.

Sur toutes les plages de biotite, on observe toujours des taches sombres de minéraux opaques.

L'apatite se rencontre en inclusion dans le quartz et les plagioclases et dans la mésostase.

Très souvent, **on observe** sur les plages de feldspath potassique de l'épidote (zoïsite particulièrement).

Malgré la présence de ces **quelques cristaux**, la dominance des sphérolites baignant dans un fond felsitique est nette.

La texture est sphérolitique et felsitique.

## C - LES IGNIMBRITES RHYOLITIQUES

### 1° Les ignimbrites alcalines

#### Ech. PL 131/3 : ignimbrite alcaline

##### - Aspect macroscopique

La roche est de teinte gris-rose et les cristaux de quartz et de feldspath automorphes, se distinguent sur un fond homogène. Localement, on peut observer sur l'échantillon des fragments de ponce présentant de fins pores. Macroscopiquement, la roche a l'aspect d'une rhyolite banale.

##### - Composition minéralogique

Minéraux cardinaux et essentiels	Minéraux accessoires et d'altération
Quartz	Zircon
Sanidine	Apatite
Sphérolites	Calcite
	Minéraux opaques

Le quartz en cristaux automorphes est souvent éclaté en fragments anguleux. Les cristaux présentent des lacunes de cristallisation.

La sanidine fréquemment mâclée Carlsbad (feldspath potassique) se présente également en cristaux éclatés.

Sur la plaque mince, on peut souvent observer les échardes vitreuses dévitriifiées.

Le zircon cristallise dans la mésostase.

L'apatite se trouve en inclusion dans les feldspaths potassiques.

Les minéraux opaques fréquents dans la mésostase, se rencontrent également sur certaines sections de feldspath potassique.

La texture est vitroclastique et fluidale.

### 2° Ignimbrite monzonitiques

#### Ech. PL 129/5 : ignimbrite monzonitique fluidale

##### - Aspect macroscopique

La roche est de teinte grise. On observe à l'oeil nu les cristaux automorphes de quartz et de feldspath.

- Composition minéralogique

Minéraux cardinaux et essentiels

Quartz  
Sanidine  
Plagioclase (An 26)  
Biotite chloritisée.

Minéraux accessoires et d'altération

Chlorite  
Minéraux opaques  
Séricite (Ire)

Le quartz se présente sous forme de cristaux brisés. Entier ou brisé, il possède souvent des lacunes de cristallisation.

Le plagioclase est de l'oligoclase basique (An 26) séricitisé.

La biotite est complètement transformée en chlorite.

Les minéraux opaques se rencontrent sur les plages chloritisées de biotite et dans la mésostase.

On observe localement de petits amas arrondis de quartz formant une mosaïque à extinction roulante.

La texture est vitroclastique, felsitique et fluidale.

- Conditions de formation des ignimbrites

Les nuées ardentes peuvent renfermer des poussières et des débris de cristaux ; mais souvent, de fines gouttelettes de lave liquide peuvent être associées à ces éléments. Ainsi, il se forme un type spécial de tufs appelés ignimbrites ou tufs soudés (welded tuffs) ayant l'aspect de la véritable lave. On se rend compte, au microscope, que les ignimbrites ont partiellement recristallisé pendant la période du dégagement des gaz chauds qu'elles contenaient au moment de leur mise en place.

En retombant, les cristaux se brisent, et la roche renferme des morceaux de verre, des débris anguleux de cristaux divers épars, des lapillis. Les fragments ponceux ont été aplatis et se sont moulés sur les cristaux brisés, donnant ainsi à l'ensemble de la roche une structure vermiculeuse particulière.

D - LES RHYODACITES

Ech. SA30 IA : Rhyodacite

- Aspect macroscopique

A l'oeil nu, on distingue de petits cristaux automorphes de feldspath baignant sur un fond sombre. La roche est de teinte sombre.

- Composition minéralogique

<u>Minéraux cardinaux et essentiels</u>	<u>Minéraux accessoires et d'altération</u>
Quartz	Zircon
Sanidine	Epidote
Plagioclase (An 38)	Apatite
Biotite brune	Chlorite
	Séricite
	Minéraux opaques

Le quartz se présente en sections automorphes corrodées par la mésostase et souvent éclatés.

La sanidine (feldspath potassique) comporte également des cristaux arrondis et souvent mâclés carlsbad.

La roche contient du plagioclase qui est de l'andésine (An 38) souvent altérée en séricite.

La biotite brune, chloritisée, est associée à l'épidote (Pistachite et zoïsite) et à des minéraux opaques.

En plus de la pistachite et zoïsite, la roche contient également de l'allanite, en cristaux zonés automorphes dans la mésostase.

L'apatite trapue, est incluse dans la biotite et le zircon se rencontre dans la mésostase.

La roche a une texture hyalomicrolitique.

- Analyse chimique : tableau n°28

- Composition modale : tableau n°44

Ech. S6a : Rhyodacite

Au point de vue macroscopique, la roche a une teinte verdâtre. A l'oeil nu, aucun minéral n'est décelable.

- Composition minéralogique : tableau n°27

Ech. S16<sup>3</sup> : Rhyodacite

- A l'oeil nu, on ne distingue rien de particulier, la roche est de teinte très sombre.

- Composition minéralogique : tableau n°27

## E - LES DACITOIDES

Ech. S14 y : Microdiorite quartzique

- Aspect macroscopique

A l'oeil nu, on distingue nettement les cristaux de quartz automorphes ainsi que les cristaux de feldspath et de biotite. La roche est de teinte grise.

- Composition minéralogique

Minéraux cardinaux et essentiels

Quartz  
Plagioclase (An 37)  
Biotite brune

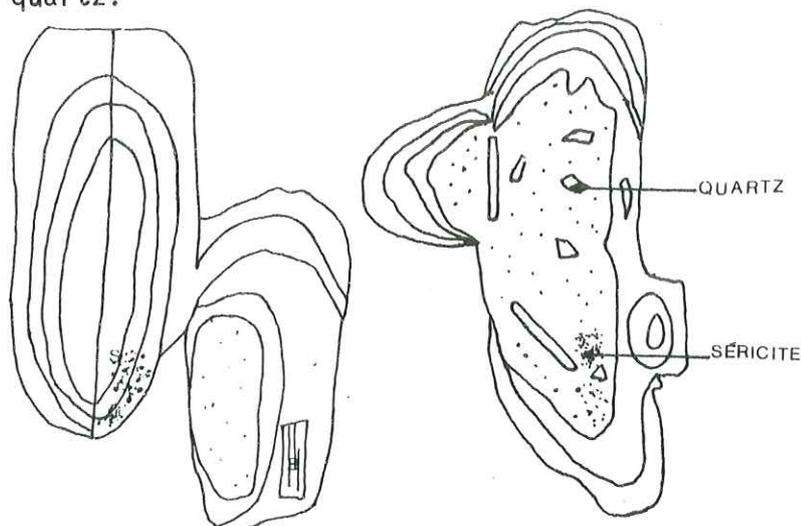
Minéraux accessoires et d'altération

Zircon (zoné)  
Apatite  
Epidote  
Chlorite  
Séricite  
Minéraux opaques

Le quartz se présente en cristaux automorphes à subautomorphes. Certains cristaux comportent des lacunes de cristallisation. Dans ces lacunes, on remarque la présence de paillettes de biotite chloritisée associée au quartz, à des minéraux opaques, de l'apatite et du feldspath.

Le feldspath plagioclase est de l'andésine (An 37). Il se présente sous deux habitus différents : des cristaux zonés et non zonés.

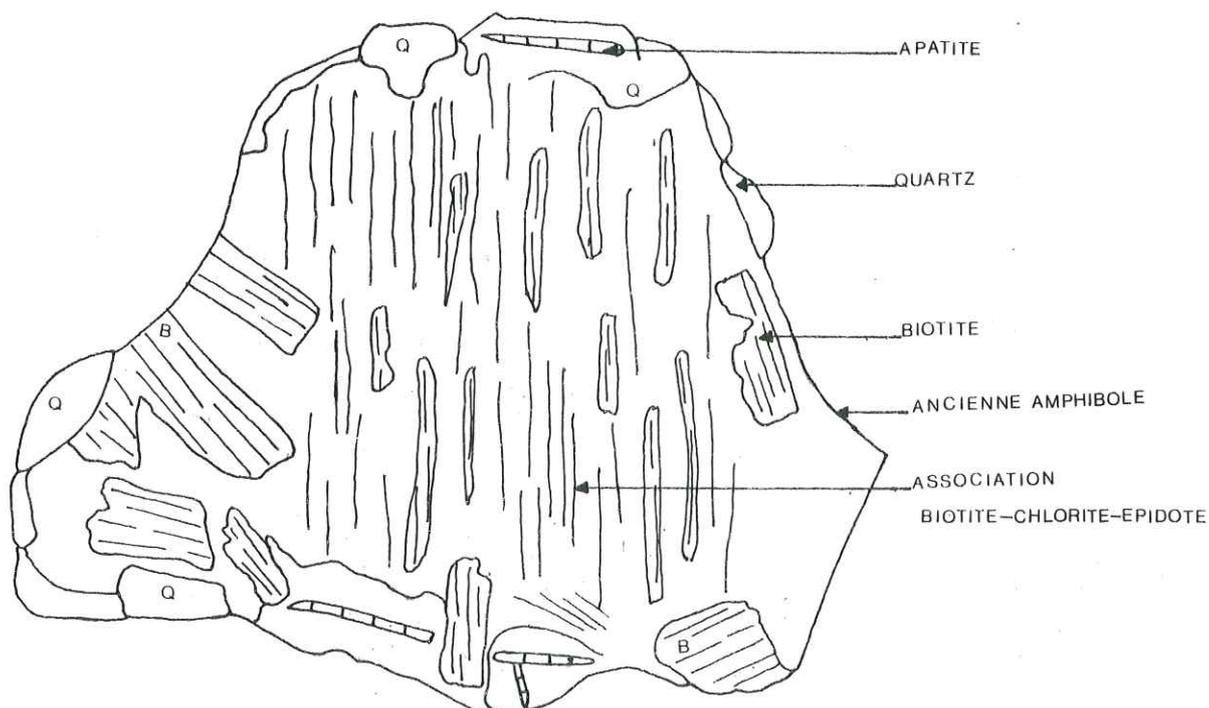
Dans les deux cas, ils présentent en leur centre un début d'altération en séricite et en quartz.



A l'intérieur de ces cristaux, s'observent de petites paillettes de biotite.

La biotite brune se rencontre soit en cristaux très automorphes, soit en cristaux déchiquetés de taille variable. Dans les deux cas, il existe des sections saines ne comportant aucun signe d'altération, tandis que d'autres présentent un début d'altération en chlorite et sont associées à l'épidote (Pistachite et zoïsite)

On observe souvent l'association biotite-épidote-chlorite et quartz-minéraux opaques dans une grande section hexagonale (anciens cristaux d'amphibole (hornblende verte) qui ont subi par la suite un phénomène de rétro-morphose en biotite.



Le quartz réactionnel occupe plutôt le pourtour de l'amphibole et les interstices, tandis que le reste est formé de biotite chloritisée associée à l'épidote (zoïsite et pistachite). Il contient de nombreuses inclusions d'apatite aciculaire craquelée.

On rencontre également de l'apatite en inclusion dans la biotite et les plagioclases. Le zircon est rare et cristallise dans la mésostase.

Les minéraux opaques sont fréquemment sur les sections de biotite et dans la mésostase.

La texture microgrenue est due à la recristallisation d'une ancienne mésostase vitreuse (faciès subvolcanique).

- Analyse chimique : tableau n° 28

Remarque : cette roche présente des analogie pétrographiques et géochimiques marqués avec les esterellites du massif de l'Esterel (Communication orale J. D. GIRAUD).

## F - LES BASALTES

### Ech. S17 D<sup>2</sup> : Basaltes à olivine

#### - Aspect macroscopique

A l'oeil nu, aucun minéral n'est visible. La roche est de teinte sombre ; elle présente des alvéoles remplies de calcite et de minéraux ferrugineux (oxydes).

#### - Composition minéralogique

<u>Minéraux cardinaux et essentiels</u>	<u>Minéraux accessoires et d'altération</u>
Plagioclase (Microlites)	Calcite
Pyroxène (Augite)	Minéraux opaques
Olivine serpentinisée	

La majeure partie de la lame est constituée de microlites de plagioclase et de petits cristaux de pyroxène (Augite).

L'olivine est transformée en serpentine.

Les minéraux opaques constituent les éléments les plus abondants, présents dans toute la lame.

La texture est microlitique et fluidale.

G - LES ANDESITES ET ROCHES ASSOCIEES

L'étude pétrographique des roches volcaniques tertiaires a été déjà réalisée par ALSAC et al (1969) et M. Le GUERN (1979). Dans le présent travail, nous nous contenterons de la description de quelques unes de ces roches en galets dans les conglomérats (ainsi que quelques gros blocs).

Ces roches volcaniques tertiaires du synclinal de Saint-Antonin sont représentées par des andésites et les laves associées (basaltes alumineux et dacites).

Au microscope, bien qu'à composition minéralogique variable, elles présentent le même aspect caractérisé principalement par la présence constante de phénocristaux de plagioclase zonés, avec des amphiboles, des pyroxènes ou les deux à la fois.

L'utilisation des données de l'analyse modale, chimique et normative permettra de dénommer ces roches (Report sur le diagramme de Streckeisen).

Il faut noter que d'après TAYLOR et WHITE (1966) et TAYLOR (1969) des coupures ont été effectuées dans la suite calco-alkaline en fonction de leur teneur en silice

	Les basaltes	$SiO_2 < 53 \%$
	Les andésites basiques	$53 \% < SiO_2 < 56 \%$
Andésites s.s	Les andésites	$56 \% < SiO_2 < 63 \%$
	Les dacites	$63 \% < SiO_2 < 70 \%$
	Les rhyolites	$SiO_2 > 70 \%$

Remarque : Les andésites s.s. sont représentées par les teneurs comprises entre 53 et 63 % de  $SiO_2$  ( $53 < SiO_2 < 63$ )

1° Les latites quartziques

Ech. S15 J : latite quartzique

- Aspect macroscopique

Les cristaux de quartz automorphes sont visibles à l'oeil nu ainsi que de petits cristaux sombres correspondant à la biotite.

La roche est de teinte gris-bleuté.

- Composition minéralogique

<u>Minéraux cardinaux et essentiels</u>	<u>Minéraux accessoires et d'altération</u>
Quartz	Zircon
Micropegmatite	Apatite
Plagioclase (An 38)	Chlorite
Biotite	Epidote
	Calcite
	Séricite
	Minéraux opaques
	Sphène

Le quartz se présente en cristaux automorphes et subautomorphes, corrodés et possédant des lacunes de cristallisation. Souvent on peut remarquer autour de ces cristaux, des auréoles réactionnelles avec la mésostase.

Le quartz existe également dans la micropegmatite qui envahit les autres cristaux et particulièrement les plagioclases.

La roche contient des plagioclases en grandes sections et parfois en petits cristaux zonés et automorphes. Il s'agit d'andésine (An 38) transformée en séricite.

La biotite, chloritisée, se présente sous deux habitus : des cristaux corrodés à contour irrégulier et des cristaux très automorphes plus petits à section hexagonale nettement visible. Toutes les biotites sont transformées en chlorite et associées à l'épidote (Pistachite et zoïsite)

Le zircon est inclus dans le plagioclase.

La roche est riche en apatite, en cristaux aciculaires ou trapus dans le quartz ou la biotite et dans la mésostase.

Les minéraux opaques envahissent parfois les plages de biotite chloritisée.

On rencontre également dans la lame, de la calcite et du sphène.

La texture est hyalomicrolitique.

- Analyse chimique : tableau n°31

- Composition modale : tableau n°44

## 2° Les andésites à olivine

Ech. S17C<sup>3</sup> : Andésite à olivine

### - Aspect macroscopique :

La roche a une teinte gris-verdâtre et on observe de nombreux filonets de calcite qui traversent la roche. On peut également voir de la pyrite à l'oeil nu.

### - Composition minéralogique

<u>Minéraux cardinaux et essentiels</u>	<u>Minéraux accessoires et d'altération</u>
Plagioclase (An 33)	Epidote
Pyroxène (Augite)	Calcite
Olivine serpentinisée	Rutile
Hornblende vert-brun	Séricite
	Minéraux opaques
	Apatite

Les cristaux de plagioclase séricitisés dispersés dans la matrice et contrairement aux andésites habituelles de "Saint-Antonin", ils sont rarement zonés. Il s'agit d'andésine (An 33).

La roche contient de petits cristaux automorphes d'augite, de l'amphibole (hornblende), de l'olivine serpentinisée.

Les minéraux accessoires tels que l'apatite se rencontrent en fines aiguilles allongées dans les plagioclases.

Elle contient des minéraux opaques et de l'épidote en remplissage des fissures de la roche, ainsi que de la calcite sur les plagioclases.

La texture est microlitique fluidale, légèrement porphyrique.

- Analyse chimique : tableau n°31

## 3° Les latites andésites

Ech. S13d : latite andésite

### - Aspect macroscopique

C'est une roche de teinte grise. Le feldspath et les minéraux sombres sont visibles à l'oeil nu.

- Composition minéralogique

<u>Minéraux cardinaux et essentiels</u>	<u>Minéraux accessoires et d'altération</u>
Plagioclase zoné (An 63)	Apatite
Pyroxène	Calcite
Amphibole (hornblende basaltique)	Minéraux opaques

Le plagioclases sont zonés, abondants dans la lame, possèdent à la fois mâcle albite polynsynthétique et carlsbad. Il s'agit de labrador (An 63). Ces plagioclases renferment de nombreuses petites inclusions (cas le plus général) sous forme de fines particules. Ces inclusions ont été étudiées par Alsac et al (1969) et considérées comme de type "Dust inclusion" (inclusion en poussière) et de type "Honey-combed" (nid d'abeille) de Kuno (1950). En outre, certains plagioclases contiennent de la calcite.

La roche contient également des cristaux de clinopyroxène de petite taille par rapport à celle des plagioclases.

On distingue rarement des sections d'amphibole (hornblende basaltique) transformées en opaques (oxydes de fer). Le plus souvent, les cristaux automorphes sont entourés par une auréole de minéraux opaques.

Les plagioclases montrent communément des sections limpides incluant de fines aiguilles allongées d'apatite.

Les minéraux opaques, souvent de forme cubique, existent en inclusion sur tous les phénocristaux et dans la mésostase.

La texture est nettement porphyrique.

- Analyse chimique : tableau n°31
- Composition modale : tableau n°44

Ech. A5 : latite andésite

- Macroscopiquement, la roche présente de gros cristaux d'amphibole. Elle est de teinte très sombre. La structure est porphyrique, très nettement visible à l'oeil nu.

- Composition minéralogique : tableau n°30
- Analyse chimique : tableau n°31

Ech. G218 ; latite andésite

- Composition minéralogique : tableau n°30
- Analyse chimique : tableau n°31

Ech. A<sub>2</sub> : "andésite"

- composition minéralogique : tableau n°30

Ech. A<sub>3</sub> : "Andésite"

- Composition minéralogique : tableau n°30

Ech. S11 : "Andésite"

- Composition minéralogique : tableau n°30

Ech. G224 (1) "Andésite"

- Composition minéralogique : tableau n°30

Ech. G224 (2) : Andésite

- Composition minéralogique : tableau n°30

#### 4° Les dacites

Ech. G220 : Dacite

- Aspect macroscopique

La roche est de teinte sombre (gris-brun) homogène, aucun minéral n'est visible à l'oeil nu. Elle présente de petites vacuoles ressemblant à des ponces.

- Composition minéralogique

Minéraux cardinaux et essentiels

Minéraux accessoires et d'altération

Plagioclase zoné

Apatite

Amphibole (Hornblende)

Minéraux opaques

Pyroxène (Augite)

Calcédoine

Les cristaux de plagioclase sont pour la plupart automorphes et zonés. La détermination de la basicité s'est effectuée par la méthode de la double macle", (sur une section non zonée) et il s'agit de l'andésine Labrador (An 50). Ces cristaux contiennent également des inclusions de type "Dust inclusion" et "Honey-combed" de Kuno (1950).

L'amphibole est soit constamment entourée d'une auréole d'oxyde de fer, soit totalement transformée et il ne reste que le contour du minéral originel. Il s'agit en général de hornblende basaltique, qui se présente en grandes sections ou en petits cristaux, toujours cernés ou envahis d'opagues. L'angle d'extinction est généralement proche de  $0^\circ$ .

Le pyroxène, en cristaux de petite taille est de l'augite (clinopyroxène) avec un angle d'extinction maximal de  $40^\circ$ .

Les minéraux opaques existent sur les phénocristaux et dans la mésostase. Ils existent souvent sous la forme de sections cubiques. Ce sont des oxydes de fer et d'après les travaux antérieurs (M. Le GUERN, 1979) il s'agit d'hématite, de magnétite et titanomagnétite.

L'apatite généralement aciculaire est en inclusion surtout dans les plagioclases.

La lame mince permet également d'observer de la calcédoine en petits amas mamelonnés à extinction roulante.

La texture est microlitique porphyrique,

- Analyse chimique : tableau n°31

Remarque importante :

Parmi les roches volcaniques andésitiques que nous venons de décrire, les deux premiers échantillons (S15J et S17C<sup>3</sup>) sont des roches particulières ; bien que présentes dans les formations conglomératiques, elles n'ont pas été observées, en place, dans les brèches volcaniques de Saint-Antonin. Tous les autres échantillons d'andésites" de Saint-Antonin sont pétrographiquement semblables entre eux et appartiennent au cortège des andésites tertiaires du volcanisme de Saint-Antonin.

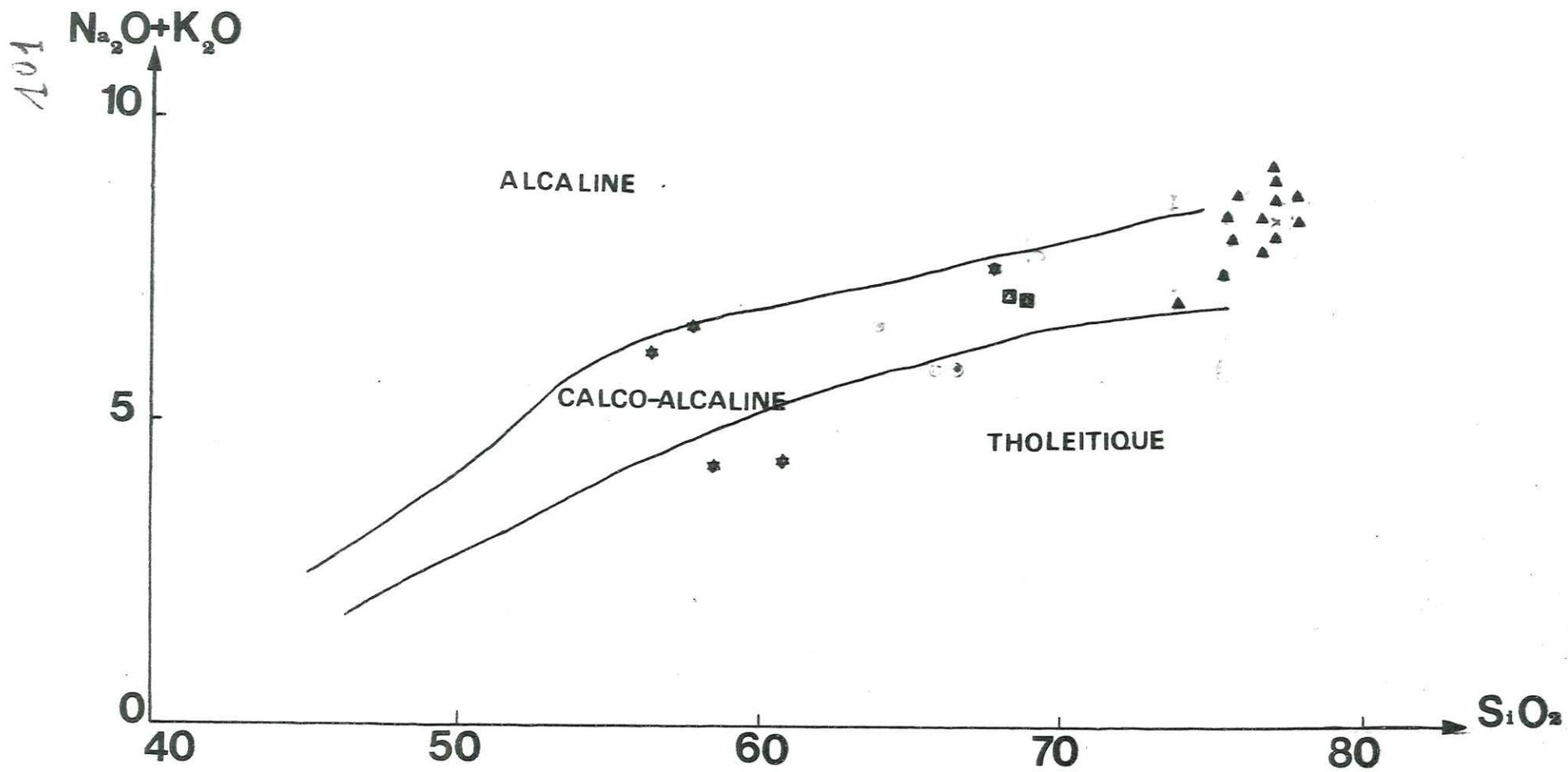


Fig 24 Répartition de quelques échantillons (galets) dans le diagramme alcalin-silice de Kuno (1968)

- ▲ Rhyolites
- Rhyodacites
- ✧ Andésites

DEUXIEME PARTIE : LES ROCHES  
METAMORPHIQUES

1 - LES MICASCHISTES

Ech. S14a : Micaschistes à 2 micas, riche en quartz

- Aspect macroscopique :

La roche est de teinte grise et les cristaux de quartz, de feldspath et de micas sont visibles à l'oeil nu.

- Composition minéralogique

<u>Minéraux cardinaux et essentiels</u>	<u>Minéraux accessoires et d'altération</u>
Quartz	Zircon
Plagioclase (An 25)	Apatite
Biotite	Minéraux opaques
Muscovite	Chlorite

Le quartz est xénomorphe à extinction ondulante ; il est assez abondant dans la lame.

La roche contient du plagioclase qui est de l'oligoclase (An 25) qui se rencontre assez rarement dans la lame et transformé en séricite.

La biotite et la muscovite, souvent associées, sont en lamelles ou en paillettes éparses dans la lame. La biotite est souvent chloritisée.

Les cristaux de zircon et d'apatite sont généralement inclus dans le quartz.

Les minéraux opaques sont inclus dans la biotite.

La texture est lépidoblastique.

Ech. S2j : Micaschiste à biotite et muscovite

- Composition minéralogique : tableau n°34

## II - LES QUARTZITES

Ech. PL 129/3 : Quartzite micacé

- Aspect macroscopique

La roche est de teinte sombre et on n'observe aucun minéral à l'oeil nu.

- Composition minéralogique

Minéraux cardinaux et essentiels

Quartz

Biotite

Minéraux accessoires et d'altération

Epidote

Séricite

Minéraux opaques

Le quartz est présent sous forme de petites mosaïques ou de petits lits allongés, formés de cristaux xénomorphes à extinction ondulante.

La roche est envahie par de très fines lamelles de biotite et de séricite. Les lamelles de biotites sont fréquemment associées à des minéraux opaques.

Dans de petites diaclases, on peut souvent observer de l'épidote.

La texture est granoblastique.

## III - LES LEPTYNITES

Ech. S17B<sub>1</sub> : Leptynite

- Aspect macroscopique

A l'oeil nu, on observe du quartz et surtout des yeux de feldspath. La roche a une structure nettement orientée.

- Composition minéralogique

<u>Minéraux cardinaux et essentiels</u>	<u>Minéraux accessoires et d'altération</u>
Quartz	Zircon
Myrmékite	Epidote
Feldspath potassique	Chlorite
Plagioclase (An 34)	Apatite
Biotite	Minéraux opaques

Le quartz est xénomorphe, en petits lits étirés et écrasés, à extinction ondulante.

Le feldspath potassique se présente sous forme d'yeux allongés et couverts de poussière d'opaqes.

Le feldspath plagioclase est de l'andésine (An 34), séricitisé.

La roche contient de la myrmékite.

Les petites paillettes étirées de biotite sont généralement chloritisées et couvertes de minéraux opaques.

L'épidote (Pistachite et zoïsite) occupe des filonnets recoupant la roche et la direction de recristallisation des autres minéraux.

Le zircon associé à une portion de biotite, est inclus dans le quartz, ainsi que des inclusions de cristaux trapus d'apatite.

La texture est granolépido-blastique.

#### IV - LES MYLONITES

##### Ech. S12b : Mylonite

- Aspect macroscopique :

À l'oeil nu s'observent du quartz et du feldspath. La roche a une teinte sombre, légèrement verdâtre.

- Composition minéralogique

<u>Minéraux cardinaux et essentiels</u>	<u>Minéraux accessoires et d'altération</u>
Quartz	Epidote
Feldspath potassique	Apatite
Albite (An 6)	Allanite
Biotite	Minéraux opaques

Le quartz est xénomorphe à extinction ondulante.

Le feldspath potassique (Orthose) se présente sous forme de grandes sections (yeux) couvertes de poussière d'opaques.

Le feldspath calco-sodique est de l'albite (An 6).

La biotite (abondante) est transformée en chlorite, et associée à des cristaux automorphes d'allanite (épidote).

On peut rencontrer également de l'épidote (Pistachite et zoïsite) en remplissage de petites fissures perpendiculaires aux sens d'orientation des minéraux recristallisés.

L'apatite est incluse dans le quartz tandis que les minéraux opaques sont associés à la biotite.

La texture est cataclastique.

Ech. S 2m : Mylonite

- Composition minéralogique : tableau n°34

V - LES AMPHIBOLITES

Ech. S17D<sup>11</sup> : Amphibolite

- Aspect macroscopique

Sont visibles à l'oeil nu, uniquement les feldspaths, soulignant la structure foliée de la roche en la mettant en évidence sur un fond noir. La roche est de teinte sombre.

- Composition minéralogique

<u>Minéraux cardinaux et essentiels</u>	<u>Minéraux accessoires et d'altération</u>
Quartz (en gouttes)	Chlorite
Plagioclase séricitisé	Séricite
Amphibole (hornblende brun-vert)	Apatite
	Minéraux opaques

Le quartz existe en petites mosaïques allongées, à extinction ondulante.

Le plagioclase est totalement séricitisé.

La roche est essentiellement formée d'amphibole (hornblende brun-vert) souvent altérée en chlorite.

Les minéraux opaques sont en inclusion dans les amphiboles et l'apatite est incluse dans le quartz.

La texture est granonématoblastique.

Ech. S21 : Amphibolite

- Composition minéralogique : tableau n°34
- Analyse chimique : tableau n°36

S25<sup>2</sup> : Amphibolite

- Composition minéralogique : identique à S21

VI - LES GNEISS

Ech. S15<sup>e</sup> : Gneiss mylonitique à biotite et muscovite

- Aspect macroscopique

Les cristaux de quartz et de feldspath sont visibles à l'oeil nu ; la roche est de teinte légèrement sombre et à structure orientée.

- Composition minéralogique

<u>Minéraux cardinaux et essentiels</u>	<u>Minéraux accessoires et d'altération</u>
Quartz	Zircon
Feldspath potassique	Apatite
Plagioclase (An 12)	Séricite
Biotite	Minéraux opaques
Muscovite	

Le quartz est xénomorphe à extinction ondulante.

Le feldspath potassique est en forme de petits yeux étirés ainsi que les cristaux de plagioclase (Oligoclase An 12) souvent séricitisé.

La roche contient de la biotite brune associée à la muscovite, les deux cristallisent entre les autres critaux.

Le zircon et les minéraux opaques sont en inclusion dans la biotite.

L'apatite se rencontre dans le quartz et les feldspaths.

La texture est granolépidoblastique.

Ech. S7a : Gneiss migmatitique à biotite et muscovite

- Composition minéralogique : tableau n°35

Ech. SA30 IC : Orthogneiss

- Composition minéralogique : tableau n°34

- Analyse chimique : tableau n°36

Ech. SA30 IIID : Gneiss à deux micas

- Composition minéralogique : tableau n°35

Ech. SA30 IIIC : Gneiss à deux micas

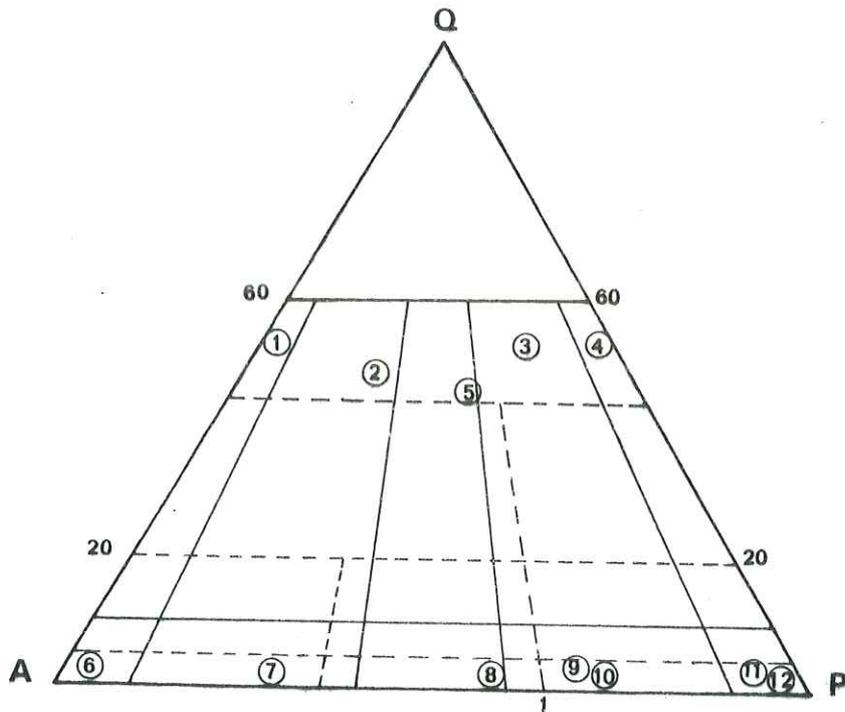
- Composition minéralogique : tableau n°35

Ech. S16<sup>(1)</sup> : Gneiss à deux micas

- Composition minéralogique : tableau n°35

Ech. S16<sup>d</sup> : Gneiss à deux micas

- Composition minéralogique : tableau n°35



**Fig:22** Quelques champs de répartition dans la classification des roches éruptives

————— Jung et Brousse  
 - - - - - Streckeisen

Q : quartz  
 A : Feldspath alcalin  
 P : plagioclase

ROCHES PLUTONIQUES

EQUIVALENTS VOLCANIQUES

- |                         |                                       |
|-------------------------|---------------------------------------|
| 1a Granite alcalin      | 1b Rhyolite alcaline                  |
| 2a Granite              | 2b Rhyolite<br>Obsidienne rhyolitique |
| 3a Granodiorite         | 3b Rhyodacite                         |
| 4a Diorite quartzique   | 4b Dacite                             |
| 5a Granite monzonitique | 5b Latite quartzique                  |
| 6a Syénite alcaline     | 6b Trachyte alcalin                   |
| 7a Syénite              | 7b Trachyte                           |
| 8a Monzonite            | 8b Latite<br>Minette                  |
| 9a Monzodiorite         | 9b Latite andésite                    |
| 10a Monzogabbro         | 10b Basalte latitique                 |
| 11a Diorite             | 11b Andésite                          |
| 12a Gabbro              | 12b Basalte tholeïtique               |

COMPLEMENT FIG. 23

ROCHES GRENUES

GRANITES

N°		
6	Monzogranite à biotite	(SA30 IID)
20	Monzogranite porphyroïde à biotite	(G1-2)
21	Monzogranite à grain fin à biotite	(G13)
26	Monzogranite à biotite	(PL 201)
28	Monzogranite porphyroïde à biotite	(S17D <sup>8</sup> )
38	Monzogranite à biotite	(G3)
39	Monzogranite à biotite	(G4)
40	Monzogranite à biotite	(G14 : Granite rose)
41	Monzogranite à biotite	(S16 : Granite rose)
42	Monzogranite à biotite	(E4/10: Synclinal de Barrême)

APLITE

5	Aplite alcaline à grenat	(SA30 IIC)
---	--------------------------	------------

GRANODIORITES

8	Granodiorite	(SA30 II F)
43	Granodiorite	(S16 <sup>2</sup> )
44	Granodiorite	(S22 <sup>1</sup> )

DIORITE ET GABBRO

7	Diorite quartzique	(SA30 IE)
12	Gabbro	(S3 b)

ROCHES MICROGRENUES

9	Microgranite alcalin	(SA30 IJ)
11	Micromonzogranite à tendance granophyrique	(S4a)
2	Microgranodiorite	(SA30 IB)
35	Micromonzogranite	E4/1 : Syncl. de Barrême)
36	Granophyre à composition de microgranite alcalin	(E4/2 Syncl. de Barrême)
45	Micromonzogranite pophyrique	G6 : S2i)

ROCHES VOLCANIQUES ANTETERTIAIRES

RHYOLITES ALCALINES

3	Rhyolite alcaline	(SA30 IIB)
10	"	(S1a)
15	"	(SA30 IIG) QAP Rhyol. calco-alc.
16	"	(S13 c)
31	"	(R3)
46	"	(PL 131/3)
47	"	(S17D5)

MONZORHYOLITES

22	Monzorhyolite	(G15)
25	"	(PL 129/4)
27	" pyroméridique	(S2k)
32	"	(R5)

PYROMERIDES

29	Pyroméride alcaline	(S26)
30	Pyroméride alcaline	(R2)

## COMPLEMENT FIG. 23 (Suite)

## RHYODACITE

N°	1	Rhyodacite	(SA30 IA)
----	---	------------	-----------

## DACITOIDE

48	Microdiorite quartzique	(S14 y)
----	-------------------------	---------

## ANDESITES TERTIAIRES ET ROCHES ASSOCIEES

## SYNCLINAL DE SAINT-ANTONIN

13	Latite andésite	(S13a)
14	Latite quartzique	(S15j)
17	Andésite	(S17 c <sup>3</sup> )
19	Latite andésite	(A5)
18	Dacite	(G220)
23	Dacite	(G218)

## SYNCLINAL DE BARREME

33	Latite andésite	(E4/4)
34	Latite andésite	(E4/6)
37	Latite andésite	(E4/5)

- 111
- ★ Granites de Saint-Antonin
  - Autres roches plutoniques
  - ▲ Roches volcaniques
  - Roches microgrenues et intermédiaires
  - ◆ Roches métamorphiques (orthogneiss)

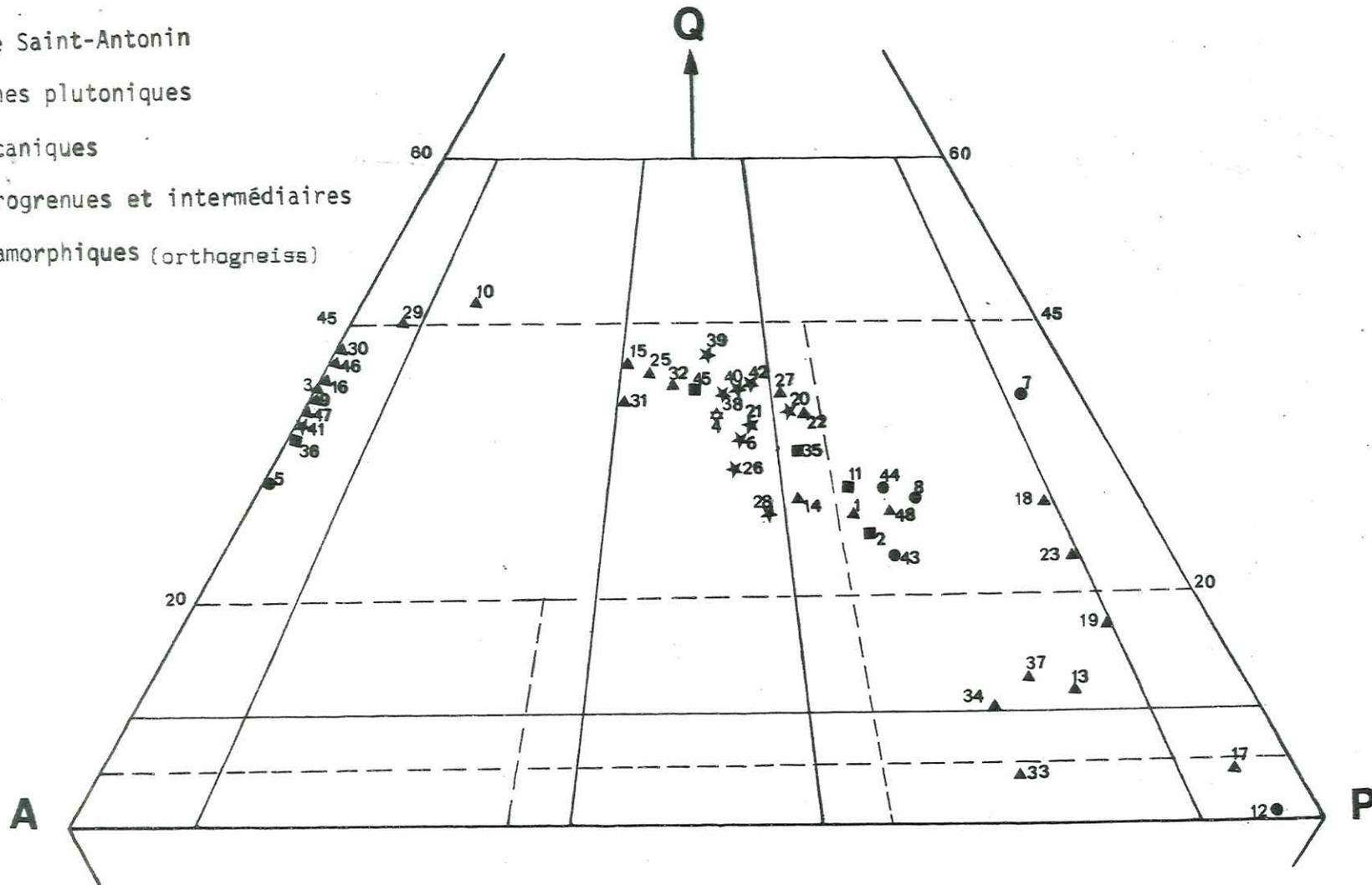


Fig.23 Répartition de quelques échantillons (galets) étudiés dans le diagramme Q. A. P. (à partir de normes C.I.P.W.)

- Jung et Brousse
- Streckeisen

112

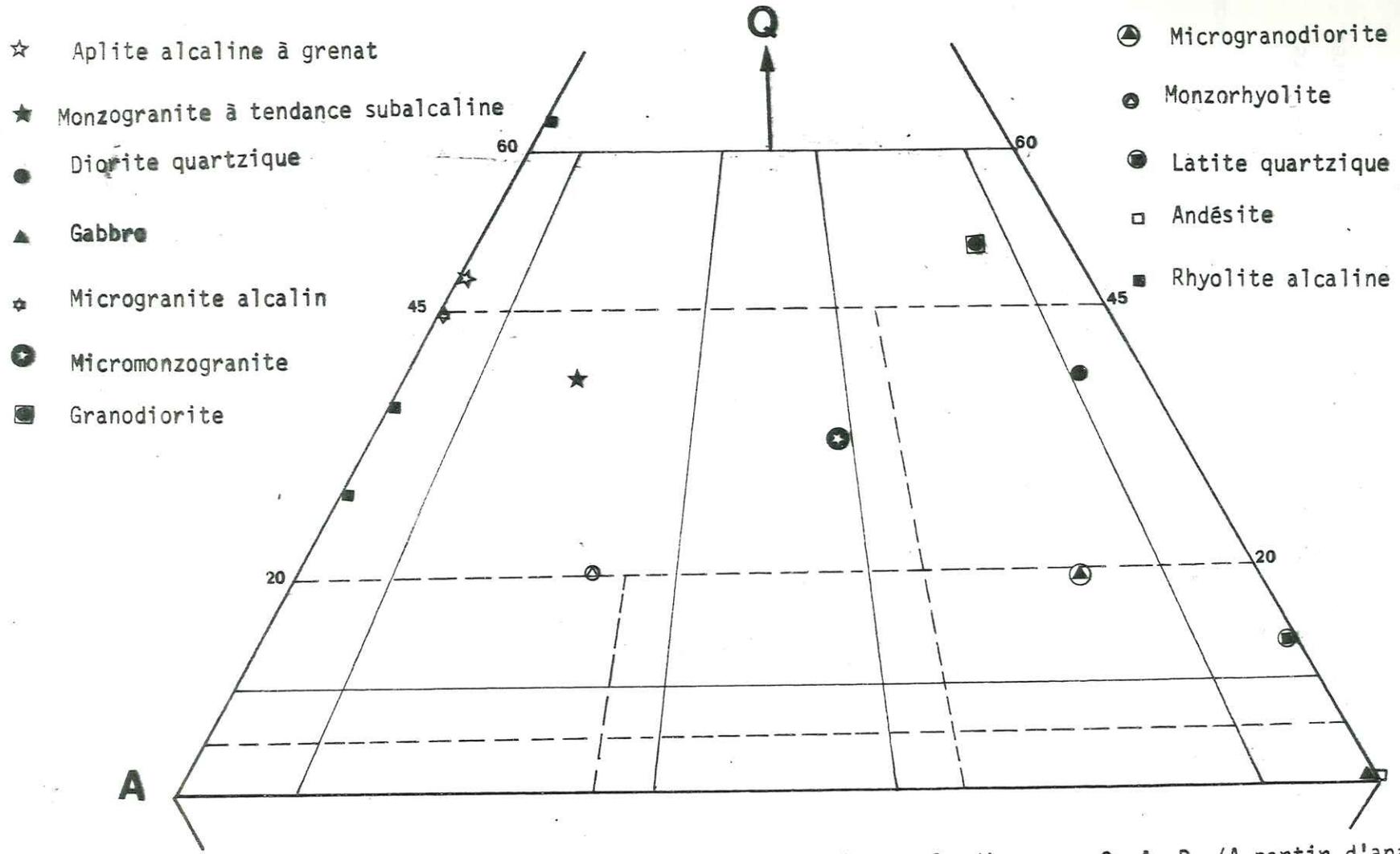


Fig.52 Répartition de quelques échantillons (galets) dans le diagramme Q. A. P. (A partir d'analyses modales)

——— Jung et Brousse  
 - - - - - Streckeisen

## TROISIEME PARTIE : CONCLUSION

L'étude pétrographique d'un nombre plus important de galets a permis de repertorier les roches déjà "connues" et voit s'ajouter à cela un très grand nombre de roches jamais signalées dans les conglomérats de Saint-Antonin (voir tableaux récapitulatifs).

Cette étude pétrographique détaillée, complétée avec de nombreuses données pétrochimiques met en évidence la particularité d'un grand nombre de roches en galets dans les conglomérats étudiés. Bien de travaux antérieurs qui ne manquaient pas d'affirmer l'existence de sources d'alimentation des dépôts du site concerné voient ainsi mieux expliqué le doute qu'ils se faisaient sur la provenance d'un certain nombre de galets de Saint-Antonin.

Nos travaux confirment les divergences pétrographiques et minéralogiques bien marquées entre les roches (en particulier les granites) de Saint-Antonin et celles affleurant dans les massifs voisins ; l'intégration de nouvelles données pétrologiques avec toutes nos observations de terrain permet de dégager (dans la dernière partie de ce mémoire) une origine plutôt essentiellement locale des galets et des sédiments de remplissage du bassin tertiaire de Saint-Antonin.

L'origine locale des roches volcaniques andésitiques ayant été confirmée par de nombreux travaux antérieurs et récents, nous insisterons ici sur les autres roches endogènes et particulièrement la comparaison des granites de Saint-Antonin, représentant la majeure partie des roches en galets dans les conglomérats étudiés.

Remarque :

Une récente sortie à Saint-Antonin nous a révélé la présence de granite à tourmaline et de pegmatite à grenat automorphe dans les conglomérats de Saint-Antonin. Ces roches viennent s'ajouter au nombre de celles qui n'avaient jamais été signalées par les études antérieures des conglomérats de Saint-Antonin.

*Pourcentage des galets de diverses espèces ?*

CHAPITRE IV

CONGLOMERATS DU SYNCLINAL  
DE BARREME ET DE MAJASTRE

(SYNCLINAUX OCCIDENTAUX DE L'ARC DE CASTELLANE)

ETUDE PETROGRAPHIQUE DE QUELQUES  
GALETS DE ROCHES ENDOGENES

## CHAPITRE IV - CONGLOMERATS DU SYNCLINAL DE BARREME ET DE MAJASTRE

(Synclinaux occidentaux de l'Arc de Castellane)

### I - SYNCLINAL DE BARREME

#### Introduction

#### A - Travaux antérieurs

- 1° Roches sédimentaires
- 2° Roches métamorphiques
- 3° Roches éruptives

#### B - Resultats des travaux actuels

- 1° Les granites (Monzogranites)
- 2° Les micromonzogranites
- 3° Les granophyres
- 4° Les andésites (latites andésites)

### II - SYNCLINAL DE MAJASTRE

#### Introduction

#### A - Roches éruptives

- 1° Les granites
  - a) Monzogranite à biotite
  - b) Granite subalcalin à biotite
  - c) Aplite à grenat
- 2° Les micromonzogranites
- 3° Les granophyres monzonitiques
- 4° Les rhyolites
- 5° Les pyromérides
- 6° Les ignimbrites rhyolitiques
- 7° Les dacites

#### B - Roches métamorphiques

- 1° Les mylonites
- 2° Les schistes à glaucophane

### III - CONCLUSION

# I - LE SYNCLINAL DE BARRÊME

## Introduction

Le synclinal de Barrême est situé à environ 30 km au Nord-Ouest de Saint-Antonin. Comme le synclinal de Majastre, il fait partie des synclinaux occidentaux d'orientation subméridienne. Ce synclinal d'importance presque équivalente à celui de Saint-Antonin au point de vue de sa longueur (20 km environ), possède quelques affleurements de conglomérats qui ont fait déjà l'objet d'études pétrographiques.

## A - TRAVAUX ANTERIEURS

Nous rappelons brièvement les types pétrographiques déjà décrits et y ajouterons quelques descriptions de quelques galets que nous y avons prélevés.

Pour les travaux de pétrographie sur les conglomérats, nous ne citerons que Y. GUBLER (1961) et J. C. CHAUVEAU et M. LEMOINE (1961) ainsi que J. BODELLE (1971) qui a signalé les roches suivantes :

### 1° Roches sédimentaires

Il constate la présence de galets de calcaire à spicules de spongiaire, un galet de pélite rouge, des galets de grès calcaire et des radiolarites.

### 2° Roches métamorphiques

Il a été signalé des galets de migmatite, de leptynite, de quartzite métamorphique et de serpentinite.

### 3° Roches éruptives

Ce sont les roches les plus représentées et parmi lesquelles les granites sont les plus abondants (J. BODELLE 1971)

Toujours selon l'auteur, parmi les galets de granite, cinq échantillons ont été analysés et montrent une grande variété de roches dont deux monzogranites à quartz xénomorphe, feldspath alcalin perthitique et plagioclase altéré en séricite et zonés ; la biotite présente, mais peu abondante ; le minéral accessoire est du zircon.

Les autres termes constituent des roches diverses : Gabbro à diallage, dolérite, microgranite alcalin ou subalcalin, microgranodiorite, microdiorite quartzique, granophyre, rhyolite et pyroméride.

## B - RESULTATS DES TRAVAUX ACTUELS

Il nous sera impossible ici de décrire tous les galets qui ont été répertoriés ; par contre, nous insisterons sur quelques galets, surtout de granite (analyse chimique à l'appui).

### 1° Les granites

#### Ech. E4/10 : Monzogranite à grains fins à biotite

##### Aspect macroscopique

C'est un granite de teinte gris-clair dont les cristaux de quartz, de feldspath et de biotite sont visibles à l'oeil nu.

##### Composition minéralogique

#### Minéraux cardinaux et essentiels

Quartz  
Orthose  
Perthite  
Plagioclase (An 29)  
Myrmékite  
Biotite brune

#### Minéraux accessoires et d'altération

Chlorite  
Zircon  
Séricite  
Minéraux opaques

Le quartz est xénomorphe à extinction ondulante.

La roche contient du feldspath potassique (Orthose) qui se présente en grandes sections xénomorphes perthitiques (perthites allongées ou "Film perthite").

Le plagioclase est de l'oligoclase basique (An 29) souvent altéré en séricite.

Au contact des deux feldspaths se développe de la myrmékite fréquente dans la lame.

Le seul mica présent est de la biotite brune en sections toujours corrodées par les autres minéraux. Elle est souvent altérée en chlorite.

Le zircon est inclus dans la biotite à laquelle sont également associés les minéraux opaques.

La texture est grenue à grains fins.

Analyse chimique : tableau n°38

Ech. E4/3 : Monzogranite à biotite

Composition minéralogique : tableau n°37

2° Les micromonzogranites

Ech. E4/1 : Micromonzogranite subvolcanique :

- Aspect macroscopique :

La roche est de teinte grise, et l'on peut observer les gros cristaux de feldspath ainsi que le quartz et la biotite. La structure est porphyrique.

- Composition minéralogique :

<u>Minéraux cardinaux et essentiels</u>	<u>Minéraux accessoires et d'altération</u>
Quartz	Zircon
Feldspath potassique	Apatite
Plagioclase zoné	Chlorite
Biotite brune	Epidote
	Minéraux opaques

Le quartz se présente en cristaux automorphes et subautomorphes et possède des lacunes de cristallisation. Souvent ces cristaux sont de taille très réduite, automorphes et arrondis.

Le feldspath potassique existe sous forme de grandes sections automorphes, mûclées carlsbad.

Le plagioclase est de l'andésine (An 31) en grands cristaux présentant la double macle. Il est souvent transformé en séricite.

La biotite brune se présente sous forme de sections corrodées par la mésostase et existe également en petits cristaux automorphes à section hexagonale. La plupart des cristaux sont transformés en chlorite et constamment associés à l'épidote (Pistachite et zoisite) abondante dans la lame.

Le zircon zoné, cristallise dans la mésostase.

Les cristaux d'apatite allongée et trapue sont en inclusion dans le quartz et la mésostase.

Les minéraux opaques sont généralement présents sur les sections de biotite.

La texture est microgrenue subvolcanique, nettement porphyrique.

Analyse chimique : tableau n°38

### 3° Les granophyres

Ech. E4/2 : Granophyre subalcalin

- Aspect macroscopique :

La roche est de teinte rose et les cristaux de quartz, de feldspath et de biotite sont visibles à l'oeil nu, sous forme de cristaux très fins.

- Composition minéralogique :

Minéraux cardinaux et essentiels

Minéraux accessoires et d'altération

Quartz

Micropegmatite

Orthose

Microcline

Perthite

Plagioclase (An 12)

Biotite brune

Apatite

Chlorite

Séricite

Minéraux opaques

Le quartz existe uniquement dans les micropegmatites.

La roche contient deux feldspaths potassiques, orthose et microcline, très perthitiques.

Le plagioclase est de l'oligoclase acide (An 12) souvent séricitisé.

La roche contient de la biotite brune (rare) chloritisée et couverte de minéraux opaques, souvent isolés dans la mésostase.

La texture est nettement micropegmatitique.

Analyse chimique : tableau n°38

#### 4° Les andésites (Latite andésite)

Ech. E4/6 : Andésite à olivine.

##### - Aspect macroscopique :

Roche de teinte grise, elle présente à l'oeil nu des cristaux de feldspath et de minéraux sombres (pyroxène).

##### - Composition minéralogique

<u>Minéraux cardinaux et essentiels</u>	<u>Minéraux accessoires et d'altération</u>
Plagioclase zoné (An 48)	Apatite
Pyroxène (Augite)	Chlorite
Olivine	Calcite
Amphibole (Hornblende)	Minéraux opaques

Les cristaux de plagioclase zonés sont les plus abondants. Il s'agit d'andésine (An 48) et présentant des inclusions en poussière ("Dust inclusion") et en nid d'abeille (Honey combed) de Kuno (1950) ; ces mêmes caractéristiques ont été mises en évidence dans les andésites du synclinal de Saint-Antonin.

On rencontre souvent des cristaux de pyroxène (augite) altérés en chlorite fibroradiée et en calcite.

L'amphibole, moins abondante que le pyroxène, est associée aux chlorites fibreuses qui se présentent souvent en sphérolites.

L'olivine, en sections losangiques, se rencontre également et les cristaux sont envahis par de la chlorite et souvent de la calcite suivant les craquelures du minéral.

Les cristaux d'apatite sont en inclusion dans les feldspaths et la mésostase.

Les minéraux opaques sont associés à la chlorite et à la calcite sur les plages de pyroxène. et d'olivine. On en rencontre également dans la mésostase.

La texture est microlitique et fluidale, nettement porphyrique.

- Analyse chimique : tableau n°38

Ech. E4/5 : (Latite andésite)

- Aspect macroscopique :

La roche est de teinte grise et présente des cristaux de feldspath et surtout des cristaux de minéraux sombres de taille assez importante.

- Composition minéralogique :

<u>Minéraux cardinaux et essentiels</u>	<u>Minéraux accessoires et d'altération</u>
Plagioclase zoné (An 54)	
Amphibole (Hornblende)	Apatite
Pyroxène (Augite)	Minéraux opaques

La composition est voisine de celle du galet décrit précédemment (E4/6). On observe les mêmes phénomènes, mais une exception cependant : la très grande abondance d'amphibole (hornblende basaltique) entourée d'une bordure opaque d'oxyde de fer qui occupe souvent toute la section du minéral (amphibole).

La texture est microlitique, fluidale et porphyrique.

- Analyse chimique : tableau n°38

- Ech. E4/4 : (Latite andésite)
- Ech. E4/7 : roche altérée "
- Ech. E4/8 : roche altérée "
- Ech. E4/9 : roche altérée "

- Composition minéralogique : tableau n°37

Ech. E4/4

- Analyse chimique : tableau n°38

## II - LE SYNCLINAL DE MAJASTRE

=====

### Introduction

Le synclinal de Majastre est situé à environ 40 km, au Nord-Ouest du synclinal de Saint-Antonin et à 10 km à l'Ouest de Barrême. Il fait partie des synclinaux occidentaux de l'Arc de Castellane dont les axes ont une orientation Nord-Sud. C'est un petit synclinal où affleurent quelques sédiments détritiques d'âge comparable à ceux de Saint-Antonin. Aucune étude pétrographique n'ayant pas encore été effectuée sur ce site, nous avons bénéficié de l'échantillonnage de quelques galets de conglomérats grâce à P. GIGOT (Université de Caen). Les lames minces ont été remises à J. D. GIRAUD. Ces lames minces nous ont permis d'avoir une idée de la pétrographie des conglomérats du synclinal de Majastre.

### A - LES ROCHES ERUPTIVES

#### 1° Les granites

#### a) Monzogranite à biotite

Ech. 77.69.21

### Composition minéralogique

#### Minéraux cardinaux et essentiels

Quartz  
Feldspath potassique (Orthose)  
Microcline  
Perthite  
Myrmékite  
Plagioclase (An 26)  
Biotite brune

#### Minéraux accessoires et d'altération

Zircon  
Apatite  
Séricite  
Minéraux opaques

Le quartz est xénomorphe à extinction ondulante.

Le feldspath potassique est constitué par l'orthose et du microcline en plages souvent perthitiques.

Le plagioclase est de l'oligoclase basique (An 26) parfois séricitisé.

On observe la biotite brune en cristaux échancrés par la croissance des cristaux adjacents.

Au contact des feldspaths potassiques et les plagioclases se développe de la myrmékite.

Les minéraux accessoires tels que le zircon et l'apatite sont en inclusion dans le quartz et la biotite.

Les minéraux opaques sont fréquents sur les plages de biotite. La texture est grenue.

#### b) Granite subalcalin à biotite

Ech. 77.69.22

- Composition minéralogique :

Minéraux cardinaux et essentiels	Minéraux accessoires et d'altération
Quartz	Chlorite
Orthose	Séricite
Microcline	Minéraux opaques
Perthite	
Plagioclase (An 12)	
Biotite brune	

On observe dans la lame mince du quartz xénomorphe à extinction ondulante.

Le feldspath potassique est de l'orthose et du microcline souvent perthitiques.

Le plagioclase est de l'oligoclase acide (An 12) souvent séricitisé.

La biotite brune est corrodée par les autres minéraux et légèrement chloritisée.

Contrairement à l'échantillon précédent (77.69.21) on n'observe pas de minéraux opaques sur les sections des biotites. Nous avons trouvé une seule section hexagonale, automorphe, associée à de la chlorite et cette section est constituée d'opaques uniquement.

La texture est grenue.

MAJ 12 : Monzogranite à grain fin à biotite et muscovite

MAJ 11 : Monzogranite à tendance granophyrique

- Composition minéralogique : tableau n°39

c) Aplite à grenat

Ech. MAJ 8

- Composition minéralogique :

Minéraux cardinaux et essentiels

Minéraux accessoires et d'altération

Quartz

Orthose

Microcline

Plagioclase (An 18)

Muscovite

Zircon

Chlorite

Grenat

Séricite

Le quartz est xénomorphe à extinction ondulante.

Le feldspath potassique est de l'orthose et du microcline.

Le plagioclase est de l'oligoclase acide (An 18) souvent séricitisé.

Le seul mica présent est la muscovite.

La roche contient du grenat, en sections automorphes sur lesquelles existe constamment de la chlorite.

La texture est aplitique, légèrement orientée.

2° Les micromonzogranites

Ech. MAJ 5 : Micromonzogranite à biotite

- Composition minéralogique

Minéraux cardinaux et essentiels

Minéraux accessoires et d'altération

Quartz

Plagioclase (An 37)

Biotite brune

Chlorite

Calcite

Séricite

Minéraux opaques

Le quartz se présente en sections automorphes à subautomorphes, souvent corrodées par la mésostase. Ils présentent fréquemment des lacunes de cristallisation sur le pourtour du cristal ou en son centre.

Le plagioclase est de l'andésine (An 37) transformée en séricite et calcite et se présente en gros cristaux.

La biotite brune présente des plages chloritisées, souvent délavées de leur teinte initiale et deviennent souvent limpides.

Les minéraux opaques sont associés à la biotite ou dispersés dans la matrice microgrenue.

La texture est microgrenue porphyrique.

Ech 77.67.10 : Micromonzogranite à biotite

- Composition minéralogique : tableau N°39

3° Granophyres monzonitiques

Ech. 77.69.30

- Composition minéralogique

<u>Minéraux cardinaux et essentiels</u>	<u>Minéraux accessoires et d'altération</u>
Micropegmatite	
Orthose	Chlorite
Plagioclase (An 35)	Séricite
Biotite brune	Minéraux opaques

Le quartz existe uniquement sous forme de micropegmatite qui occupe toute la surface de la lame.

Le feldspath potassique se présente en grandes plages couvertes de poussières opaques.

Le feldspath plagioclase est de l'andésine (An 37)

La biotite brune se rencontre en paillettes souvent chloritisées et associées aux minéraux opaques.

La texture est micropegmatitique.

Ech. MAJ 4 : granophyre

- Composition minéralogique : tableau n°39

Ech 77.69. (2)/1 : granophyre : Composition minéralogique : tableau n°40

Ech. 77.69 (2)/6 : granophyre : Composition minéralogique : tableau n°40

4° Les rhyolitesEch. 77.69.20 : Rhyolite monzonitiques- Composition minéralogique

<u>Minéraux cardinaux et essentiels</u>	<u>Minéraux accessoires et d'altération</u>
Quartz.	Calcite
Sanidine	Epidote
Perthite	Chlorite
Plagioclase (An 28)	Séricite
Biotite brune	Minéraux opaques

La roche contient des cristaux de quartz automorphes et subautomorphes, présentant souvent des lacunes de cristallisation.

On observe également des sections de feldspath potassique.

Le plagioclase est de l'oligoclase basique (An 28) souvent séricitisé.

La biotite brune est souvent chloritisée et associée à l'épidote (Pistachite et zoisite).

On rencontre parfois de la calcite et des minéraux opaques.

La texture est hyalomicrolitique.

Ech 77.69.26 : Rhyolite monzonitiqueEch. MAJ 7 : Rhyolite monzonitique- Composition minéralogique : tableau n°405° PyroméridesEch 77.69.27 : Pyroméride alcaline- Composition minéralogique

<u>Minéraux cardinaux et essentiels</u>	<u>Minéraux accessoires et d'altération</u>
Quartz	
Sanidine	
Sphérolites	Minéraux opaques
Biotite chloritisée (rare)	Chlorite

Le quartz se présente sous forme de cristaux automorphes et subautomorphes, présentant des lacunes de cristallisation. Il existe aussi des traînées de quartz entre les sphérolites qui occupent tout le reste de la lame.

On peut observer de petits fragments de biotite complètement transformée en chlorite.

Tous les sphérolites et les phénocristaux de sanidine sont recouvertes de fine poussière d'opagues.

La texture est microlitique et sphérolitique.

#### 6° Ignimbrite rhyolitique

Ech. MAJ 1 : ignimbrite alcaline

- composition minéralogique

Minéraux cardinaux et essentiels

Quartz  
Sanidine

Minéraux accessoires et d'altération

Zircon  
Minéraux opaques

Le quartz, souvent éclaté, se présente en cristaux automorphes et subautomorphes avec souvent des lacunes de cristallisation.

Le seul feldspath qui existe dans la lame est un feldspath potassique (Sanidine ?) automorphe et subautomorphe, souvent mâclé carlsbad et recouvert de poussières opaques.

Les minéraux opaques occupent entièrement des sections automorphes qui sont probablement d'anciennes biotites.

Le zircon cristallise dans la mésostase.  
La texture est vitroclastique et fluidale.

#### 7° Dacite (ou rhyodacite)

Ech. 77.69.(2)/2 : Dacite type Esterellite

- Composition minéralogique

Minéraux cardinaux et essentiels

Quartz (rare)  
Plagioclase (An 30)  
Biotite brune  
Amphibole (hornblende verte)  
Sphérolites

Minéraux accessoires et d'altération

Zircon  
Apatite  
Chlorite  
Epidote  
Minéraux opaques

Le quartz est très rare et se présente en petites mosaïques contenant des cristaux xénomorphes à extinction ondulante. Ces petites mosaïques sont éparses dans la matrice fine ou associées aux sphérolites.

Le plagioclase est de l'andésine (An 30) souvent zoné et altéré en séricite. Les cristaux, souvent de grande taille, sont corrodés par la mésostase.

La biotite est fréquemment altérée en chlorite et associée à l'épidote (Pistachite et zoïsite).

La roche contient de l'amphibole (hornblende verte), très abondante dans la lame qui se présente en cristaux allongés ou en petits cristaux automorphes.

La mésostase est localement sphérolitique.

Le zircon cristallise dans la mésostase .

L'apatite se rencontre dans la mésostase et en inclusion dans les plagioclases.

Les minéraux opaques sont présents dans la mésostase ou inclus dans la biotite.

La texture est hyalomicrolitique.

La pétrographie de cette roche est très semblable à celle de l'esterellite (communication orale : J. D. GIRAUD)

Remarque : les zircons semblent abondants en lame mince et deux d'entre eux ont pu être déterminés par J. P. PUPIN. Ils sont généralement allongés avec développement de la pyramide  $\{211\}$ . Ils sont dissymétriques au point de vue des prismes (Types déterminés : S7-17 (S12 moyen), cela confirme la ressemblance avec l'esterellite.

## B - ROCHES METAMORPHIQUES

1° Mylonite

Ech. 77.69.24

- Composition minéralogique:Minéraux cardinaux et essentielsMinéraux accessoires et d'altération

Quartz

Orthose

Plagioclase (indéterminé)

Myrmékite

Biotite

Muscovite

Epidote

Chlorite

Séricite

Minéraux opaque

Le quartz est xénomorphe à extinction ondulante, en cristaux écrasés.

Le feldspath potassique (Orthose) se présente sous forme de sections allongées couvertes de poussières opaques.

Le plagioclase est séricitisé et indéterminable. On rencontre parfois de la myrmékite au contact plagioclase-feldspath potassique.

La roche contient de la biotite, de la muscovite et de l'épidote (Pistachite et zoïsite).

La texture est granoblastique.

2° Schiste

Ech 77:69 (2)/3 : schiste à glaucophane

- Composition minéralogiqueMinéraux cardinaux et essentielsMinéraux accessoires et d'altération

Biotite

Muscovite

Amphibole (glaucophane)

Feldspath (plagioclase rare)

Quartz (rare)

Chlorite

Apatite

La roche est essentiellement constituée de biotite chloritisée et d'amphibole (glaucophane) et de muscovite.

Le quartz et les feldspaths sont rares.

Les cristaux allongés d'apatite sont très nombreux et en inclusion dans le glaucophane.

La texture est lépidoblastique.

L'échantillon (77.69.19) contient du zircon.

- Composition minéralogique : tableau n°40

### III - CONCLUSION

Quelques galets provenant des synclinaux nummulitiques occidentaux de l'Arc de Castellane ont montré de nombreux traits communs dans la nature pétrographique avec ceux de Saint-Antonin. La présence de galets de roches andésitiques confirme cette similitude ainsi que celle des granites, de microgranites, de granophyres et de rhyolites.

Il n'est pas impossible d'après la situation géographique de ces synclinaux (dans le prolongement Nord-Ouest de Saint-Antonin) et malgré la courbure, de deceler des relations d'ordre sédimentologique, volcanique, tectonique et paléogéographique.

La figure : montre que les trois synclinaux sont pincés par des accidents d'orientation Est-Ouest.

Les autres synclinaux voisins (Puget-Théniers) souvent parallèles sont situés plus au Nord et non bordés d'accidents.

D'éventuels travaux ultérieurs pourraient par une étude significative de toutes les formations détritiques régionales permettre d'établir des relations d'ordre divers entre les bassins de sédimentation nummulitiques.

## CHAPITRE V

UTILISATION DE LA METHODE

TYPOLOGIQUE

DU ZIRCON ACCESSOIRE

# CHAPITRE V : UTILISATION DE LA METHODE TYPOLOGIQUE DU ZIRCON ACCESSOIRE

## I - GENERALITES

A - Bref historique des travaux antérieurs

B - Bases fondamentales de la méthode proposée

1° Système cristallographique et indexation

2° Classification typologique du zircon accessoire

a) Types principaux

b) Types secondaires

3° Etude d'une population de zircons

a) Préparation de concentré de zircons

b) Etude de la population au microscope

c) Les indices  $\bar{A}$  et  $\bar{T}$ . Détermination du point moyen  
(I.  $\bar{A}$ , I.  $\bar{T}$ ) d'une population

d) Autres caractères du zircon

d1 - Qualité des formes cristallines

d2 - Couleur

d3 - Groupements cristallins

d4 - Croissance des cristaux

d5 - Corrosion

d6 - Noyaux

d7 - Zonage

d8 - Altération

d9 - Fracturation

d10 - Inclusions

d11 - Statistiques dimensionnelles

II - APPLICATIONS DE LA METHODE TYPOLOGIQUE DU ZIRCON ACCESSOIRE

- Introduction

PREMIERE PARTIE : APPLICATION A L'ETUDE DES GALETS DE ROCHES ENDOGENES

A - Etude de la population de zircons des granites de Saint-Antonin

- 1° Les Monzogranites calco-alcalins
- 2° Etude de la population de zircon d'une granodiorite
- 3° Etude de la population de zircons du granite hyperalcalin (hypersolvus)

B - Etudes des populations de zircons des microgranites (micromonzogranites) de Saint-Antonin

C - Etude des populations de zircons dans les rhyolites de Saint-Antonin

- a) Rhyolites alcalines
- b) Rhyolites calco-alcalines

D - Etude des populations de zircons dans les andésites de Saint-Antonin

- 1° Etudes des populations de roches andésitiques
- 2° Etude des populations de zircons dans les ciments bréchiques scoriacés

DEUXIEME PARTIE : APPLICATION A L'ETUDE DES MATERIAUX DETRITIQUES ET VOLCANODETRITIQUES

A - Mode d'échantillonnage

B - Etude des populations de zircons dans les sables ou grès de Saint-Antonin

C - Etude des populations de zircons dans les ciments  
de conglomérats

III - CONCLUSION

I - G E N E R A L I T E S

A - BREF HISTORIQUE DES TRAVAUX ANTERIEURS

Depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle, de nombreux chercheurs, surtout les pétrographes endogènes, ont considéré l'ensemble des minéraux accessoires comme susceptibles de fournir des informations intéressantes sur la pétrogenèse. En ce qui concerne le zircon accessoire, son utilisation à des fins pétrogénétiques devenait fréquente dans la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle avec la mise au point de méthodes de statistiques dimensionnelles dites R. M. A. (Reduced Major Axis - A. POLDERVAART et al 1957). Bien que largement utilisées, les conclusions tirées de ces méthodes furent l'objet de critiques, essentiellement axées sur le choix des critères de base utilisés.

De nombreuses classifications morphologiques furent proposées par différents auteurs (les plus récents F. R. KARNER et J. O. HELGESEN, 1970). Ces classifications anciennes, malgré leur valeur scientifique, s'adressaient à un nombre très restreint de types de roches et ne tenaient pas compte des nombreux caractères du zircon, p o u r conduire à une interprétation féconde des données fournies par le minéral.

B - BASES FONDAMENTALES DE LA METHODE PROPOSEE  
(J. P. PUPIN et G. TURCO, 1972)

1°) système cristallographique et indexation

Le zircon (Zr SiO<sub>4</sub>) cristallise dans le système quadratique ; il peut avoir une forme allongée ou trapue, symétrique ou dissymétrique par rapport à l'axe c. Il présente les éléments de symétrie de l'holoedrie du système quadratique : A<sub>4</sub>,  $\frac{2A_2}{2M}$ ,  $\frac{2A'_2}{2M'}$ , C

L'indexation des formes cristallines est basée sur un réseau quadratique centré (orientation structurale) fig :25

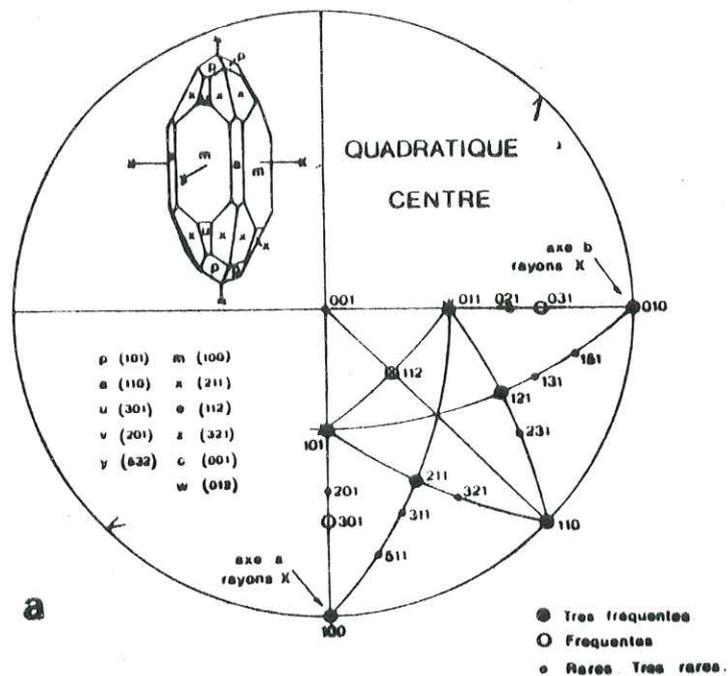


Fig.25 : Projection cristallographique des principales faces des cristaux de zircon naturels avec leurs fréquences relatives. Réseau quadratique centré (orientation structurale (J. P. PUPIN 1976)

## 2°) classification typologique du zircon accessoire

La méthode typologique est basée sur le développement relatif des faces prismatiques et pyramidales dont les combinaisons définissent un type déterminé. Cette classification proposée par J. P. PUPIN et G. TURCO (1972) est susceptible de rendre compte des conditions de milieux différentes en s'appuyant sur une nomenclature précise dans la description des cristaux, couplée avec des caractères morphologiques variables.

### a) Types principaux

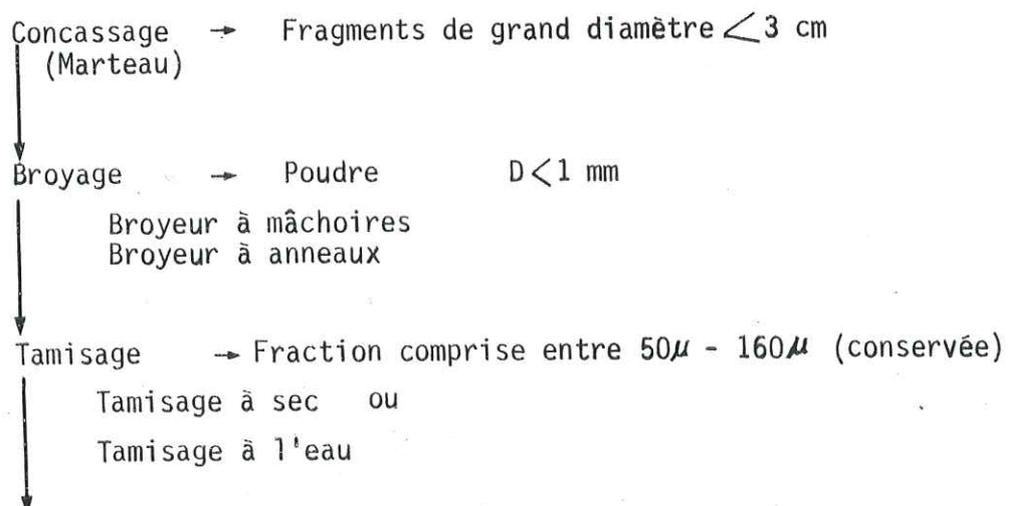
Les types fondamentaux (16 types) présentent 0, 1 ou 2 prismes et l'une des trois pyramides {101}, {211} ou {301} ou la combinaison {101} + {211}. Sur le tableau fig. sont regroupés les 66 types et sous-types de la classification (J. P. PUPIN et G. TURCO 1972).

### b) Types secondaires

En général subordonnés par rapport aux types principaux, les types secondaires se déduisent par l'adjonction d'une ou plusieurs pyramides supplémentaires {301}, {112}, {321}, {311} et {511}

## 3° Etude d'une population de zircons

### a) Préparation de concentrés de zircons



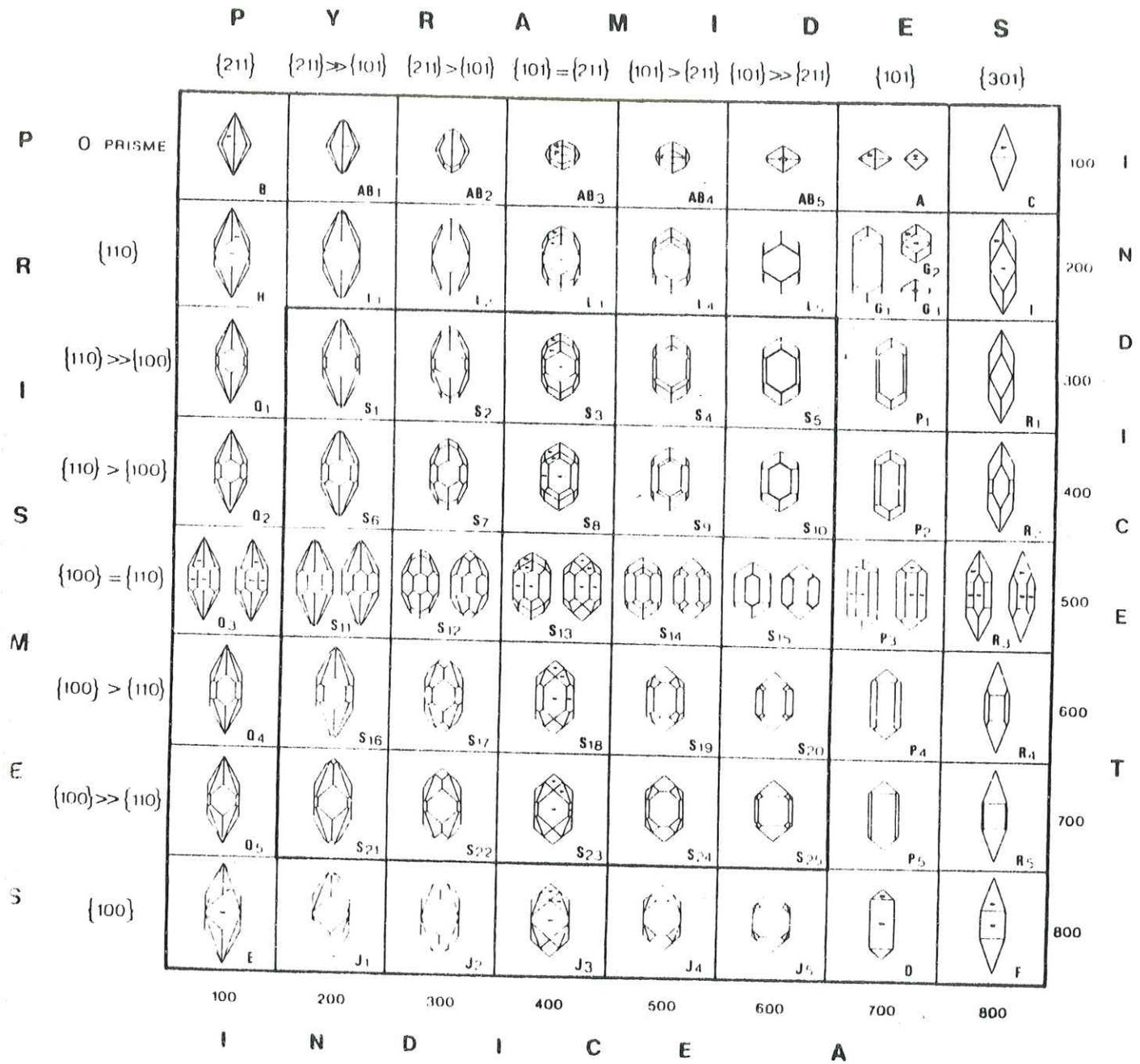
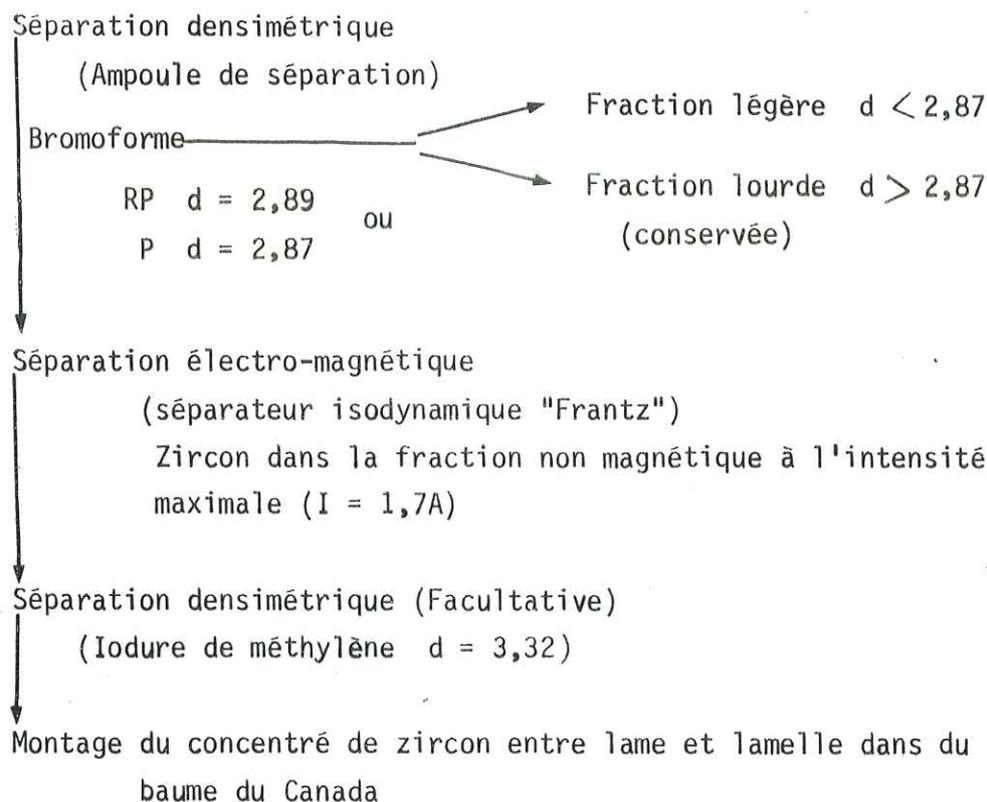


Fig.26 - Types et sous-types fondamentaux de la classification (J. P. PUPIN et G. TURCO, 1972 )



Remarque : Les sédiments meubles (sables) peuvent être directement passés au tamisage sans broyage préalable. Pour l'étude d'une population de zircon, on peut généralement se passer de la séparation densimétrique à l'iodure de méthylène.

b) Etude de la population au microscope

On prend au hasard cent cristaux dont les types seront déterminés (si possible) et leurs autres caractères sont notés ainsi que les différentes coordonnées dans la lame. Les résultats ainsi obtenus sont portés dans un diagramme de distribution typologique, le pourcentage des types étant représenté par des figurés.

c) Les indices  $\bar{A}$  et  $\bar{T}$ . Détermination du point moyen ( $I\bar{A}$ ,  $I\bar{T}$ ) d'une population

La détermination du point moyen permet (couplée avec tous les critères morphologiques des cristaux) de faire des comparaisons précises d'échantillons et même des unités géologiques.

		I N D I C E A							
		100	200	300	400	500	600	700	800
I N D I C E T	100	B	AB <sub>1</sub>	AB <sub>2</sub>	AB <sub>3</sub>	AB <sub>4</sub>	AB <sub>5</sub>	A AC <sub>1-3</sub>	C
	200	H	L <sub>1</sub> LZ <sub>1</sub> O <sub>1</sub>	L <sub>2</sub> LZ <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	L <sub>3</sub> LZ <sub>3</sub> O <sub>3</sub>	L <sub>4</sub> LZ <sub>4</sub> O <sub>4</sub>	L <sub>5</sub> LZ <sub>5</sub> O <sub>5</sub>	G <sub>1-3</sub> GZ M <sub>1-3</sub>	I
	300	Q <sub>1</sub>	S <sub>1</sub> U <sub>1</sub> V <sub>1</sub> SZ <sub>1</sub>	S <sub>2</sub> U <sub>2</sub> V <sub>2</sub> SZ <sub>2</sub>	S <sub>3</sub> U <sub>3</sub> V <sub>3</sub> SZ <sub>3</sub>	S <sub>4</sub> U <sub>4</sub> V <sub>4</sub> SZ <sub>4</sub>	S <sub>5</sub> U <sub>5</sub> V <sub>5</sub> SZ <sub>5</sub>	P <sub>1</sub> PZ <sub>1</sub> I <sub>1-3</sub>	R <sub>1</sub>
	400	Q <sub>2</sub>	S <sub>6</sub> U <sub>6</sub> V <sub>6</sub> SZ <sub>6</sub>	S <sub>7</sub> U <sub>7</sub> V <sub>7</sub> SZ <sub>7</sub>	S <sub>8</sub> U <sub>8</sub> V <sub>8</sub> SZ <sub>8</sub>	S <sub>9</sub> U <sub>9</sub> V <sub>9</sub> SZ <sub>9</sub>	S <sub>10</sub> U <sub>10</sub> V <sub>10</sub> SZ <sub>10</sub>	P <sub>2</sub> PZ <sub>2</sub> I <sub>4-6</sub>	R <sub>2</sub>
	500	Q <sub>3</sub>	S <sub>11</sub> U <sub>11</sub> V <sub>11</sub> SZ <sub>11</sub>	S <sub>12</sub> U <sub>12</sub> V <sub>12</sub> SZ <sub>12</sub>	S <sub>13</sub> U <sub>13</sub> V <sub>13</sub> SZ <sub>13</sub>	S <sub>14</sub> U <sub>14</sub> V <sub>14</sub> SZ <sub>14</sub>	S <sub>15</sub> U <sub>15</sub> V <sub>15</sub> SZ <sub>15</sub>	P <sub>3</sub> PZ <sub>3</sub> I <sub>7-9</sub>	R <sub>3</sub>
600	Q <sub>4</sub>	S <sub>16</sub> U <sub>16</sub> V <sub>16</sub> SZ <sub>16</sub>	S <sub>17</sub> U <sub>17</sub> V <sub>17</sub> SZ <sub>17</sub>	S <sub>18</sub> U <sub>18</sub> V <sub>18</sub> SZ <sub>18</sub>	S <sub>19</sub> U <sub>19</sub> V <sub>19</sub> SZ <sub>19</sub>	S <sub>20</sub> U <sub>20</sub> V <sub>20</sub> SZ <sub>20</sub>	P <sub>4</sub> PZ <sub>4</sub> I <sub>10-12</sub>	R <sub>4</sub>	
700	Q <sub>5</sub>	S <sub>21</sub> U <sub>21</sub> V <sub>21</sub> SZ <sub>21</sub>	S <sub>22</sub> U <sub>22</sub> V <sub>22</sub> SZ <sub>22</sub>	S <sub>23</sub> U <sub>23</sub> V <sub>23</sub> SZ <sub>23</sub>	S <sub>24</sub> U <sub>24</sub> V <sub>24</sub> SZ <sub>24</sub>	S <sub>25</sub> U <sub>25</sub> V <sub>25</sub> SZ <sub>25</sub>	P <sub>5</sub> PZ <sub>5</sub> I <sub>13-15</sub>	R <sub>5</sub>	
800	E	J <sub>1</sub> JZ <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	J <sub>2</sub> JZ <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	J <sub>3</sub> JZ <sub>3</sub> N <sub>3</sub>	J <sub>4</sub> JZ <sub>4</sub> N <sub>4</sub>	J <sub>5</sub> JZ <sub>5</sub> N <sub>5</sub>	D DZ K <sub>1-3</sub>	F	

Fig.27 - Position des types et sous-types fondamentaux et de quelques types et sous-types secondaires dans le diagramme (I. A, I. T)

L'indice "A" correspond au développement des faces pyramidales.  
L'indice "T" correspond au développement relatif des prismes ou l'absence de ceux-ci.

Une population sera définie par :

$$\bar{I}_A = \sum_{I_A = 100}^{800} I_A \times n_{I_A}$$

$I_A$  est l'indice correspondant à la colonne verticale envisagée (entre 100 et 800) et  $n_{I_A}$  le pourcentage de zircons automorphes et subautomorphes contenus dans cette colonne et appartenant à la population étudiée recalculée sur 100 ( $\sum n_{I_A} = 1$ )

$$\bar{I}_T = \sum_{I_T = 100}^{800} I_T \times n_{I_T}$$

$I_T$  est l'indice correspondant à la colonne horizontale envisagée (entre 100 et 800) et  $n_{I_T}$  le pourcentage de zircons automorphes et subautomorphes contenus dans cette colonne et appartenant à la population étudiée recalculée sur 100 ( $\sum n_{I_T} = 1$ ).

Ces deux indices définissent donc la distribution moyenne d'une population de zircons homogène d'une même roche par un point de coordonnées ( $\bar{I}_A$  et  $\bar{I}_T$ ) dans un diagramme.

#### d) Autres caractères des zircons (J. P. PUPIN, 1976)

La méthode typologique bien que précise doit être complétée par un examen le plus approfondi possible des caractères morphologiques des zircons de la population étudiée.

##### d.1. : Qualité des formes cristallines :

D'après la netteté des formes des cristaux, ils seront considérés comme :

- automorphe : cristal à faces planes et arêtes aiguës ;
- Subautomorphe : cristal à arêtes légèrement émoussées ;
- Arrondi : les faces des pyramides sont nettement arrondies ;  
les faces des prismes restent planes

- subovoïde : toutes les faces sont très arrondies bien que le cristal soit encore orientable cristallographiquement ;
- ovoïde : forme ovale, aucune face du cristal n'est reconnaissable.

Remarque :

En général, les cristaux très remaniés acquièrent des formes (sub) ovoïdes.

d.2. Couleur :

La couleur des zircons est très variable. Les zircons primaires des roches récentes sont généralement incolores, mais aussi roses ou rouges. Il semble cependant impossible de relier la couleur et l'âge des cristaux.

d.3. Groupements cristallins

On en rencontre dans toutes les populations de roches endogènes mais plus fréquemment dans les roches volcaniques, les milieux migmatitiques et anatectiques. Les cristaux peuvent s'accoler par les faces pyramidales, prismatiques. Le groupement peut se faire aussi avec les axes (c) des cristaux faisant un angle différent de 0°. Enfin, le groupement peut se faire mettant plusieurs individus en jeu et de façons variées.

d.4. Croissance des cristaux

- gradins de croissance : fréquents dans certaines laves et les pegmatites ;
- Lacunes de croissance : surtout dans les roches volcaniques ;
- Surcroissance : dans les granitoïdes alumineux ;
- Excroissance : considérée comme une croissance épitactique de xénotime (F. Smithson, 1941 ; G. Hoppe 1962, 1963, 1966 ; F. Veniale et al. , 1968).

d.5. Corrosion

La corrosion magmatique peut conduire à des formes arrondies ou ovoïdes.

d.6. Noyaux

Généralement de petite taille, ce sont des résidus de l'anatexie ou résultant de l'assimilation de l'encaissant au pourtour des massifs intrusifs.

#### d.7. Zonage

C'est un phénomène variable selon les populations étudiées traduisant un caractère rythmique de la cristallisation du zircon. (J. P. PUPIN et G. TURCO, 1970). Très fréquent surtout dans les cristaux tardifs et les surcroissances dans les granites anciens, c'est un caractère important dans les études typologiques, car il enregistre les variations relatives successives des formes, donc celles des conditions physico-chimiques du milieu pendant la croissance.

#### d.8. Altération

Les zircons métamictes ont une forte radioactivité et progressivement, la densité baisse (de 4,7 à 3,9) ainsi que la biréfringence (jusqu'à l'isotropie) des cristaux.

#### d.9 Fracturation

Le broyage n'entraîne pas de bris importants de cristaux (G. HOPPE, 1951 ; A. POLDERVAART, 1956 ; L. H. LARSEN et A. POLDERVAART, 1957). Différentes tensions au cours de son histoire peuvent créer des fractures dans le zircon (L. N. GUPTA, 1972), provoquées aussi par l'expansion causée de la métamictisation (C. O. HUTTON, 1950; C. E. S. ARPS, 1970)

#### d.10. Inclusions

Elles sont fréquentes et variées, correspondant généralement à des inclusions solides, vitreuses ou cristallisées. Les inclusions fluides sont rares.

#### d.11. Statistiques dimensionnelles

On peut mesurer la longueur  $L$  du zircon selon l'axe quaternaire (axe  $c$ ), la largeur  $l$  selon l'un des axes binaires. La méthode des "R. M. A. (Reduced Major Axis)" préconisée par L. H. LARSEN et A. POLDERVAART et A. ALPER et A. POLDERVAART (1957), permet de représenter les données dimensionnelles du zircon sous forme de lignes droites comparables mathématiquement et de manière objective. Cette méthode permet d'établir l'origine magmatique d'un granite, la consanguinité de roches granitiques ou l'absence de relations entre celles-ci

## II - APPLICATIONS DE LA METHODE TYPOLOGIQUE DU ZIRCON ACCESSOIRE

### Introduction

Le zircon est un minéral accessoire commun des roches endogènes. On le rencontre dans les roches sédimentaires détritiques dont le matériel provient de la désagrégation des roches précitées.

Compte tenu de l'aspect grossier des sédiments, nous allons dans ce chapitre étudier :

- Dans un premier temps, la distribution typologique et la morphologie des zircons dans les galets de roches endogènes les mieux représentées dans les conglomérats. Compte tenu aussi de la taille souvent considérable de certains galets, nous avons jugé utile d'insister particulièrement sur l'étude des "granites de Saint-Antonin" et à cause de certaines particularités mentionnées au chapitre des descriptions pétrographiques (ch. III, a.) Ceci aura pour but de compléter les éléments de comparaison possibles avec les granites des massifs "proches" du secteur étudié.

- Le deuxième volet de ce chapitre sera consacré à l'utilisation de la méthode typologique dans la caractérisation des matériaux moins grossiers (sables, grès et ciments de conglomérats) détritiques ou volcano-détritiques.

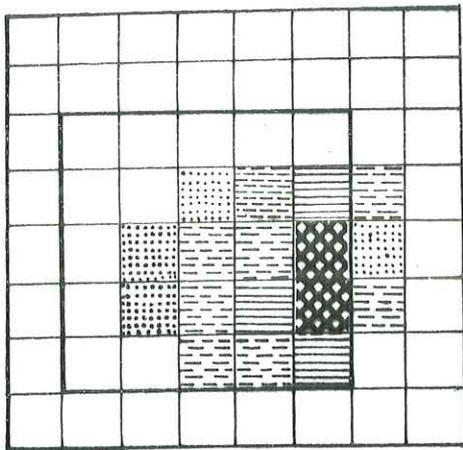
Toutes ces démarches auront pour but de rassembler des éléments de discussion susceptibles d'approfondir nos connaissances de ces matériaux détritiques qui ont suscité et suscitent encore beaucoup d'intérêt quant à la recherche de leurs origines.

## PREMIERE PARTIE : APPLICATION A L'ETUDE DES GALETS DE ROCHES ENDOGENES

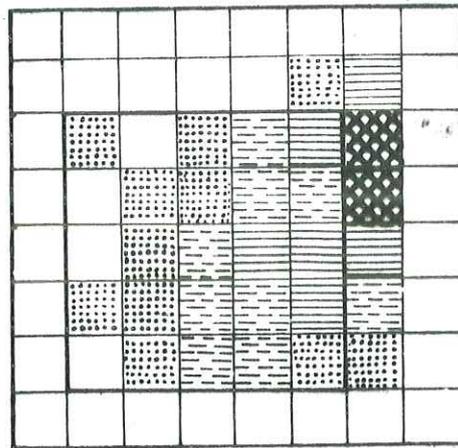
### A - Etude des populations de zircons des granites de Saint-Antonin

#### 1° Les Monzogranites calco-alkalins

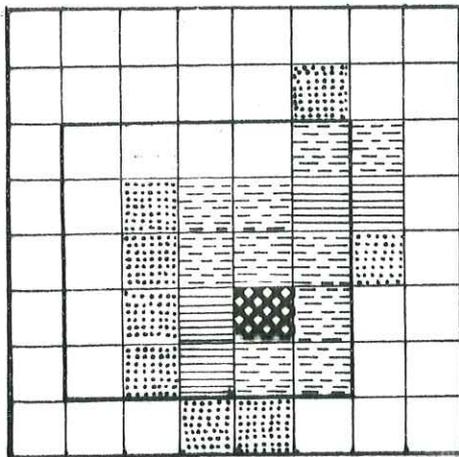
Les populations de zircons de ces granites sont très étalées, ceci est mis en évidence à l'aide de diagrammes de distribution fig.28 p ).



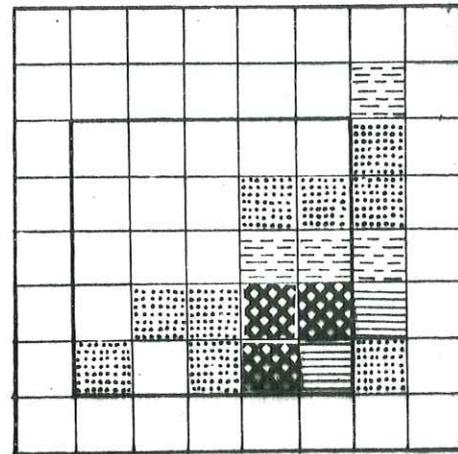
S17D<sup>8</sup>



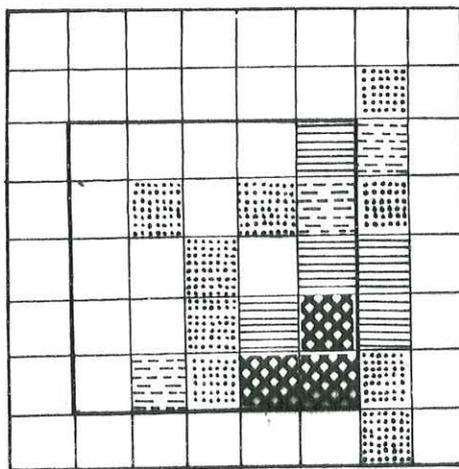
G1-2



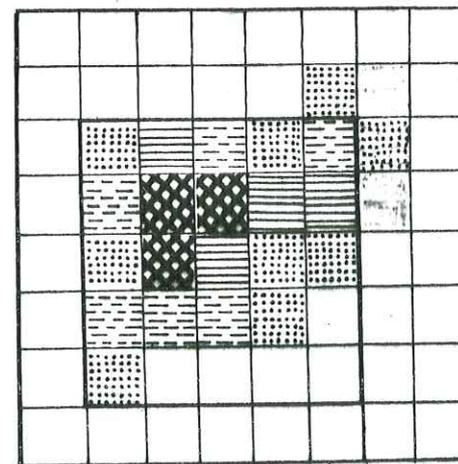
G3



G4



G5



G7

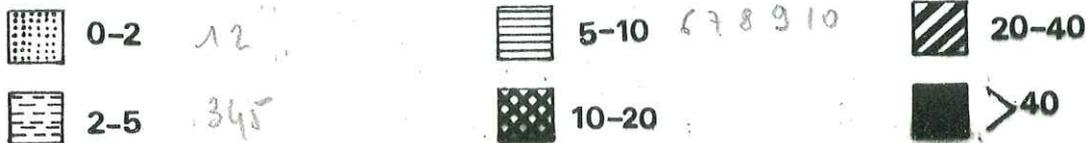


Fig.28 distribution typologique des populations de zircons des granites de Saint-Antonin dans le diagramme (I.A, I.J)

Le type S est le plus fréquent (environ 50 %). Le type U est très fréquent et dans deux échantillons le pourcentage des sous-types de U est supérieur à 30 %. Les types P, G sont assez fréquents et plus rarement les types J et L. Dans les échantillons sous forme de gros blocs, les indices  $\bar{A}$  sont toujours supérieurs à 500 (entre 500 et 600) tandis que l'indice  $\bar{T}$  varie légèrement de 400 à 550 environ.

Deux échantillons en galets de taille plus modeste ont des indices  $\bar{A}$  nettement plus élevés (590 et 654) et des indices  $\bar{T}$  plus faibles (385-267). Un galet de monzogranite rose se distingue par ses indices A et T assez faibles (granite rose à grains fins,  $I.\bar{A} = 382$ ,  $I.\bar{T} = 427$ ).

En reportant ces valeurs d'indices sur le diagramme (I.A et I.T), le point moyen du granite rose à grains fins se trouve à mi-chemin du champ 3 et du champ 4a (fig. 35) et les deux échantillons se situent vers la pointe des flèches de différenciation (petits galets). L'un de ces deux échantillons est riche en grenat et contient de la monazite. L'échantillon le plus haut dans le diagramme est recoupé par plusieurs filonnets de quartz. Ces deux échantillons sont pauvres en zircon.

Par contre, tous les monzogranites dont la taille dépasse le mètre ont leurs points moyens qui correspondent à un champ triangulaire et nous reparlerons de l'importance de ce champ de répartition caractéristique des granites de Saint-Antonin.

#### Autres caractères des zircons

- Les cristaux sont généralement très limpides (+80 %) et automorphes, ce qui concorde avec leur caractère précoce. Ceci est général pour la plupart des granites étudiés sauf pour les deux échantillons (G14 et G16) situés plus haut dans le diagramme, avec fréquemment des cristaux sombres et parfois métamictes.

- Les inclusions sont assez variées, constituées généralement de prismes trapus, et arrondis opaques à fort relief. Les inclusions allongées sont assez rares. Les inclusions les plus caractéristiques sont constituées de canalicules allongés selon l'axe c et des taches sombres ou opaques occupent le centre du cristal.

- On rencontre assez rarement quelques groupements cristallins prismatiques (inférieur à 1 %).

- Le phénomène de surcroissance est rare.
- Les cristaux zonés se rencontrent parfois et dans l'échantillon le plus haut dans le diagramme (G16) le pourcentage de zircons zonés dépasse 40 %.
- Un seul zircon a noyau a été rencontré dans un échantillon. La présence de ce zircon serait due à une enclave, car il est caractéristique de roches métamorphiques (communication orale J. P. PUPIN).
- Dans un seul échantillon, a été trouvé un zircon ovoïde, présentant des cupules.
- Les phénomènes de dissymétrie sont fréquents dans les populations étudiées ; elle concerne soit les prismes soit les pyramides et très rarement les deux à la fois.

### 2° Etude de la population de zircons d'une granodiorite

La population est très étalée et le type S domine nettement (77 %), le type U (15 %) et le type P (6 %).

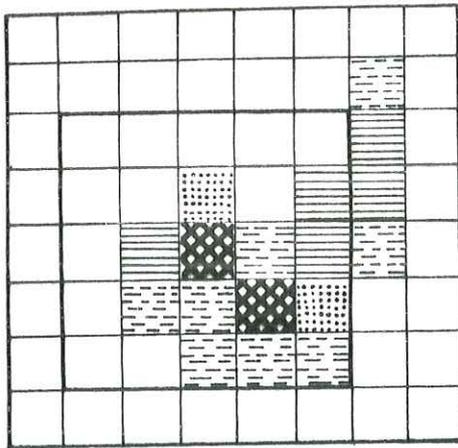
La population se regroupe autour des sous-types  $S_{12}$ ,  $S_{13}$ ,  $S_{14}$ ,  $S_{17}$ ,  $S_{18}$ . L'indice  $\bar{A}$  est assez élevé (427) et l'indice  $\bar{T}$  élevé (521). Les zircons sont très abondants et tous limpides, très automorphes. Ils possèdent des inclusions variées (trapue, allongée, arrondie à fort relief). Le point moyen se situe dans le champ des tonalites et l'amorce de la ligne d'évolution des granites à amphibole.

Le point moyen est à l'écart du champ des granites de Saint-Antonin.

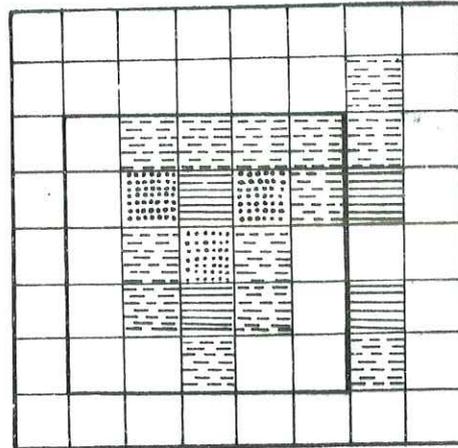
### 3° Etude de la population de zircon du granite alcalin (hypersolvus) S17D<sup>7</sup>

Contrairement aux populations précédemment décrites, la population est très confinée à droite et au bas du diagramme de distribution, dû à un développement considérable de la pyramide  $\{101\}$  et du prisme  $\{100\}$ . La pyramide supplémentaire  $\{301\}$  est aussi développée. Les sous-types les plus fréquents sont  $T_{13}$  et  $T_{14}$ , constituant à eux seuls 32 % de la population. Le développement de la pyramide  $\{301\}$  est caractéristique des milieux hyperalcalins (hypersolvus). Le type S est rare, le type U est assez fréquent. Sont présents également avec des fréquences variables, les types J, N, D, K, T,.

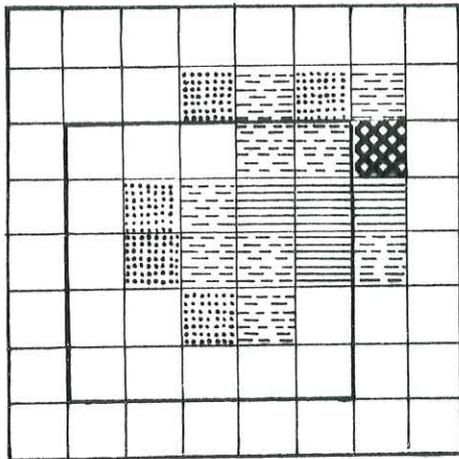
Les indices  $\bar{A}$  et  $\bar{T}$  sont très élevés ; la valeur élevée de l'indice



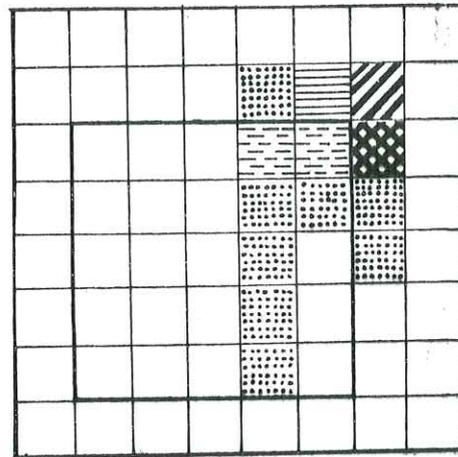
G12 (SA16<sup>b3</sup>)



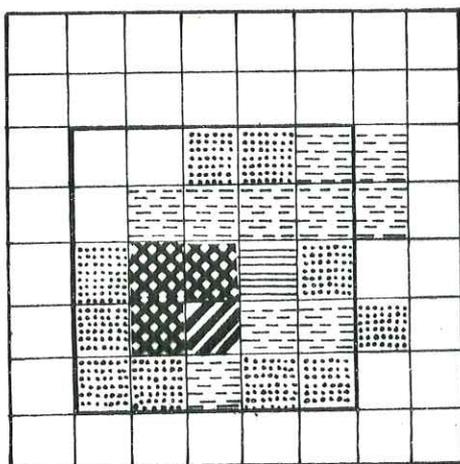
G13



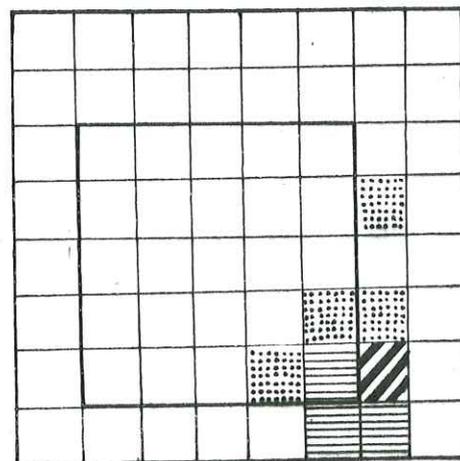
G14



G16



⊙ G9



★ S17D<sup>7</sup>

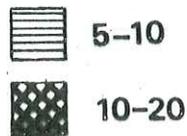
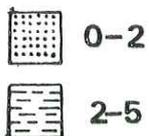


Fig :29 Distribution typologique des populations de zircons des granites de Saint-Antonin dans le diagramme (LA, IJ)

⊙ GRANODIORITE

★ GRANITE HYPERSOLVUS

$\bar{T}$  confirme un caractère de magma sec.

Les zircons sont généralement colorés en brun sombre quand ils ne sont pas limpides et difficiles à déterminer.

Le report du point moyen de ce granite se tient totalement à l'écart du champ des granites monzonitiques de Saint-Antonin et en diffère nettement du point de vue de la nature du magma à partir duquel ils ont pris naissance.

La présence de ce granite revêt une importance paléogéographique qui sera ultérieurement discuté.

#### B - Etude des populations de zircons des microgranites

(micromonzogranites) de Saint-Antonin

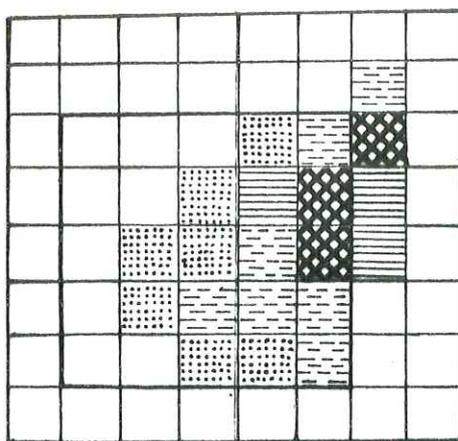
Les populations de zircons sont étalées et le type S est le plus représenté (49 %). Le type U est également abondant et surtout dans le microgranite nettement porphyrique (G6). Ce caractère se retrouve dans les populations des monzogranites étudiés précédemment. Les indices  $\bar{A}$  et  $\bar{T}$  sont élevés dans les deux échantillons de microgranites de teinte gris-bleu (G6 et 251). I.  $\bar{A}$  est supérieur à 550 et I.  $\bar{T}$  supérieur à 400. Pour l'échantillon de microgranite rose (G8) I.  $\bar{A}$  est plus élevé que dans les deux populations précédentes mais I.  $\bar{T}$  est plus faible.

Les zircons sont généralement limpides et automorphes malgré la présence assez rare de zircons sombres ou métamictes, avec des types hauts et à droite du diagramme ( $G_1$  et  $P_1$ ).

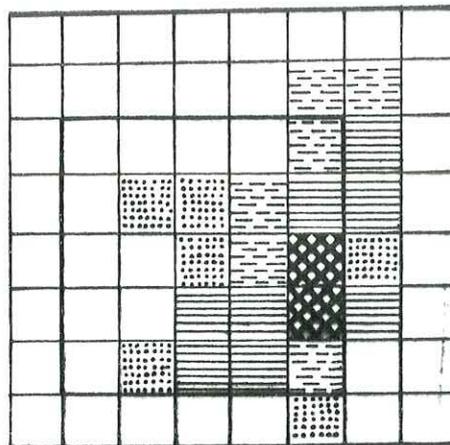
Les trois populations présentent des cristaux à inclusions variées. Dans l'échantillon (G6), on rencontre les inclusions de canalicule allongés et de tache sombre centrale. On note une nette ressemblance de ce microgranite porphyrique avec les populations des granites étudiés (monzogranites).

Le report des points moyens des deux microgranites gris-bleus correspond au centre du champ des monzogranites de Saint-Antonin. Le microgranite rose est plus haut dans le diagramme et très près du granite rose.

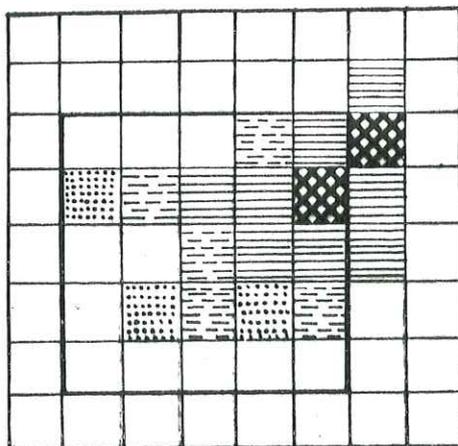
Dans les populations de ces deux mêmes microgranites, on note la présence de groupements cristallins prismatiques et obliques, de zonage (plus fréquent dans le microgranite rose). Les dissymétries prismatiques et pyramidales sont fréquentes. La fréquence de surcroissance est importante dans le microgranite légèrement porphyrique (251).



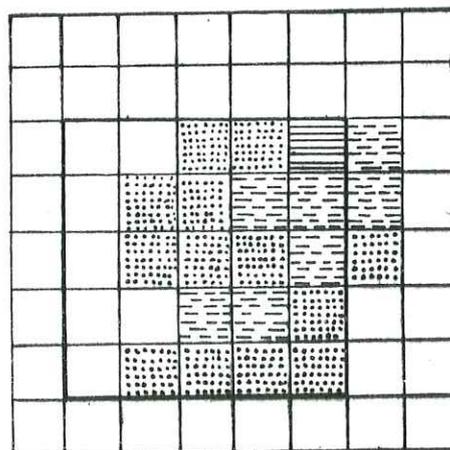
⊙ G11 (SA16<sup>b1</sup>)



★ G6 (S2i)



★ G8



★ 251



0-2



5-10



20-40



2-5



10-20



>40

FIG.30 distribution typologique des populations de zircons des granites et microgranites de Saint-Antonin dans le diagramme (IA, IJ)

⊙ GRANITE

★ MICROGRANITES

## C - Etude des populations de zircons dans les rhyolites.

### a) Rhyolites alcalines

Les populations de zircons sont très confinées avec une nette domination des sous-types  $N_4$  et  $N_5$ , l'indice A supérieur à 500 et l'indice T supérieur à 750. Le point moyen se situe dans le champ des rhyolites alcalines anorogéniques.

Les zircons sont limpides en général avec souvent une teinte rouille.

Les inclusions se présentent sous forme de petites aiguilles allongées (microlites) et des inclusions vitreuses. On rencontre également des lacunes de croissance et des bulles de retrait ainsi que des gradins de croissance. Parmi les inclusions variées existent également des prismes trapus et arrondis à fort relief.

Les groupements cristallins sont présents (groupement prismatique).

On note la fréquence de dissymétrie surtout au niveau des prismes.

### b) Rhyolites calco-alcalines

Contrairement à celles précédemment décrites, les populations de zircons sont très étalées suivant I.A et I.T, avec l'indice A (430) et l'indice T (550) assez élevés. La distribution typologique est nettement comparable à celles des monzogranites étudiés. Le type S domine largement et on note également une fréquence importante des types U. Le report des points moyens correspond au champ des rhyolites calco-alcalines.

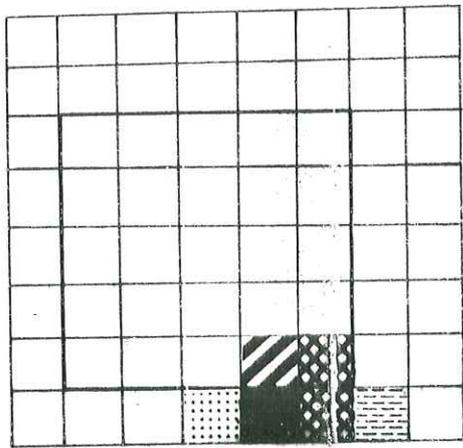
Les zircons sont très limpides (90 %).

Les groupements cristallins sont rares.

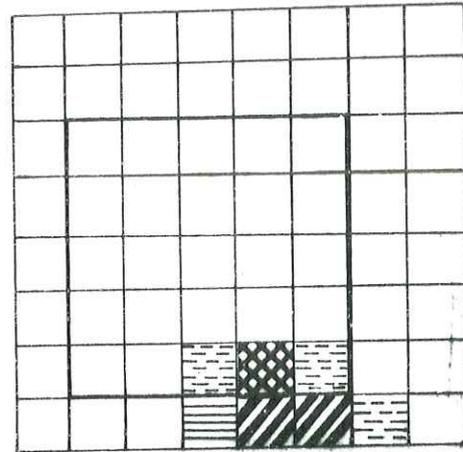
Certains zircons sont zonés et le phénomène le plus fréquent est la présence de gradins de croissance. Les inclusions aciculaires sous forme d'aiguilles (microlites) sont fréquentes ainsi que des inclusions prismatiques trapues. On rencontre assez souvent des inclusions vitreuses, des inclusions en tache centrale sombre et des canalicules.

#### Remarque.

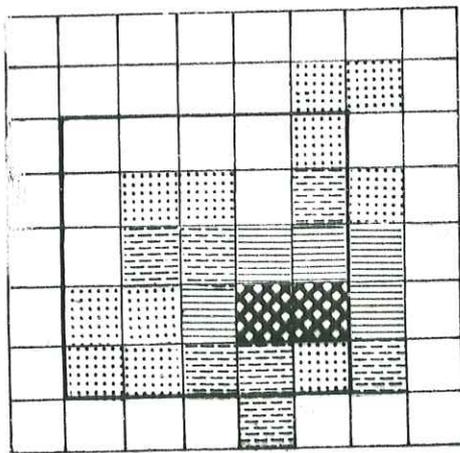
Le point moyen de la rhyolite calco-alcaline à biotite reste très proche du champ des granites alors que la rhyolite calco-alcaline à biotite et amphibole reste à côté de la granodiorite de Saint-Antonin.



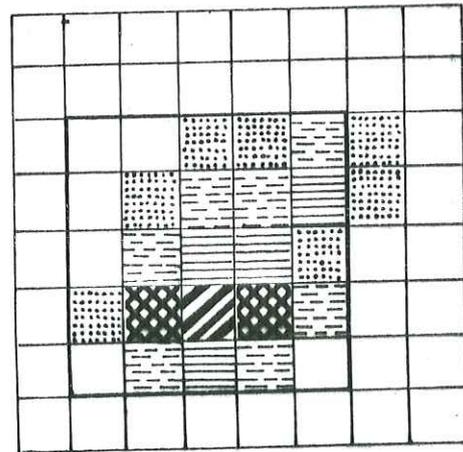
★R3



★R4



★R5



★G15

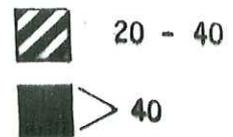
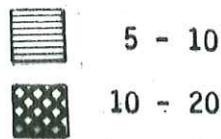
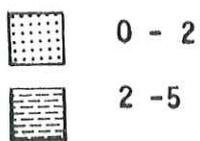


Fig.31 : Distribution typologique des populations de zircons des rhyolites alcalines et calco-alcalines dans le diagramme (LA, IT)

★ALCALINES

★CALCO-ALCALINES

D - Etude des populations de zircons dans les andésites de Saint-Antonin.

Les roches volcaniques andésitiques de Saint-Antonin sont généralement pauvres en zircon. Le nombre de zircons est très réduit surtout dans les blocs de grande taille, mais quelques galets de dimension plus modeste et riches en phénocristaux de plagioclase zonés nous ont livré des populations assez complètes (supérieur à 50 ).

Parmi ces galets généralement de teinte beige, l'un d'eux avait livré une populations de plus de 100 zircons.

Un ciment bréchiq ue enrobant des galets anguleux a permis également d'obtenir un nombre important de zircons.

1° Etude des populations de roches andésitiques...

Les populations de roches andésitiques sont généralement très peu étalées mais cela se produit suivant l'indice A. En effet, le développement de la pyramide 211 est plus important avec  $\bar{I}\bar{A}$  faible 250 à 300.  $\bar{I}\bar{T}$  reste par contre très élevé et cela de façon presque constante, supérieur à 600. Cela provient d'un développement très important du prisme 100 caractéristique de la plupart des roches volcaniques. Dans la population la plus complète, nous avons observé pour la première fois dans ces roches, des cristaux à pyramide {211} seul représentant les types Q. La fig. représente les distributions typologiques dans le diagramme (I.A, I.T). Le type S est bien représenté avec les sous-types à fort développement de la pyramide {211} également.

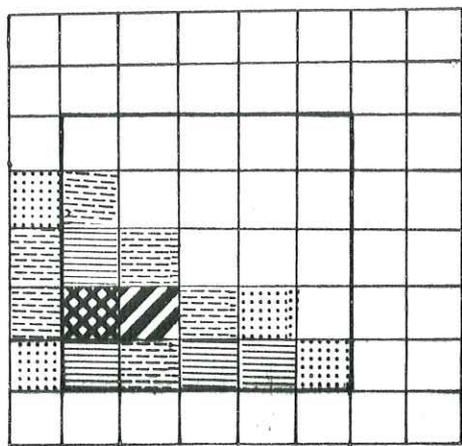
Le type U existe de façon régulière dans les populations caractérisant la présence de la pyramide supplémentaire 301 .

- Autres caractères des zircons

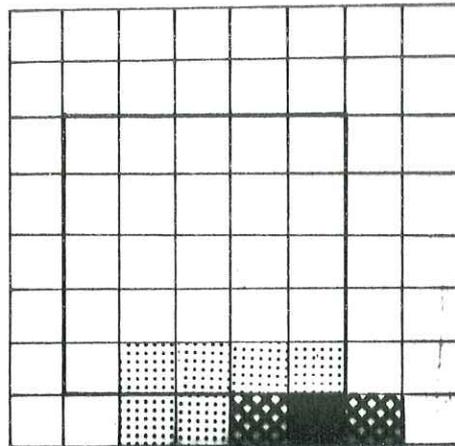
Les cristaux sont généralement très limpides, très automorphes et quand ils ne le sont pas, ceux-ci deviennent subovoïdes à arrondis et très sombres.

Les inclusions sont nombreuses et variées. Pour la plupart des cas, il s'agit d'inclusions allongées ou vitreuses. On observe aussi des inclusions canaliculaires allongées suivant l'axe c.

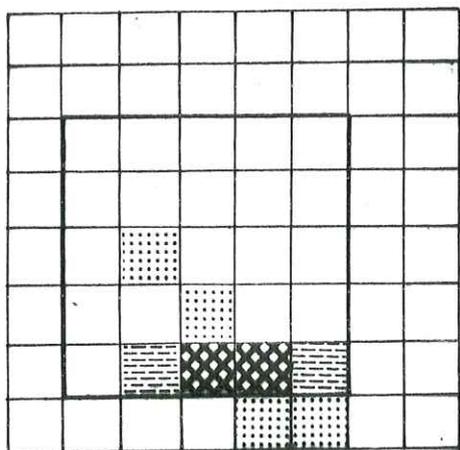
Les lacunes de cristallisation sont fréquentes.



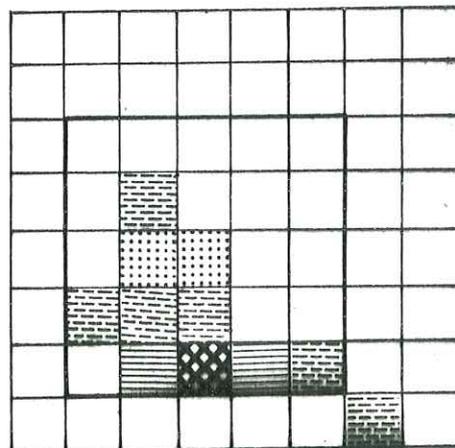
S11



G224



S23



G262

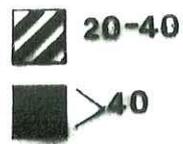
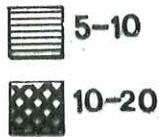
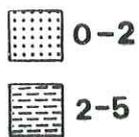


Fig.32 Distribution typologique des populations de zircons d'andésites de Saint-Antonin dans le diagramme (IA, IT)

Les cristaux sont rarement zonés et présentent quelques fois des groupements cristallins prismatiques.

Les zircons corrodés sont assez fréquents et pour la plupart impossibles à reconnaître.

Les dissymétries prismatiques ou pyramidales sont très fréquentes.

## 2° Etude des populations de zircons dans les ciments bréchiques scoriacés

Les brèches monogéniques ont été dépourvus de leurs galets (scories) anguleux et la population de zircons correspond à celle de la gangue vitreuse qui est même très facile à dégager.

La population est nettement moins étalée que celles des éléments massifs précédemment étudiées. Elle occupe pratiquement les deux dernières lignes horizontales du tableau et l'étalement se fait légèrement suivant l'indice A qui reste nettement plus élevé que dans les éléments solides des brèches (590) tandis que l'indice T est très élevé ( $I.T = 794$ ) ce qui dénote une mise en place dans des conditions de température très élevée.

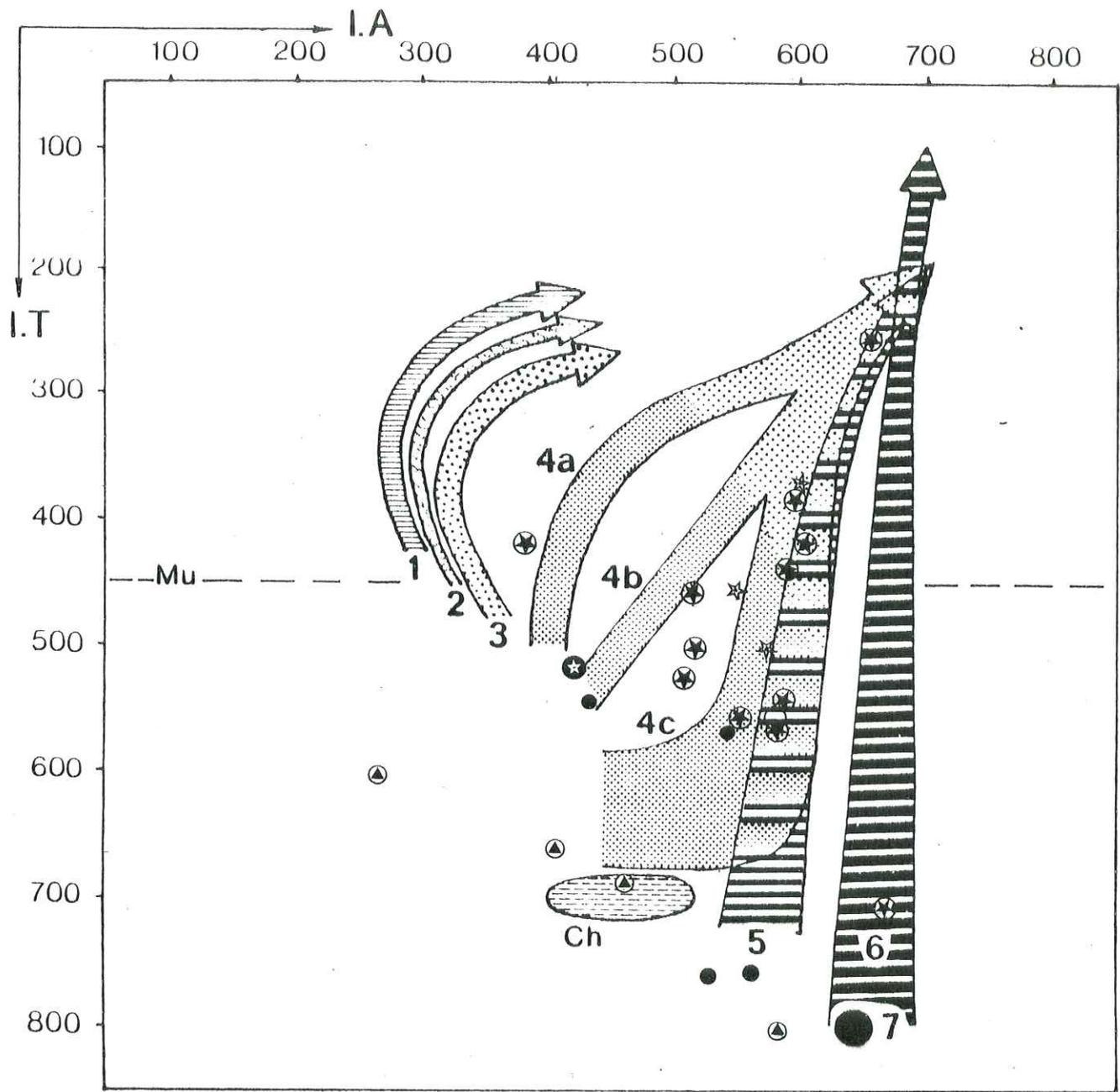
La population est constituée presque essentiellement de types J et D. Le type S ici est nettement subordonné (2 zircons sur 63). Le sous-type le plus représenté est constitué par  $J_5$  et pour la première fois un sous-type  $JZ_5$  a été signalé, présentant la pyramide supplémentaire 112. Cette population, très caractéristique correspondrait au début de la série calco-alkaline tertiaire du domaine liguro-provençal, (communication orale J. P. PUPIN) qui a fait déjà l'objet de travaux récents (J. D. GIRAUD et J. P. PUPIN 1980). En effet, le report du point moyen de la population correspond à l'élément de la lignée le plus bas (fig. 35) dans le diagramme.

### Autres caractères des zircons de la population

Les zircons sont très limpides et très automorphes comme dans les roches volcaniques, mais souvent les cristaux prennent une coloration rose violacée très caractéristique.

Le nombre de zircons corrodés est nettement moins important que dans les populations d'andésites massives.

On rencontre également moins d'inclusions qui sont généralement des inclusions vitreuses et canaliculaires. On observe cependant quelques particularités dans les cristaux qui ont retenu notre attention :

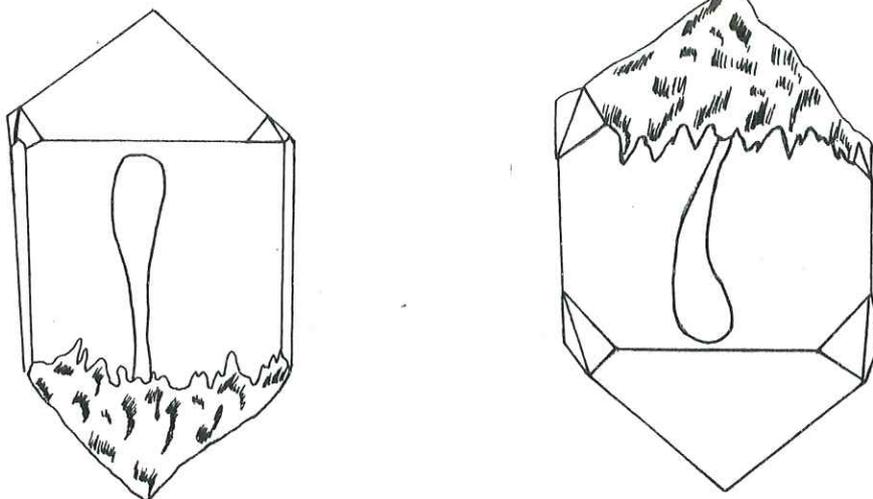


- ⊛ GRANITES
- ⊠ GRANODIORITES
- ☆ MICROGRANITES
- RHYOLITES
- ⊡ ANDESITES

Fig.35 Points moyens de quelques roches en galets dans les conglomérats de Saint-Antonin dans le diagramme (I.A, I.T)

- D'abord, nous avons constaté que la forme des canalicules n'était pas habituelle. En effet, le canalicule est tout à fait dissymétrique, rétréci sur un bout et évasé de l'autre.

Tous les cristaux présentant des canalicules ont cette même particularité et ils sont assez nombreux dans la population (8 critaux sur 63 zircons étudiés).



- Les cristaux corrodés sont assez fréquents.
- Il a été rencontré un groupement cristallin multiple en association prismatique.
- Le phénomène de dissymétrie est localisé surtout au niveau des prismes, malgré la présence de quelques rares dissymétries pyramidales.

## DEUXIEME PARTIE : APPLICATION A L'ETUDE DES MATERIAUX DETRITIQUES ET VOLCANODETRITIQUES

### A - MODE D'ECHANTILLONNAGE

Sur des coupes transversales perpendiculaires à l'axe du synclinal nous avons prélevé des échantillons de sables, de grès ou de ciments de conglomérats, correspondant aux trois niveaux détritiques. Nous avons insisté surtout sur les sédiments du niveau détritique de base, correspondant au début des dépôts grossiers. L'étude des populations de zircons dans ces sédiments plus fins constituant en quelque sorte la matrice des éléments plus grossiers (galets et blocs) aura pour but de

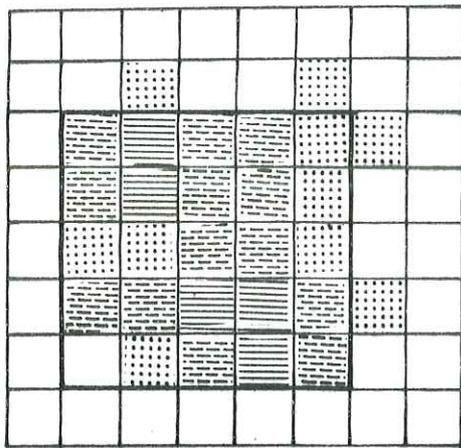
## ABREVIATIONS DE LA FIGURE 33, 34 et 34 bis

## SABLES DE SAINT-ANTONIN

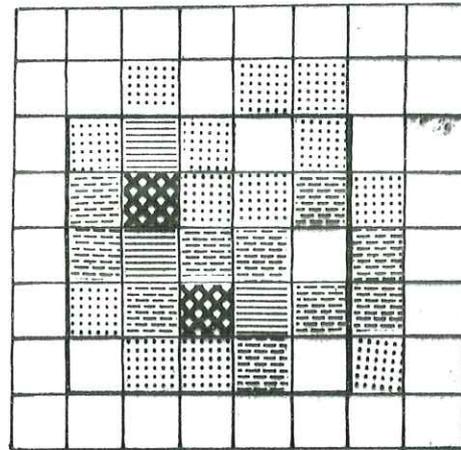
- Sbi : Sable inférieur (sable clair : formation détritique inférieure)  
Sbm : sable roux (formation volcano-détritique moyenne)  
Sbs : sable argileux (formation volcano-détritique terminale)

## CIMENTS DE CONGLOMERATS DE SAINT-ANTONIN

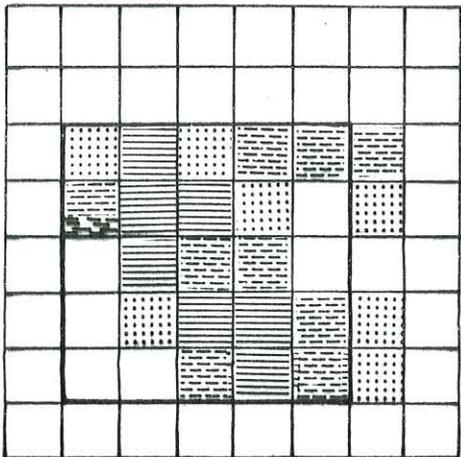
- Cmti : Ciment de conglomérat inférieur (niveau détritique inférieur)  
Cmtm : Ciment de conglomérat moyen (niveau détritique moyen)  
Cmts : ciment de conglomérat supérieur (niveau détritique terminal)  
Cmt<sup>b</sup> : ciment de conglomérat du synclinal de Barrême  
E<sub>2</sub> : Grauwacke de Barrême



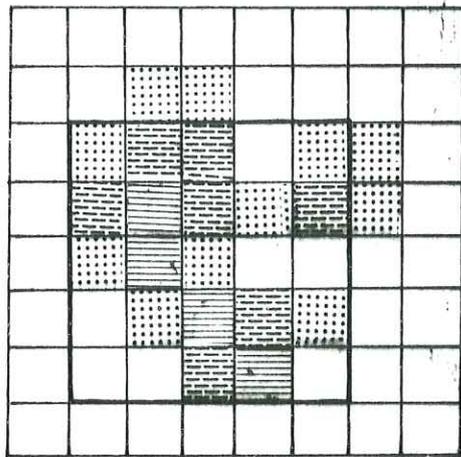
**Sbi<sub>1</sub>**



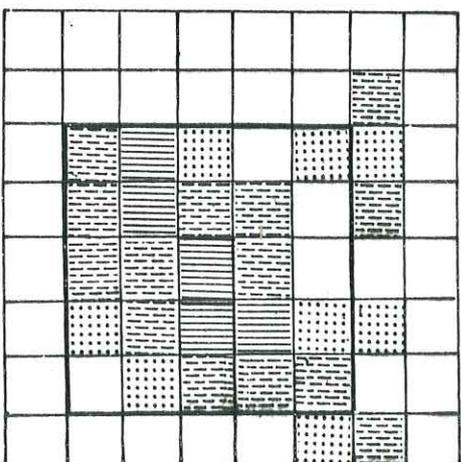
**Sbi<sub>2</sub>**



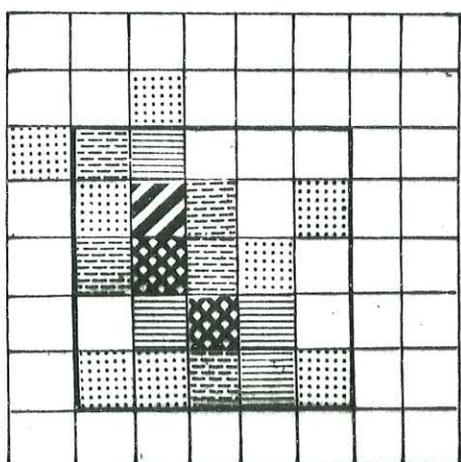
**Shm<sub>1</sub>**



**Shm<sub>2</sub>**



**Sbs<sub>1</sub>**



**Cmts**

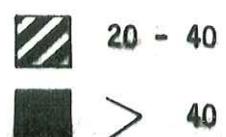
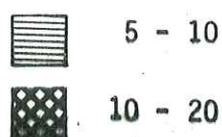
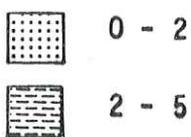


Fig.33 Distribution typologique des populations de zircons des sables et grès de Saint-Antonin dans le diagramme (IA, IJ)

comparer les sédiments entre eux. La dernière phase consistera à comparer les sédiments de Saint-Antonin avec ceux de la couverture sédimentaire des massifs voisins, susceptible d'avoir été formée à partir du socle-mère.

## B - ETUDE DES POPULATIONS DE ZIRCONS DANS LES SABLES

### DE SAINT-ANTONIN

On remarque que la distribution typologique des zircons dans le diagramme (I.A, I.T) est tout à fait la même pour les sables inférieurs (sbi), sables moyens (sbm) et sables supérieurs (sbs) fig.33 p.

On se rend compte de leur ressemblance quand les points moyens sont reportés dans le diagramme, fig.36

Les indices  $\bar{A}$  et  $\bar{T}$  sont assez élevés et très proches (Tableau n° ) dans les trois niveaux détritiques.

On note une bimodalité dans la distribution avec un premier noyau autour des sous-types  $S_2$  et  $S_7$  et le deuxième noyau autour de  $S_{17}$  et  $S_{18}$  qui se maintiennent régulièrement dans la plupart des populations. Cette bimodalité explique nettement une source métamorphique et éruptive (essentiellement calco-alcaline).

#### Autres caractères des zircons.

Dans l'ensemble des populations étudiées, les zircons sont généralement automorphes et limpides ce qui prouve une faible distance de la source d'alimentation et un faible remaniement des sédiments détritiques des trois niveaux.

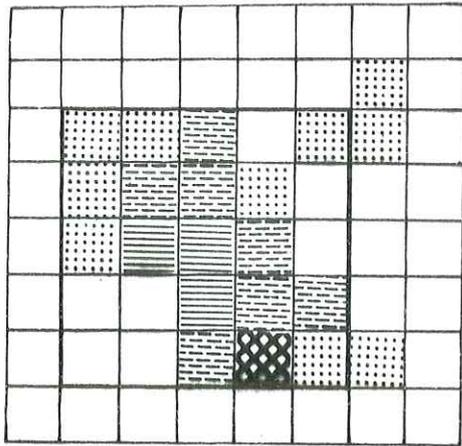
L'observation des caractères morphologiques des zircons confirme une origine métamorphique et magmatique calco-alcaline.

Les inclusions sont très variées, mais les zircons métamorphiques en contiennent peu et elles sont généralement constituées de petites inclusions trapues ou arrondies, claires ou sombres.

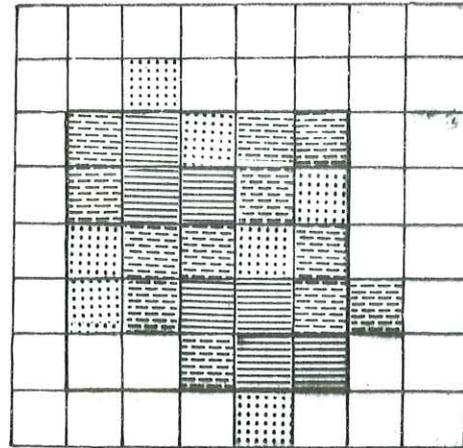
Les zircons d'origine magmatique contiennent plus souvent des inclusions allongées ou trapues, des inclusions vitreuses ou canaliculaires, des inclusions en tache sombre.

Présence fréquente de zircons à noyau (métamorphique) ;

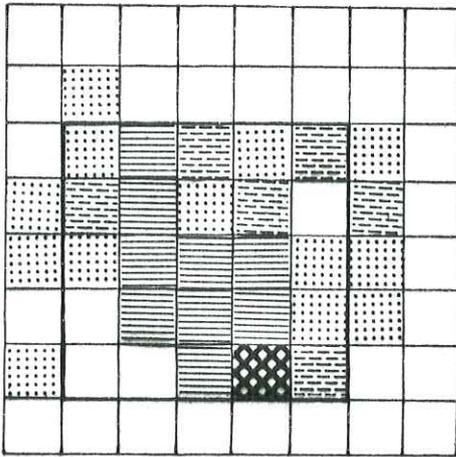
Présence de groupements cristallins prismatiques, de zircons zonés, de gradins de croissance, de lacune.



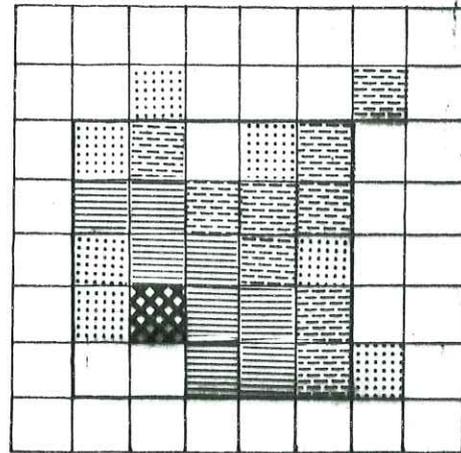
Cmti<sub>1</sub>



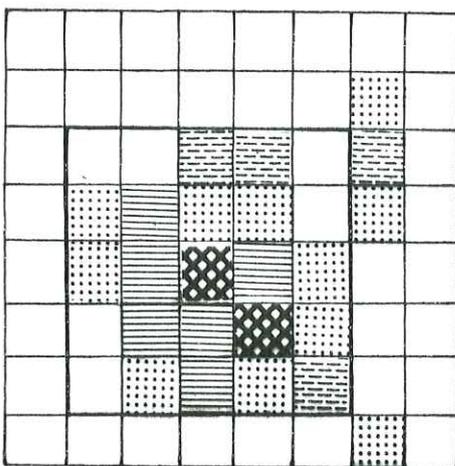
Cmti<sub>2</sub>



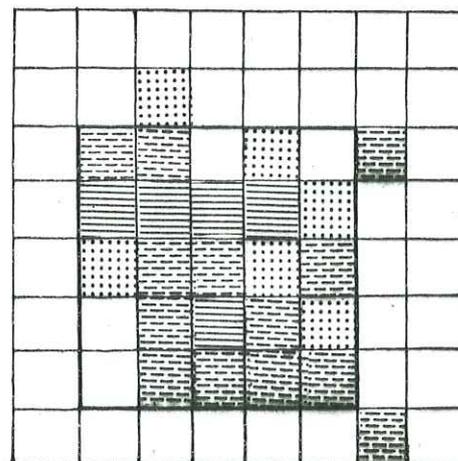
Cmti<sub>3</sub>



Cmti<sub>4</sub>



Cmti<sub>5</sub>



Cmti<sub>6</sub>

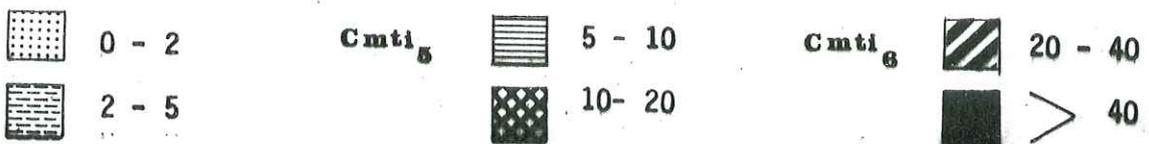
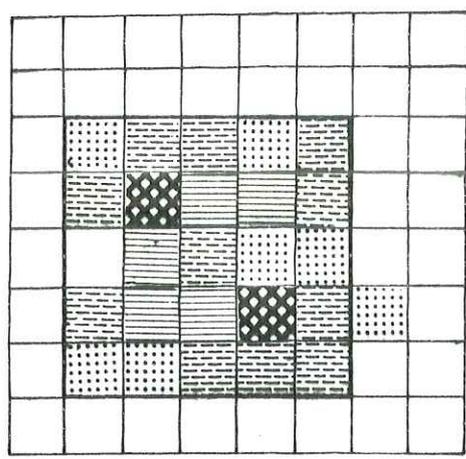
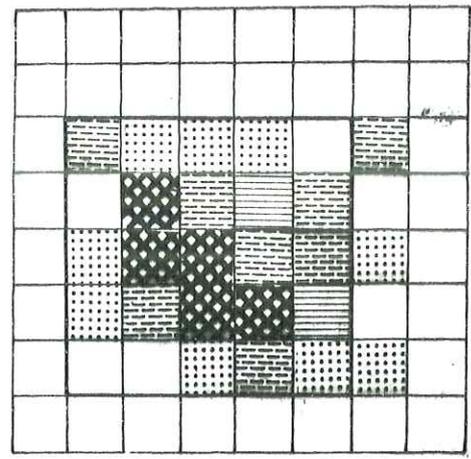


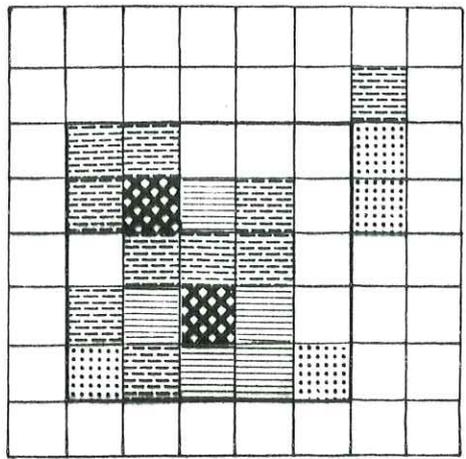
Fig.34 : Distribution typologique des populations de zircons des ciments de conglomérats dans le diagramme (IA, II)



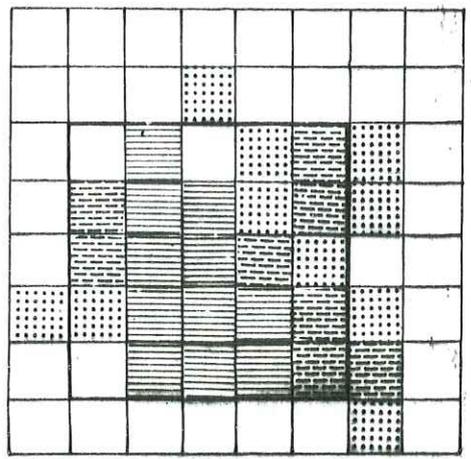
Cmt17



Cmt18



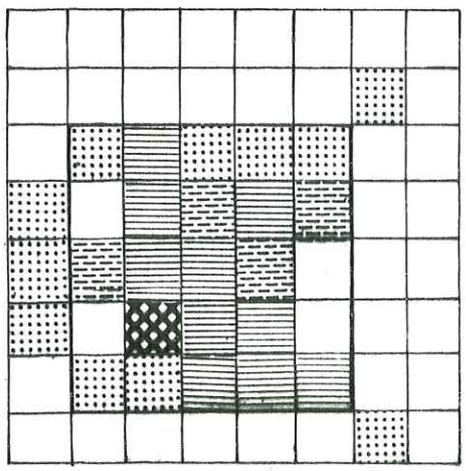
Cmt19



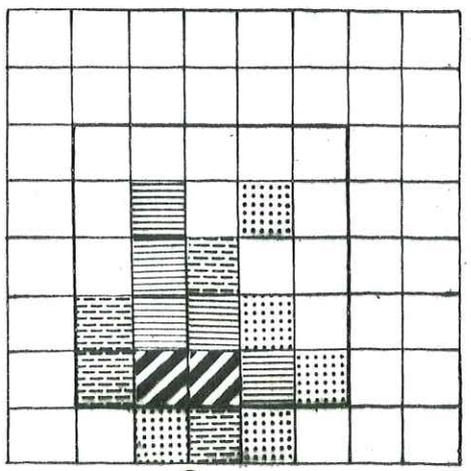
Cmtm

★ Ciment de conglomérat Barrême

⊙ E<sub>2</sub> Grauwacke de Barrême



★ Cmt<sup>b</sup>



⊙ E<sub>2</sub>

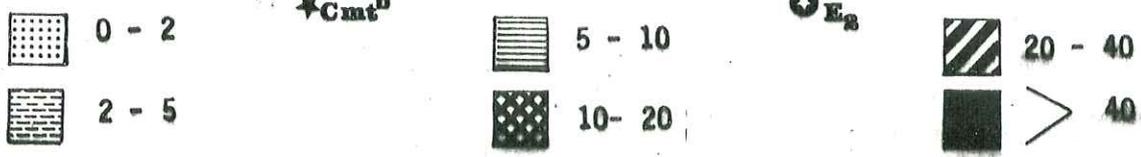


Fig.34<sup>bis</sup> Distribution typologique des populations de zircons de sédiments détritiques et volcanodétritiques dans le diagramme (I. A., I.T)

## C - ETUDE DES POPULATIONS DE ZIRCONS DANS LES CIMENTS DE CONGLOMERATS

Dans le cas des ciments de conglomérats étudiés, on observe les mêmes phénomènes que dans les sables.

Les indices  $\bar{A}$  et  $\bar{T}$  sont dans le même ordre et le report des points moyens montrent leur appartenance à une origine commune (fig. 36).

### III - C O N C L U S I O N

L'utilisation de la méthode typologique du zircon nous a permis d'avoir une meilleure connaissance des dépôts détritiques grossiers de Saint-Antonin. La méthode fournit une meilleure classification génétique des roches et particulièrement des granites. Couplée avec les études pétrographiques et géochimiques classiques, elle renforce ainsi dans ce travail, l'originalité pétrologique des granites de Saint-Antonin par rapport à ceux qui affleurent actuellement dans les massifs du Sud-Est de la France.

L'application de la méthode a permis également de mieux caractériser les sédiments plus fins (sables, grès et ciments de conglomérats). Le champ de distribution des populations de zircons de ces sédiments fins est différent des champs occupés par les sédiments en bordure des massifs régionaux ; les diagrammes de distribution et les points moyens sont différents ; enfin, de nombreux caractères des zircons des sédiments fins de Saint-Antonin (Automorphe, présence de zircons identiques retrouvés dans les granites en gros blocs...) soutient une alimentation in situ prédominante. Ces données entraîneront de nouvelles conséquences paléogéographiques en accord avec d'autres observations que nous discuterons dans le prochain chapitre consacré à la recherche de l'origine des matériaux détritiques du bassin de Saint-Antonin.

CHAPITRE VI : RECHERCHE DE L'ORIGINE DES MATERIAUX  
DETRITIQUES DE SAINT-ANTONIN

ETUDE COMPARATIVE DES GALETS ET APPROCHE PALEOGEOGRAPHIQUE

I - DISCUSSION DE L'ORIGINE DES MATERIAUX DETRITIQUES DE SAINT-ANTONIN

II - ETUDES COMPARATIVES

A - Au point de vue pétrographique

B - Au point de vue géochimique

C - Utilisation de la typologie du zircon accessoire

III - EXISTENCE DU SOCLE DE SAINT-ANTONIN - APPROCHE PALEOGEOGRAPHIQUE

IV - CONCLUSION

CHAPITRE VI

RECHERCHE DE L'ORIGINE  
DES MATERIAUX DETRITIQUES  
DE SAINT-ANTONIN

ETUDE COMPARATIVE DES GALETS ET APPROCHE PALEOGEOGRAPHIQUE

CHAPITRE VI : RECHERCHE DE L'ORIGINE DES MATERIAUX DETRITIQUES DE SAINT-ANTONIN ; Etudes comparatives des galets et approche paléogéographique.

I - DISCUSSION DE L'ORIGINE DES MATERIAUX DETRITIQUES DE SAINT-ANTONIN

L'originalité des dépôts tertiaires de Saint-Antonin a été évoquée à maintes reprises et les hypothèses émises concernant leur origine sont fort nombreuses.

Le premier à poser le problème de l'origine des galets fut L. BERTRAND (1898). En se basant sur la ressemblance entre les "labradorites" (andésites de Saint-Antonin) et les formations volcaniques qui affleurent à Villeneuve-Loubet, Vence, Antibes il attribua par conséquent l'origine des autres galets au massif des Maures-Esterel (granites et rhyolites rouges) situé du même côté au Sud.

Dès 1952, l'origine locale du volcanisme de Saint-Antonin fut signalée pour la première fois par J. GOGUEL, à la suite de la découverte de l'affleurement des brèches volcaniques de Collongues.

Le raisonnement tenu par L. BERTRAND, il y a bientôt un siècle a été suivi par de nombreux auteurs tels A. F. de LAPPARENT (1938), Y. GUBLER (1958), M. BOUCARUT et J. BODELLE (1969 et 1971) qui maintiennent comme sources d'apport soit l'Argentera-Mercantour, soit les Maures-Esterel.

Tous ces auteurs recherchaient systématiquement une ressemblance entre les galets de roches endogènes des conglomérats de Saint-Antonin et les roches de même type affleurant actuellement dans les massifs cristallins du Sud-Est.

D'autres travaux. Ph. H. KUENEN et al (1957) et D. J. STANLEY (1961) optent pour une source d'alimentation actuellement sous les eaux dans la partie Sud-Orientale (sous la Méditerranée).

Quant à J. VERNET, (1964 et 1966) , il posa pour la première fois le problème des gros blocs de granite en les mettant en rapport avec la surrection d'une cordillère capable de fournir ces éléments de grande taille.

Nos recherches, plus particulièrement axées sur l'étude pétrographique fine des galets endogènes de Saint-Antonin, nous ont conduit à modifier sensiblement les anciennes conceptions sur la paléogéographie du domaine envisagé à l'Eo-oligocène.

## II - ETUDES COMPARATIVES

Un certain nombre de roches en galets dans les conglomérats ne sont pas du tout connues à l'affleurement dans les massifs du Sud-Est de la France. Les dernières études de pétrographie des conglomérats de Saint-Antonin ont été effectuées par M. BOUCARUT et J. BODELLE (1969), dont les résultats sont repris dans la thèse de J. BODELLE (1971). Les conclusions de ces auteurs vont dans le sens d'une origine sûre pour les granites à grenat et les rhyolites rouges qui proviendraient respectivement de l'Argentera et de l'Estère. Dans le présent travail, nous insisterons sur la comparaison des granites de de Saint-Antonin et ceux des massifs les plus "proches".

### A - AU POINT DE VUE PETROGRAPHIQUE

Les études pétrographiques montrent que les <sup>gros galets de</sup> granites de Saint-Antonin sont des monzogranites avec des faciès porphyroïdes et à grain fin, avec de nombreux intermédiaires. Ces granites contiennent constamment de la biotite brune en quantité assez abondante. L'analyse modale fournit des pourcentages de biotite supérieurs à 7 %. Le plagioclase est constitué généralement d'oligoclase basique. Parmi les galets étudiés, un seul a livré une composition minéralogique à muscovite primaire.

Comparés aux granites de l'Argentera, on note déjà des divergences dans les compositions minéralogiques ; le granite de l'Argentera (le coeur du batholite est un granite hololeucocrate monzonitique au sens JUNG et BROUSSE) contient très rarement de la biotite -inférieur à 1 %- ; parmi neuf échantillons étudiés par PUPIN 1976, un seul contient 2,2 % de biotite et correspond à un échantillon prélevé lors du percement du col de la Cérise (communication orale PUPIN). Le feldspath plagioclase est généralement de l'oligoclase acide et la roche contient du grenat (les faciès alcalins de bordure sont plus riches en muscovite et grenat).

Les granites de Saint-Antonin (monzogranites au sens JUNG et BROUSSE 1959 et STRECKEISEN 1967) qui se présentent sous forme de gros blocs, ne contiennent jamais de muscovite primaire ainsi que les petits galets de même faciès (le plus courant à Saint-Antonin) et pas de grenat (en lame mince). Par contre, après broyage et séparation des minéraux

quelques échantillons renfermaient du grenat. Un granite très rose, existant en gros bloc, en contenait (toujours après séparation des minéraux en grain) plus que les autres échantillons étudiés.

A ce stade, nous pouvons dire que les granites monzonitiques de Saint-Antonin ont une composition minéralogique différente de celles des granites monzonitiques calco-alcalins à alcalins de l'Argentera.

Nous remarquons à propos du grenat que certains de nos prédécesseurs (M. BOUCARUT et J. BODELLE 1969) ont rencontré sous deux habitus différents dans un galet de Saint-Antonin, qu'il faut revenir sur les conclusions qui font provenir de l'Argentera ce galet de granite. En effet, certains granites de ce massif en contiennent, mais ce minéral est ubiquiste et sa présence dans une roche n'est pas suffisante et significative au point d'en tirer des conclusions d'ordre paléogéographique ; les auteurs sont même allés plus loin en concluant que la découverte de ce galet de granite à grenat dans les conglomérats de Saint-Antonin prouvait que l'Argentera était dénudé dans sa partie centrale lors du dépôt des formations détritiques de Saint-Antonin.

D'après nos résultats et l'hypothèse pour laquelle nous pouvons opter, si l'Argentera avait alimenté le bassin de Saint-Antonin en priorité, nous aurions trouvé certainement une quantité plus importante de galets de granite à deux micas et riches en grenat par rapport aux granites typiques rencontrés à Saint-Antonin (sans même aucune considération de la taille des blocs).

D'ailleurs nos prédécesseurs, malgré le maintien de leur hypothèse, étaient d'accord sur le fait que la majorité des granites des conglomérats de Saint-Antonin et beaucoup d'autres roches avaient une origine énigmatique.

En réalité, le massif granitique de l'Argentera est entaillé depuis peu par l'érosion et son faciès de bordure (plus riche en muscovite et grenat) est le seul qui soit vraiment bien décapé. Il devient alors problématique de croire que le granite de l'Argentera ait été mis à l'affleurement avant ou au moment du dépôt des matériaux de Saint-Antonin (communication orale J. P. PUPIN et J. VERNET).

Nous pensons donc que ce massif ne pouvait pas alimenter directement et en priorité les formations détritiques aussi vastes et grossières de Saint-Antonin.

Selon STANLEY (1961), les faciès granitiques de l'Argentera étaient encore immergés à la fin du Priabonien (Eocène supérieur), période correspondant au dépôt des sédiments de Saint-Antonin.

En ce qui concerne la comparaison avec les granites des Maures-Tanneron, les divergences dans les compositions minéralogiques sont plus nettes car ces derniers contiennent toujours de la muscovite, surtout de la cordiérite et parfois de l'andalousite (granite de Saint-Tropez -Maures- PUPIN 1976).

B - AU POINT DE VUE GEOCHIMIQUE

La comparaison des analyses chimiques des granites de Saint-Antonin (Tableau n° 6 et 7) avec celles des granites de l'Argentera (Tableau n° 41) montre que les pourcentages de silice des échantillons restent très proches, ainsi que les taux de certains autres éléments. Nous avons sélectionné quelques uns des plus significatifs et le report des résultats sur la figure 53 ) montre que les granites de l'Argentera sont légèrement plus alumineux que ceux de Saint-Antonin (courbe  $Al_2O_3$ ). On constate au contraire que les granites de Saint-Antonin sont plus riches en calcium (CaO) et légèrement moins riches en potassium ( $K_2O$ ) que ceux de l'Argentera. Le calcul des basicités virtuelles montrent également que les granites de l'Argentera sont généralement plus alcalins que ceux de Saint-Antonin. Les valeurs de l'agpaïcité restent proches, dans les deux cas.

Par contre, la comparaison des granites de Saint-Antonin avec ceux des Maures-Tanneron, révèle une différence encore plus nette pour les mêmes éléments comparés. En effet, la figure montre que les granites des Maures-Tanneron sont plus alumineux ( $Al_2O_3$ ).

Bien que le granite du Rouet (Tanneron) corresponde à un granite monzonitique (JUNG et BROUSSE et STRECKEISEN) il contient de la cordiérite automorphe (PUPIN 1976) ce qui est caractéristique d'un milieu nettement plus alumineux, confirmé par les analyses chimiques (tableau n° 42, An. 52).

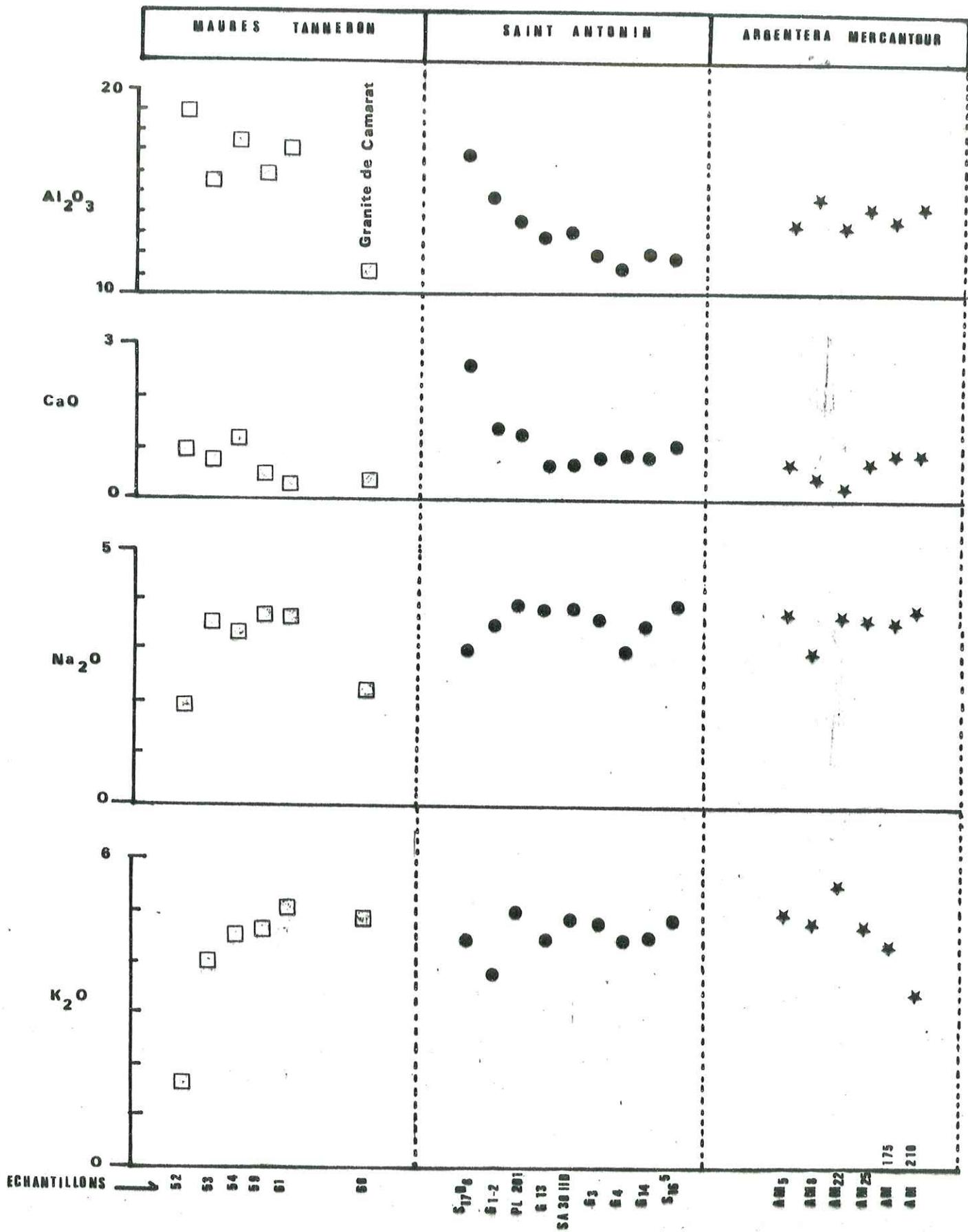
Les granites du Plan de la Tour (Maures), de l'Hermitan (Maures), de Saint-Tropez (Maures) sont également à cordiérite et ont des analogies avec le granite de Rouet.

Cependant, le granite de Camarat (Maures) est un granite alcalin à deux micas, différent des précédents, on le constate en regardant l'analyse chimique correspondante (tableau n° 42 An. n° 60). La figure montre également cette différence marquée bien que le granite de Camarat appartienne géographiquement au même massif.

On peut donc en déduire que les granites des massifs régionaux (Argentera, Maures-Tanneron) présentent des divergences dans la pétrographie et la géochimie des éléments majeurs, avec ceux de Saint-Antonin, les différences restant moins marquées pour l'Argentera, le granite de Camarat avec ceux de Saint-Antonin.

A ce stade, on peut tout de même avancer que les sources d'alimentation de Saint-Antonin, surtout en galets de granite, ne sont pas

Fig.53 : comparaison de quelques éléments chimiques (oxydes) dans les granites de Saint-Antonin et des massifs régionaux.



172

- ★ Granites de Saint-Antonin
- Granite de Barrême

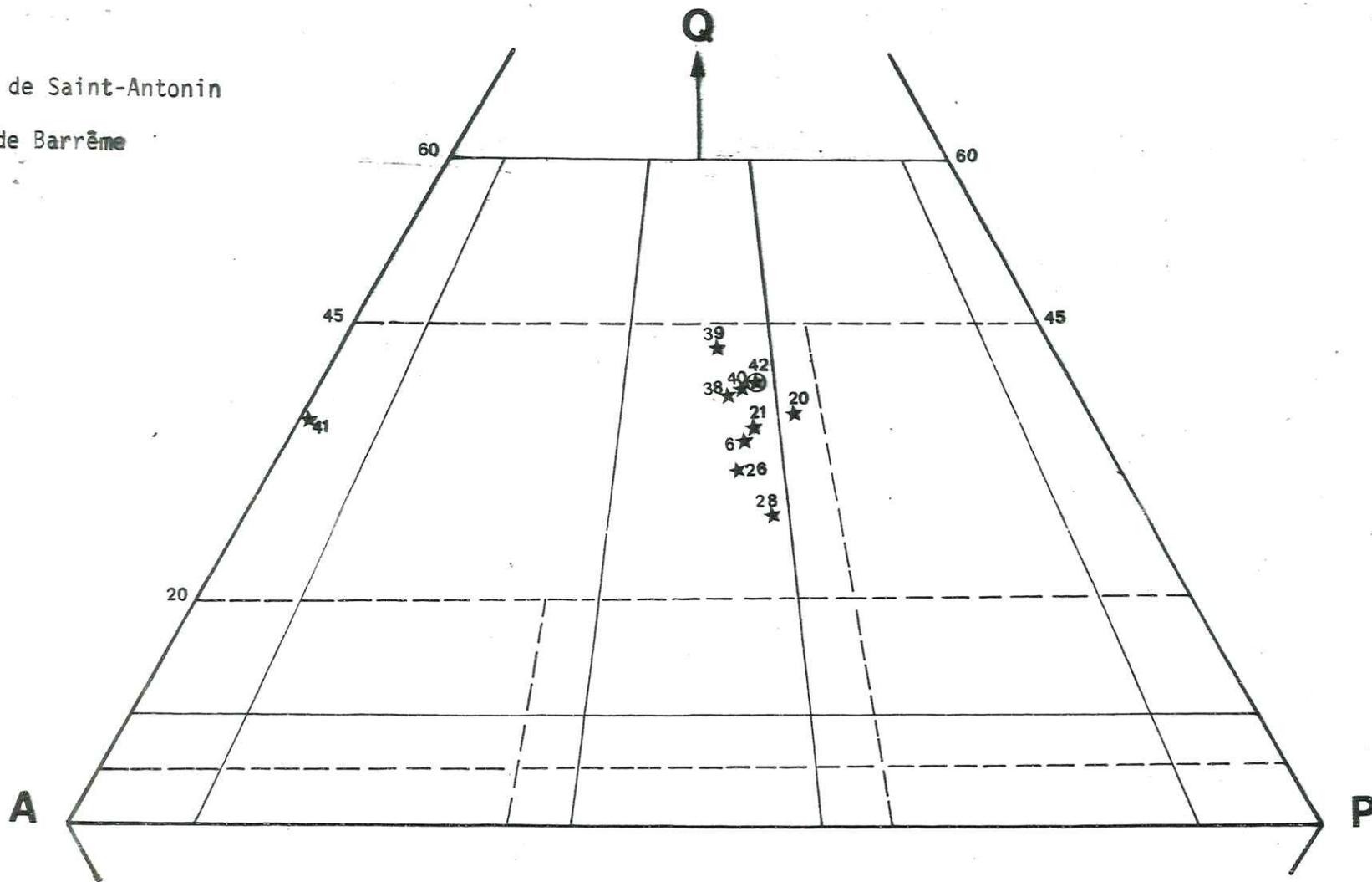


Fig. 44 : Répartition des granites de Saint-Antonin dans le diagramme Q.A.P. (A partir de normes C.I.P. W.)

- Jung et Brousse
- - - - - Streckeisen

173

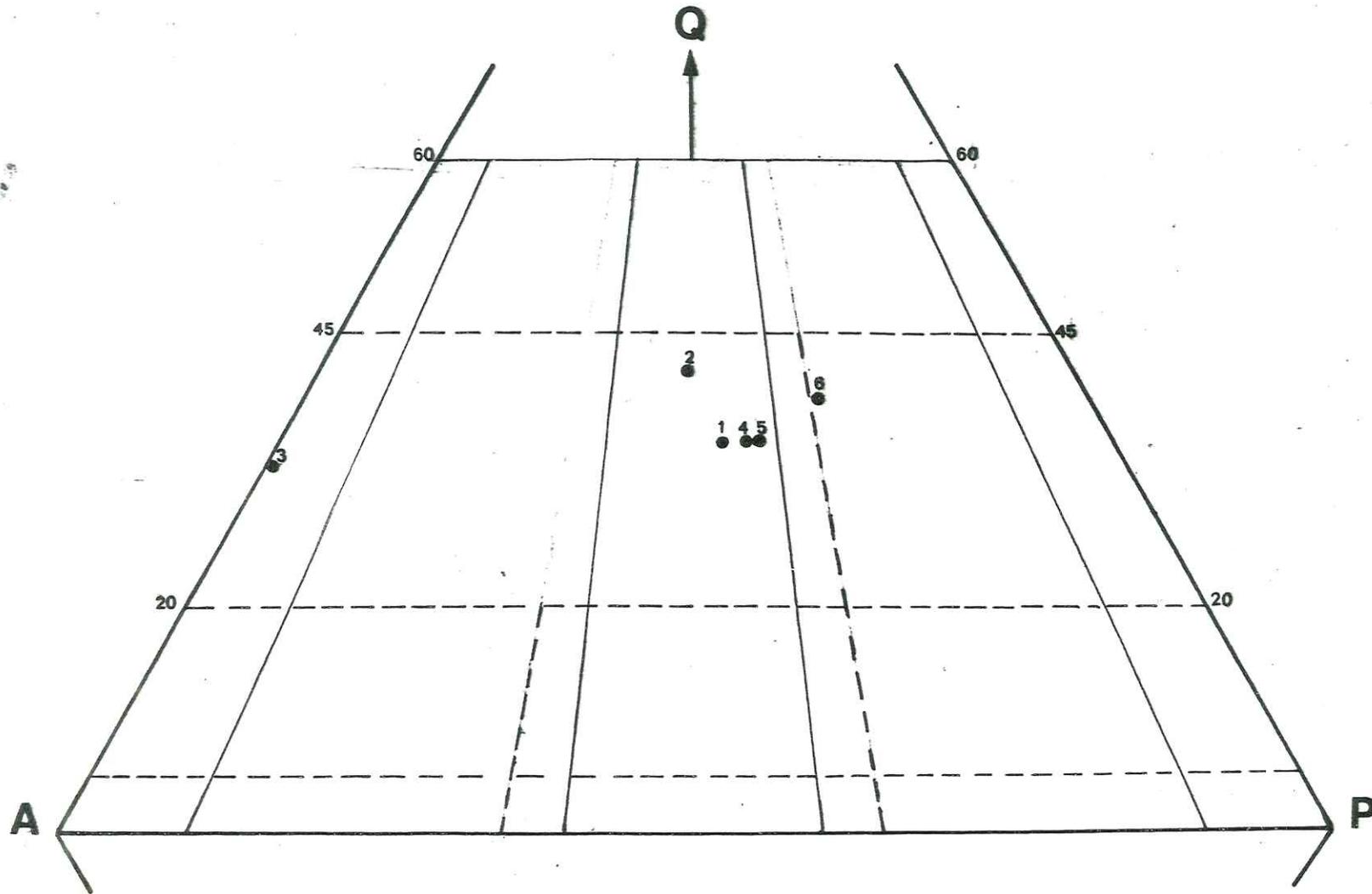


Fig.45 : Répartition des granites de l'Argentera-Mercantour dans le diagramme Q.A.P. (A partir de normes CIPW)

—— Jung et Brousse

----- Streckeisen

174

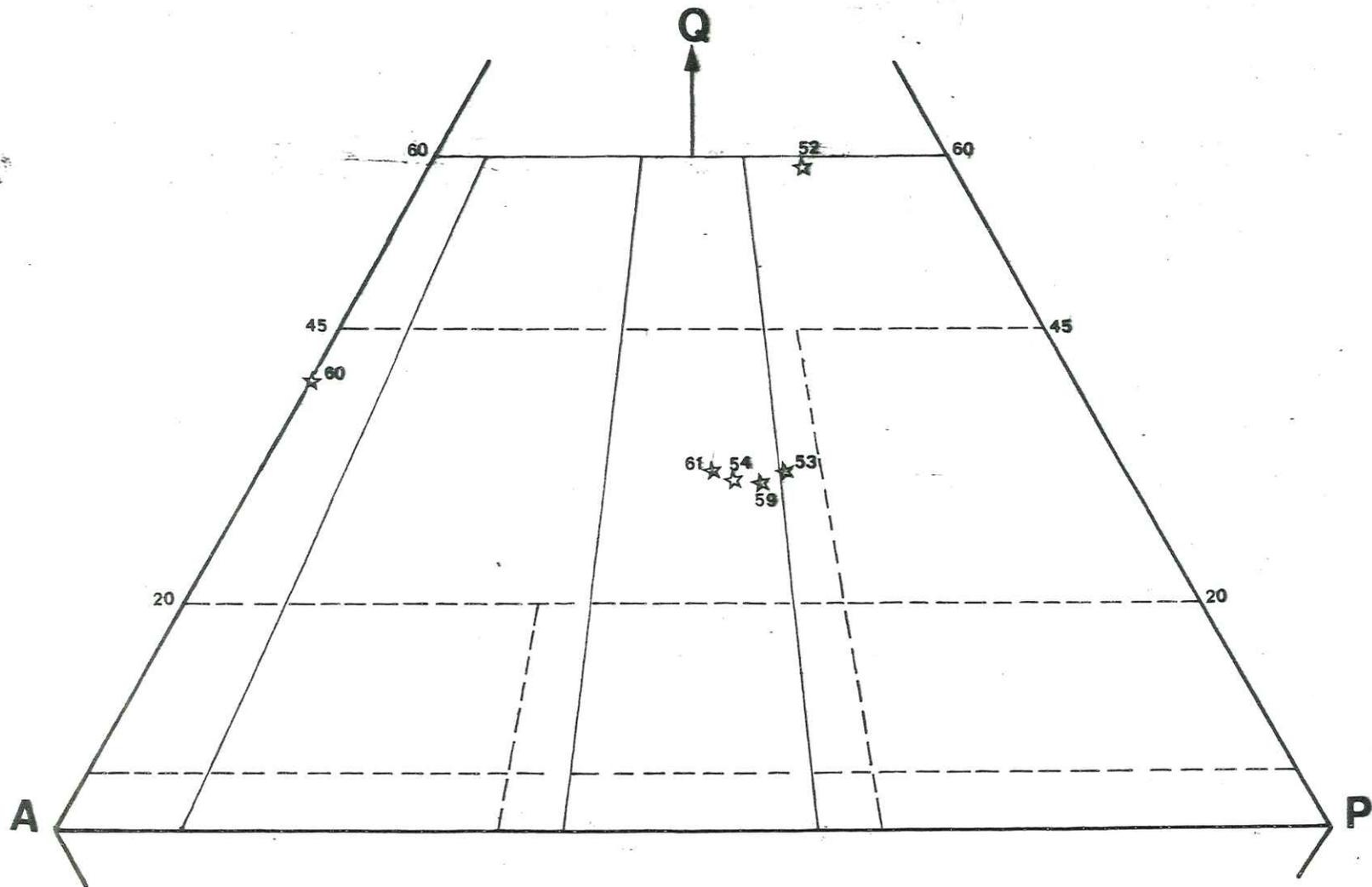


Fig.46 : Répartition des granites des Maures-Tanneron dans le diagramme Q.A.P. (A partir de normes CIPW)

- Jung et Brousse
- - - - Streckeisen

142

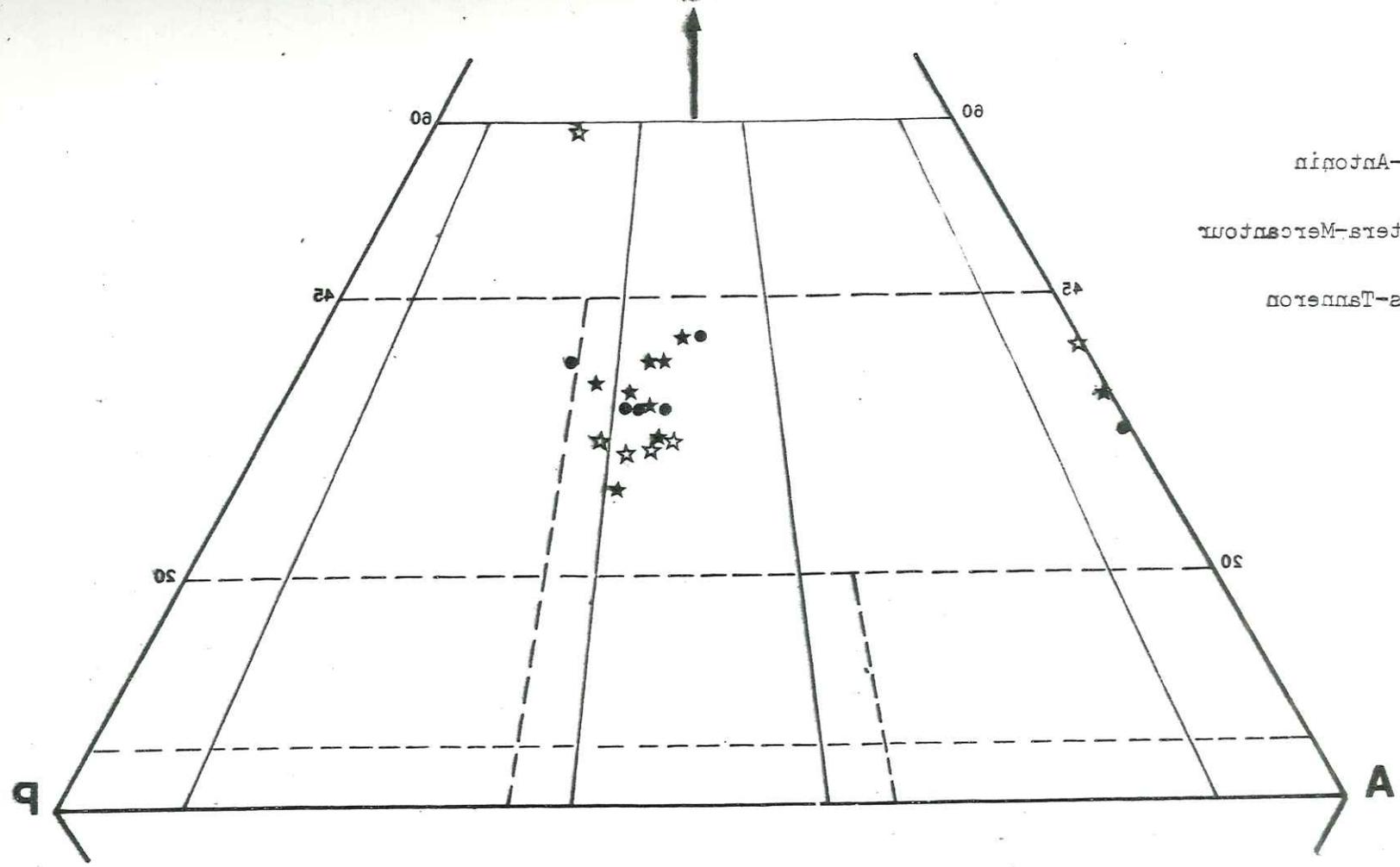


Fig. 47 : Etude comparative  
 Répartition des granites de Saint-Antonin de l'Argentiers-Mercantour et des Marnes-Tanneron  
 dans le diagramme Q.A.P. (A partir de normes CIPW)

— Ling et Brouse  
 - - - - - Streckeisen

★ Saint-Antonin  
 ● Argentiers-Mercantour  
 ☆ Marnes-Tanneron

situés dans les Maures-Tanneron, et par la même occasion, celle des rhyolites rouges (type Estere) demeure un problème entier.

Toujours dans un but de comparaison, nous avons reporté (à partir de normes C.I.P.W.) tous les granites concernés sur le diagramme Q.A.P. (JOUNG et BROUSSE, STRECKEISEN) - figs. 44, 45, 46 et 47). De la même manière, les reports à partir d'analyses modales (PUPIN 1976) montrent que les granites de l'Argentera et des Maures occupent globalement des champs identiques, correspondant à des granites monzonitiques. Le tableau n° 47 montre que tous les échantillons sont groupés dans le même champ bien que les compositions minéralogiques soient différentes. Des difficultés de comparaisons existent donc à partir des reports des résultats d'analyses modales ou chimiques sur le diagramme Q.A.P..

La nécessité de compléter les arguments pétrographiques et chimiques nous a amené à utiliser la classification génétique des granites (PUPIN 1980 - Zircon and Granite Petrology) basée essentiellement sur la typologie du zircon accessoire.

## C - UTILISATION DE LA TYPOLOGIE DU ZIRCON ACCESSOIRE

L'étude des populations de zircons dans les roches de l'Argentera et des Maures-Tanneron a été effectuée de façon très détaillée (J. P. PUPIN 1976). Ainsi, en comparaison des diagrammes de distribution typologique de zircons des granites de Saint-Antonin et des caractéristiques morphologiques, la différence dans les champs de répartition des points moyens est très nette.

Le champ des granites de l'Argentera se situe au-dessus du champ de Saint-Antonin (fig. 36 p. ).

Par contre, les champs des granites du Plan de la Tour, du Rouet, de l'Hermitan et de Saint-Tropez sont situés tout à fait plus à l'écart, à gauche du diagramme.

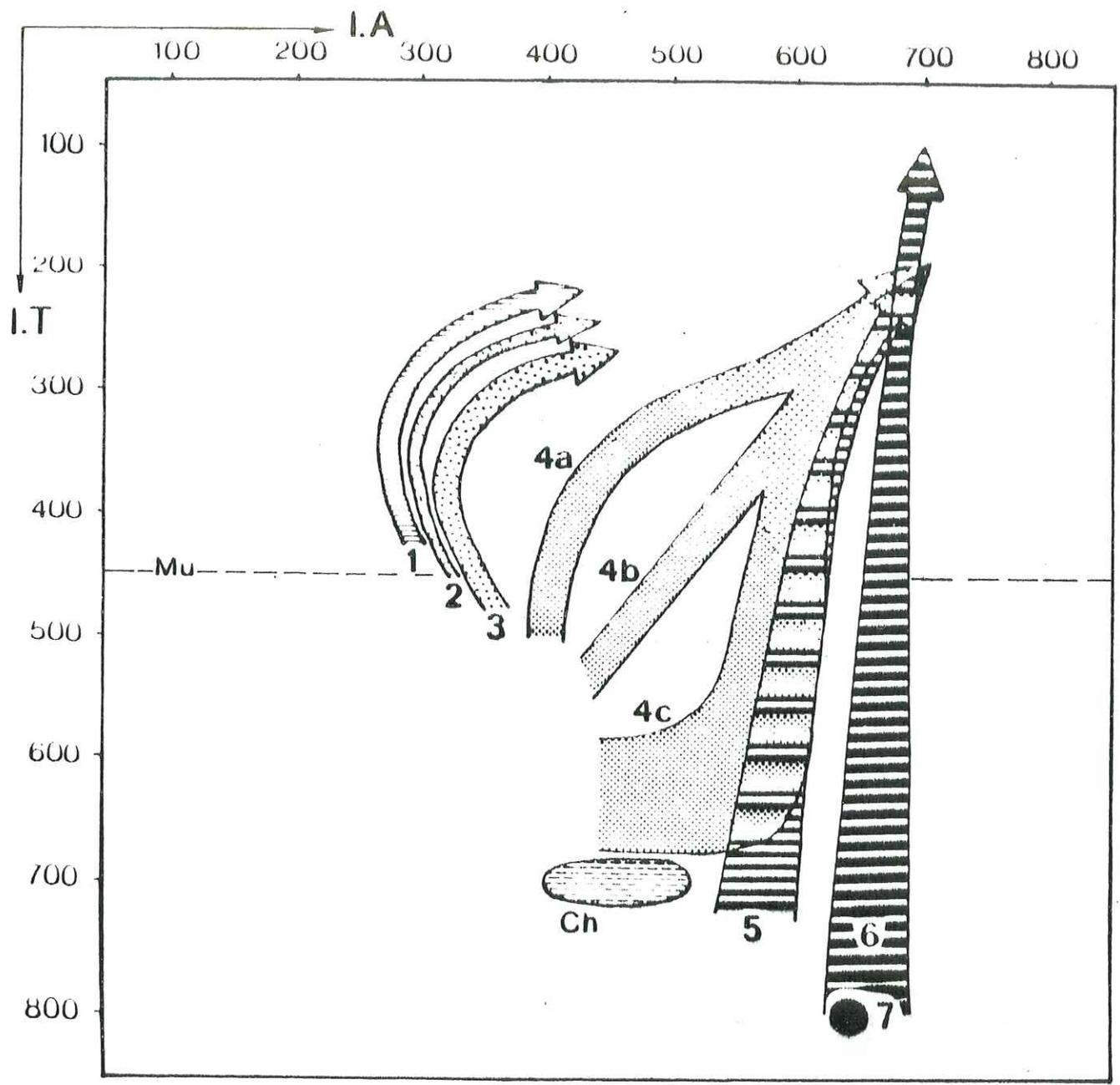
De la même façon, on peut distinguer toutes ces unités par les caractères morphologiques des zircons.

Cette étude comparative montre également la non appartenance des granites de Saint-Antonin aux massifs voisins grâce à l'utilisation typologique du zircon accessoire.

Après avoir donc écarté ces origines supposées, nous ne pouvons envisager que la solution d'une origine locale. En effet, même s'il existait des analogies entre ces diverses roches, elles ne sont que minimales, à partir du moment où une étude très fouillée a été effectuée et qui a mis en évidence les divergences entre les granites de Saint-Antonin et les granites voisins affleurant dans les massifs cristallins.

A cette divergence, vient s'ajouter la découverte pour la première fois d'un granite tout à fait particulier, le granite hypersolvus à biotite et amphibole.

Fig.43 : Classification génétique des granites In PUPIN 1980 (Zircon and Granite Petrology)



Granites d'origine **crustale** ou essentiellement crustale

1 - Leucogranites alumineux    2 - Monzogranites et granodiorites (sub) autochtones)

3 - Monzogranites et granodiorites alumineux intrusifs.

Granites d'origine crustale et mantellique, granites hybrides :

4 - (a, b, c,) Séries des granites calco-alcalins : Zone sombre : Monzogranites + granodiorites - Zone claire : Monzogranites + granites alcalins

5 - Séries des granites subalcalins

Granites mantelliques ou d'origine essentiellement mantellique

6 - Séries des granites alcalins - 7 - Séries des granites tholéitiques

Mu : Limite des granites à muscovite (I. T. < 450)

Ch : champ des charnockites magmatiques

## ETUDE COMPARATIVE

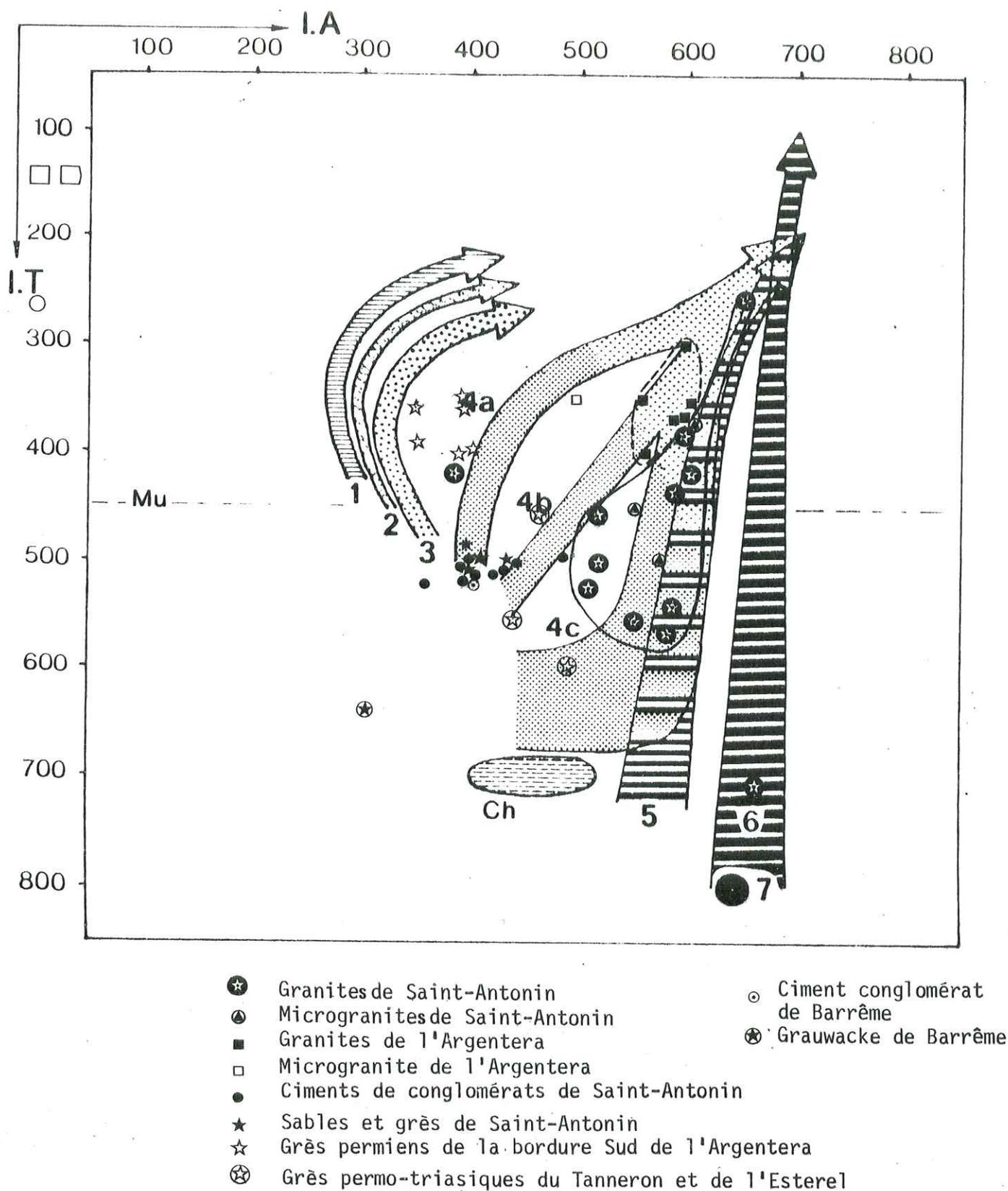
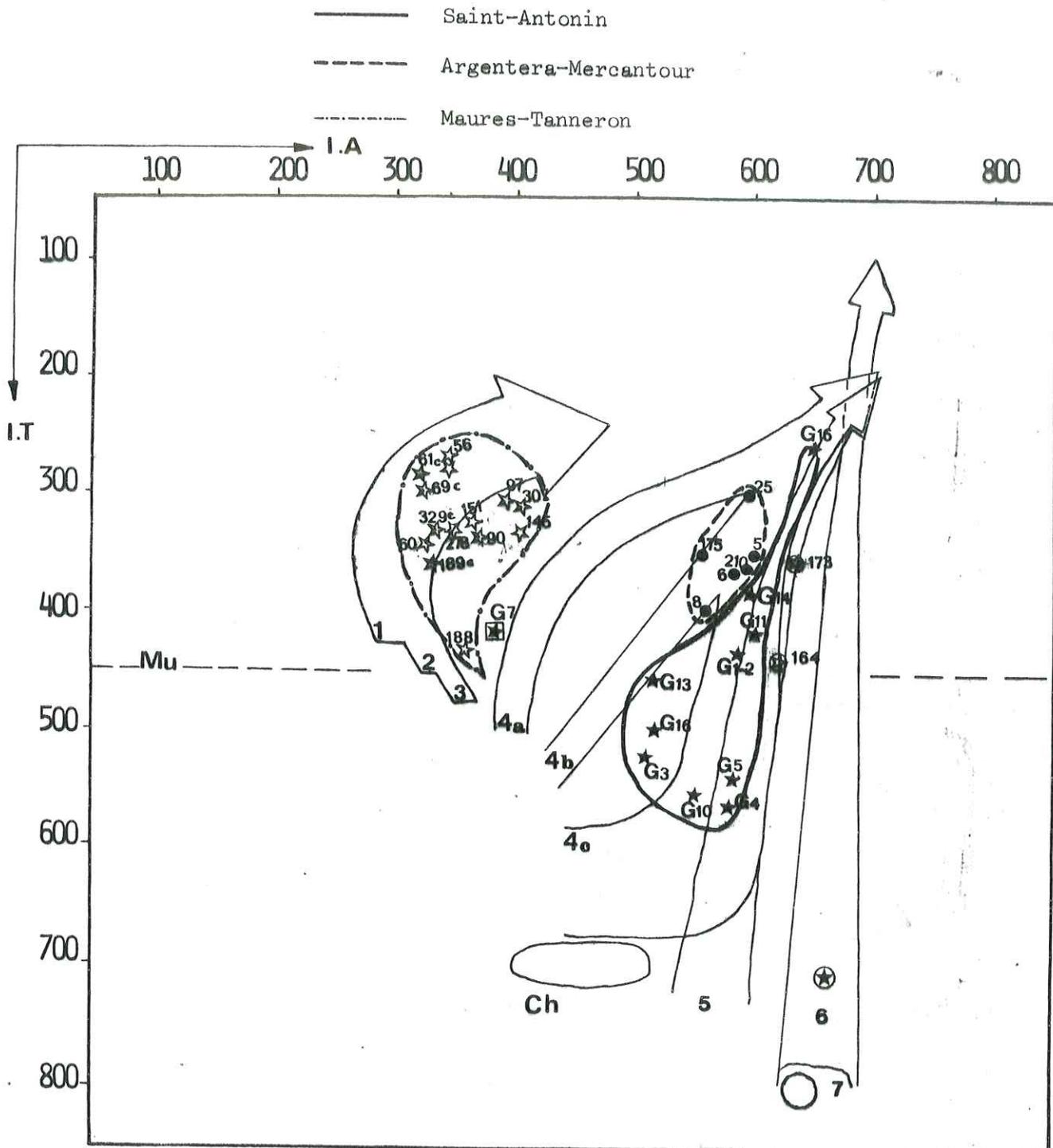


Fig.36 Points moyens de diverses populations de zircons étudiées dans le diagramme (I.A., IT)

Fig. 48 : Comparaison des champs de répartition des points moyens de populations de zircons étudiées (St-Antonin) avec ceux des massifs régionaux.



- ★ Granites de Saint-Antonin (gros galets)
- ▣ Granite rose de Saint-Antonin (petit galet)
- ⊙ Granite hypersolvus de Saint-Antonin
- Granites de l'Argentera-Mercantour
- ☆ Granites des Maures-Tanneron (Plan de la Tour, Rouet, Hermittan, St-Tropez)
- ⊛ Granites de Camarat (Maures)

Cette roche, inconnue à ce jour dans le synclinal de Saint-Antonin ajoute à la complexité de reconstitution paléogéographique.

### III - EXISTENCE DU SOCLE DE SAINT-ANTONIN

Nos recherches actuelles basées sur de nombreux paramètres soutiennent une alimentation par un massif local, le "massif de Saint-Antonin". Parmi les observations qui favorisent le plus cette argumentation, il y a tout d'abord le volcanisme local très important et ensuite les gros blocs de roches éruptives et métamorphiques. Les résultats sont en accord avec certains travaux antérieurs qui, même en maintenant des origines lointaines (Argentera et Maures-Esterel) ont émis certaines considérations qui restent tout de même significatives. Ainsi, selon J. BODELLE, 1971, le plus récent à étudier la pétrographie de certains galets de conglomérats, le nombre de galets dont l'origine est supposée connue est très restreint. Selon les propres termes de l'auteur, et je cite : (p. 210) : "Les résultats ne doivent pas faire perdre de vue le fait que les galets ainsi "reconnus" ne constituent qu'une faible partie du matériel des conglomérats et de l'ordre de 20 % des roches endogènes et de conclure que l'origine surtout du "granite de Saint-Antonin" dont plusieurs auteurs ont remarqué l'abondance, reste très énigmatique".

Les résultats de nos travaux sont mieux caractérisés par les données de la géophysique qui ont permis de mettre en évidence certaines caractéristiques du socle dans le Sud-Est de la France et ses implications géodynamiques.

En effet, d'après les travaux de G. PERRIER et P. VIALON, (1980), l'organisation des bassins de sédimentation et celle des structures superficielles d'origine tectonique peut être partiellement définie grâce à la connaissance de l'épaisseur totale des sédiments (plissés ou non) qui recouvrent le socle dans le Sud-Est de la France. La couverture sédimentaire prise en compte ici est celle qui est postérieure au Trias. Le socle représente donc à la fois un substratum de roches cristallines comparables par exemple à celles qui affleurent dans le Massif Central ou l'Argentera-Mercantour et les sédiments antérieurs au Trias (essentiellement permo-carbonifères) qui peuvent très probablement, au moins localement, s'y intercaler.

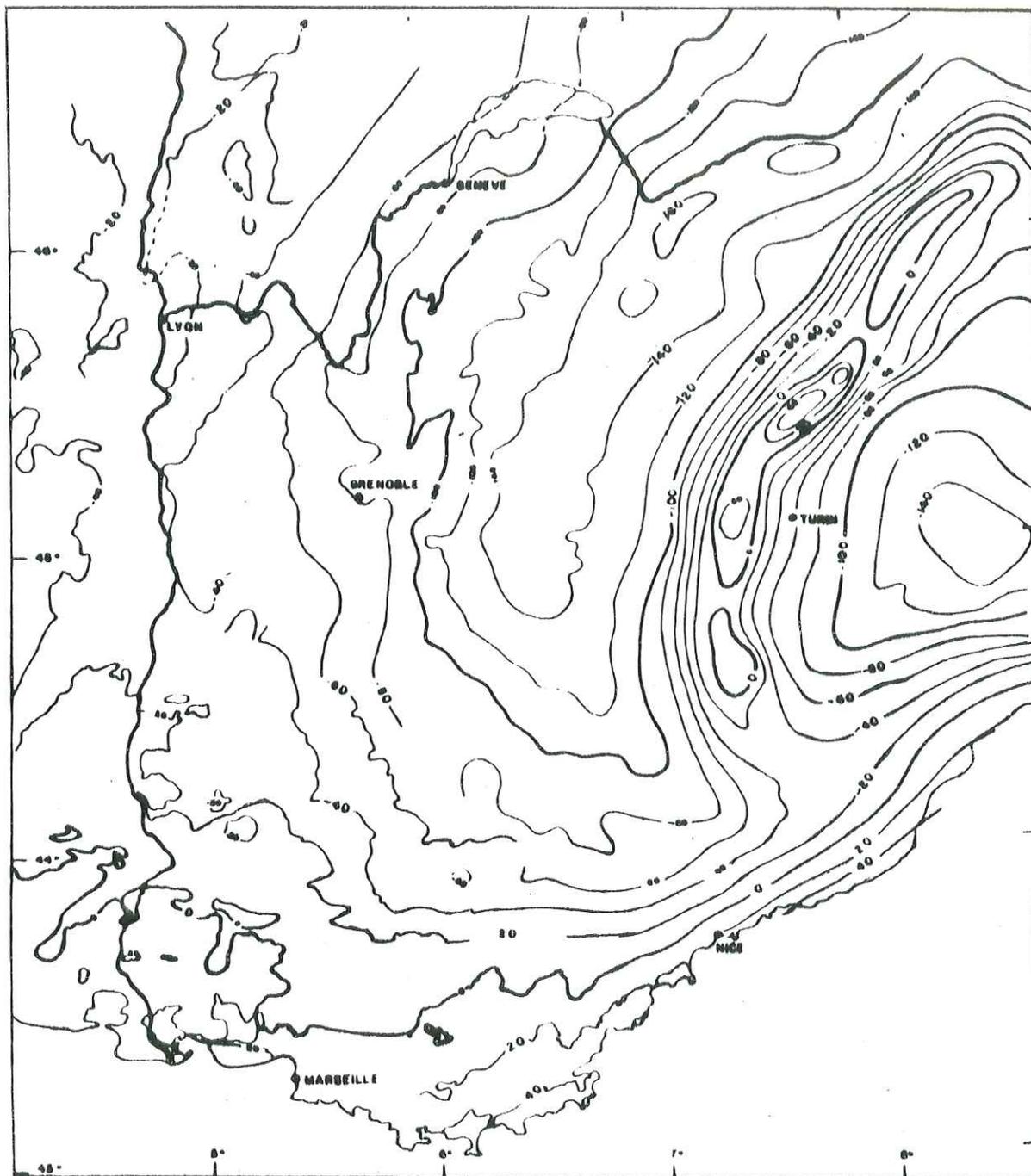


Fig.37 : Carte gravimétrique de la région occidentale des Alpes (en milligals)

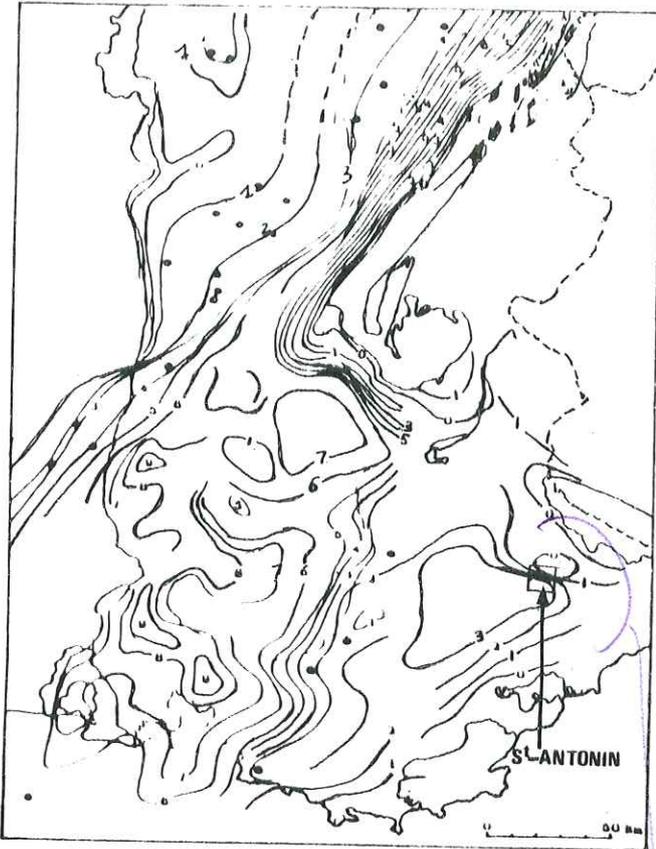


Fig.38 : Profondeur (en km) du socle anté-triasique dans le Sud-Est de la France. Les points indiquent les forages ayant atteint la base du Trias (d'après G. Ménard, 1979)

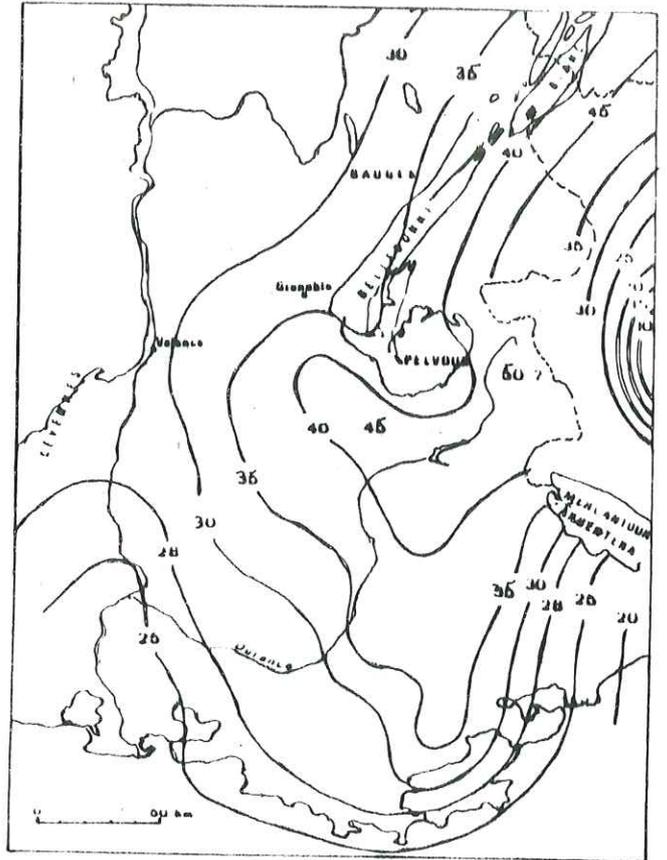


Fig.39 : Carte de la profondeur de la surface de Mohorovicic dans les Alpes occidentales (en km). Les doubles traits correspondent au "Corps d'Ivrea".

*a grandir*

Les données de la sismique (propagation des ondes P) et des forages profonds ont permis de dresser une carte isobathe du socle anté-triasique (fig.38) considérant ainsi deux domaines différents, respectivement à socle peu profond ou affleurant, rigide (ex. : Maures-Esterel) et à socle profond, plus déformable (ex. : domaine vocontien, région de Castellane). Ces deux entités opposées sont séparées par une zone limite également orientée NE-SW, laquelle aurait fonctionné en zones de décrochement avec un découpage du socle en amygdales lors du jeu des accidents qui prolongent les failles du Massif Central.

Le synclinal de Saint-Antonin, à mi-chemin entre l'Argentera au Nord-Est et les Maures-Esterel, au Sud-Ouest, ferait probablement partie de cette zone intermédiaire.

L'existence du socle de Saint-Antonin serait en outre confirmée par la présence du volcanisme andésitique local, et l'héritage laissé par ce socle correspondrait alors aux blocs de grandes dimensions de roches cristallines que nous rencontrons sur le site étudié.

Récemment, un modèle tectogénétique a été proposé par J. D. GIRAUD (1981) fig.40 montrant que le socle granitique inconnu à l'affleurement a alimenté le bassin de Saint-Antonin en gros blocs.

La carte géologique détaillée du synclinal de Saint-Antonin (avec la collaboration de J. D. GIRAUD et de J. VERNET) a permis de reperi-torier les formations conglomératiques et de mieux localiser les gros blocs.

La très grande abondance surtout des gros blocs de granite ressort nettement avec le début de leur sédimentation presque synchrone des sables clairs de base et leur présence continue de la base au sommet des formations détritiques de Saint-Antonin. Dans la partie Est du syn-clinal, on remarque une concentration des gros blocs (le plus gros a été trouvé là) constitués à 90 % de granites de Saint-Antonin. Le nombre considérable de ces blocs est caractérisé également par leur présence constante dans les lits des ruisseaux, dans les torrents et dans les terrasses alluviales récentes, toujours à proximité des formations détri-tiques, séparées souvent par des parois à pente très forte. Les blocs atteignent des volumes importants allant jusqu'à 5m<sup>3</sup>. Ceci refute

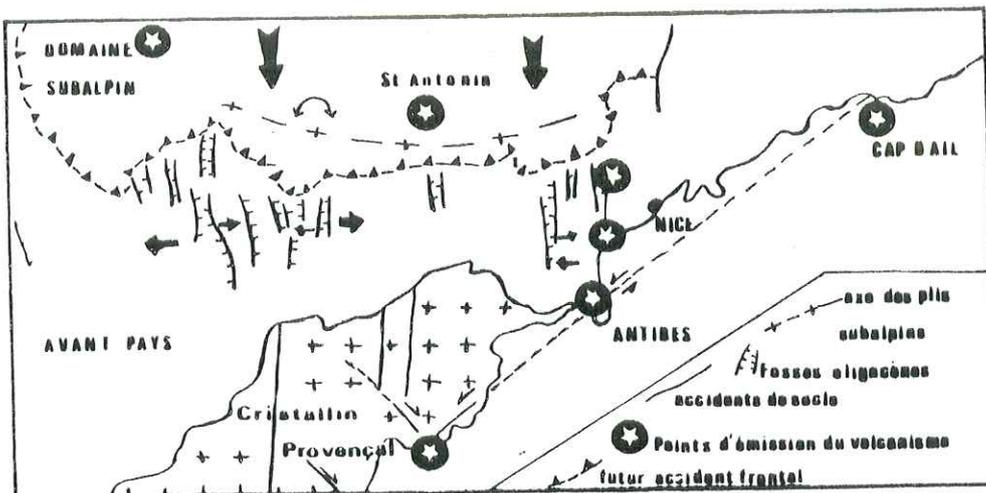


Fig. Le domaine envisage a l'Oligocene moyen-supérieur (echelles non respectees).

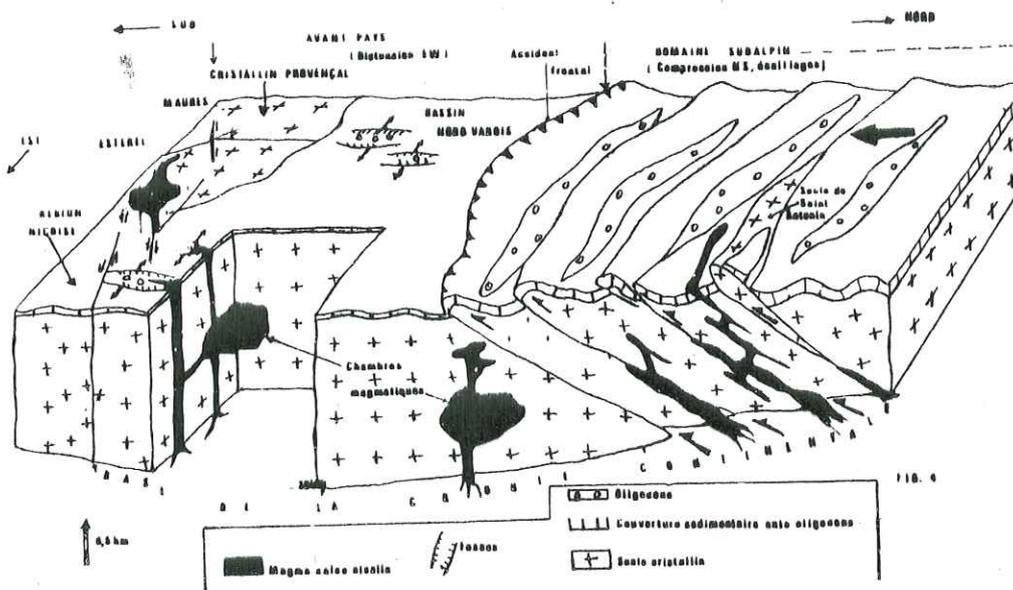


Fig.40 Bloc diagramme illustrant la mise en place du volcanisme dans son contexte structural, a l'Oligocene moyen (echelle des distances horizontales non respectee)  
(In J. D. GIRAUD et G. TURCO, 1981)

nettement un transport à partir d'une source éloignée, même quand on évoque les courants de turbidité.

D'ailleurs pour DZULINSKI (1959) cité par STANLEY (1961), si l'on tient compte de l'épaisseur des sédiments et de la taille de certains éléments, les seuls courants de turbidité seraient incapables de transporter un tel matériel (en parlant de "grès d'Annot dont fait partie Saint-Antonin) mal classé par simple suspension et que les particules les plus grossières seraient entraînées par glissement à la base des courants.

L'hypothèse des courants de turbidité est difficile à admettre dans le secteur de Saint-Antonin ; nos observations ont montré que la sédimentation était très calme, et s'est effectuée sous une très faible tranche d'eau (communication orale J. P. MANGIN).

Dans la description des coupes (logs stratigraphiques) nous avons signalé la présence de niveaux conglomératiques à galets et ciment rubéfiés, ce qui dénote une sédimentation à très faible profondeur, voire même devenant périodiquement aérienne. Ce niveau rubéfié continu a été mis en évidence sur la coupe de la Penne, à la limite de la formation détritique inférieure et la formation terminale, souvent replissée et discordante sur les assises inférieures. On observe également des alternances de plaquettes de grès et d'argile en fines intercalations dans les marnes. Elles sont horizontales, rubéfiées et en discordance sur les assises détritiques moyennes et inférieures. (Discordance de Sambuguel).

Un autre argument très important, en accord avec la faible profondeur des dépôts est l'existence du caractère franchement aérien du volcanisme (qui suit de très près les dépôts) avec la présence de bois brûlés et l'absence de hyaloclastites dans les brèches volcaniques andésitiques de Saint-Antonin (communication orale J. D. GIRAUD. Toutes ces observations soutiennent donc une sédimentation à proximité immédiate d'une zone en surrection.

Selon D. J. STANLEY (1969), la zone de Saint-Antonin (zone sud des "grès d'Annot") est caractérisée par des sables grossiers, mal classés, mal cimentés, les galets et graviers sont nettement plus abondants ; l'alternance des bancs est faite de sables et de marne et non de grès et de schistes.

Cette considération de STANLEY montre bien que même si la sédimentation des dépôts de Saint-Antonin est de type Flysch, l'aspect détritique grossier (présence de blocs de grande taille) nous amène à maintenir la différence nette dans le type de milieu de dépôt entre Saint-Antonin et les flyschs du synclinal d'Annot.

En effet, l'aspect nettement grossier des sédiments de Saint-Antonin est mis en relief par les dimensions de certains blocs de granite allant jusqu'à plusieurs mètres cubes. Exception faite de la formation détritique terminale (à sédimentation moins grossière) les deux formations sous-jacentes comportent une prédominance des conglomérats à ciments sablo-greux (et parfois à cailloutis) des grès, sables grossiers et graviers, attestant une différence dans le transport en comparaison des formations à matrice plus fine (argileuse).

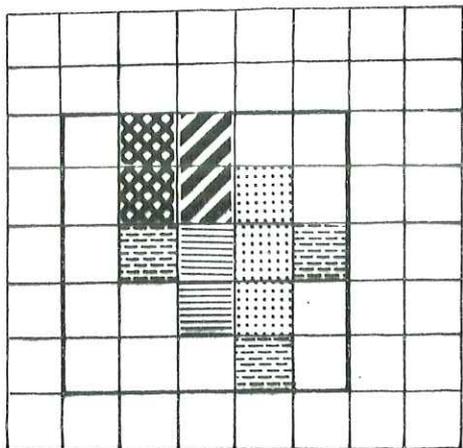
D. J. STANLEY, 1961, à l'issue d'études sédimentologiques, a montré que les éléments minéralogiques (galets, grains détritiques de roches, minéraux lourds) occupent des zones géographiquement limitées (en parlant de grès d'Annot au sens large) au voisinage des sources d'origine. Selon le même auteur, la présence de staurotide et de disthène, combinée avec celle de micaschistes, rhyolites, granite rose, dans les grès de la zone Sud (Saint-Antonin) est très significative. Il s'agit d'un matériel en partie métamorphique inconnu dans l'Argentera, provenant vraisemblablement d'un continent "B". Il affirme que l'épaisseur des matériaux détritiques (grès d'Annot en général) est considérable et soutient l'existence de plusieurs sources, conformément aux diverses directions de courants d'apport. Selon lui, la distribution des galets cristallins supérieurs à 10 cm de diamètre est significative, car ils ne peuvent avoir été transportés par roulement sur le fond que sur une faible distance de leur point de dépôt.

Selon Ph. H. KUENEN (1958), "compte tenu du volume important de matériel érodé nécessaire pour alimenter en un temps relativement court une formation aussi vaste (grès d'Annot s. l.) il est peu probable que seule une terre émergée, ne dépassant pas en surface 600 km<sup>2</sup>, soumise à une érosion même intense, ait pu fournir un matériel suffisant pour alimenter une formation dépassant 600 m (après compaction) et couvrant une superficie de 5 000 km<sup>2</sup> (grès d'Annot)".

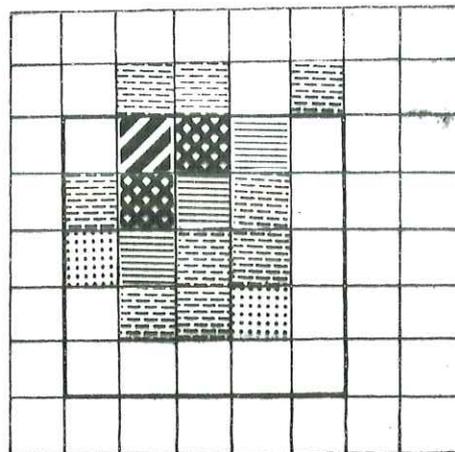
Nos recherches ont porté également sur les sédiments plus fins (sables, grès, ciments des conglomérats) du synclinal de Saint-Antonin. Pour cela, nous avons appliqué (ch. V) la méthode typologique du zircon accessoire. Ces résultats nous montrent nettement une source d'alimentation locale et pratiquement continue. Les diagrammes de distribution typologique des zircons montrent (fig. 33, 34) une bimodalité dans toutes les populations étudiées. Le fait le plus frappant est constitué par la similitude des populations, dans les sables et grès, ainsi que les ciments de conglomérats, ce qui explique peu de variation dans le socle qui a alimenté le bassin de Saint-Antonin. En effet, les populations étudiées marquent une bimodalité mettant en évidence la participation d'un socle en partie métamorphique et éruptif (calco-alcalin principalement). Malgré une certaine abondance de zircons métamorphiques, les caractères morphologiques de certains zircons calco-alcalins typiques des gros blocs de Saint-Antonin, ont été notés, caractères rencontrés également dans certains granites, microgranites et rhyolites calco-alcalines qui constituent la majorité des roches endogènes des conglomérats. Cette bimodalité reflète donc très bien le type de socle qui a alimenté ces dépôts et dont les vestiges sont encore observés sur place. Cette dualité est d'autant plus marquée par l'aspect automorphe et subautomorphe de tous les zircons étudiés, en accord avec une origine sans transport important.

D'autres remarques viennent renforcer l'existence du socle de Saint-Antonin en comparant les distributions typologiques de zircons dans des sédiments régionaux. Ainsi, l'étude du matériel détritique des séries permienes (J. ROMAIN, D.E.A. 1976, inédit) de la bordure Sud-Ouest de l'Argentera-Mercantour, a montré une distribution pratiquement unimodale dans la distribution typologique des populations de zircons.

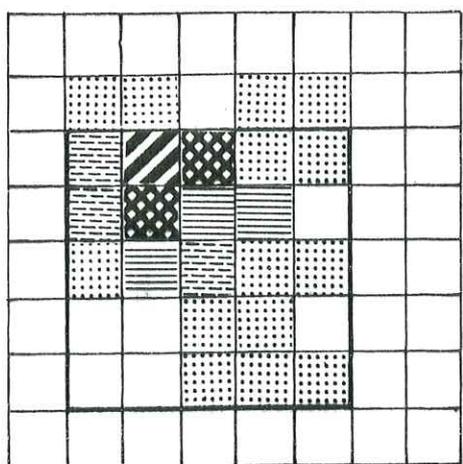
Cependant, la typologie et les caractères morphologiques des zircons restaient en grande partie semblables à ceux des roches encaissantes méta-



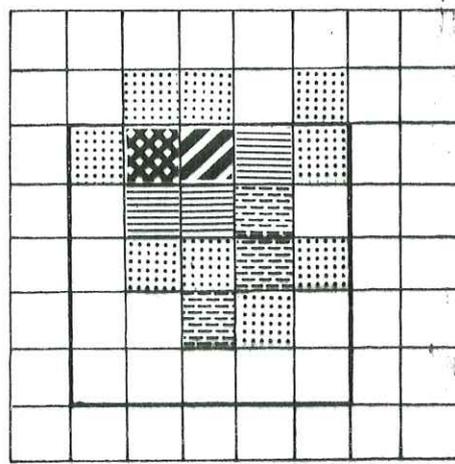
Ech. 36



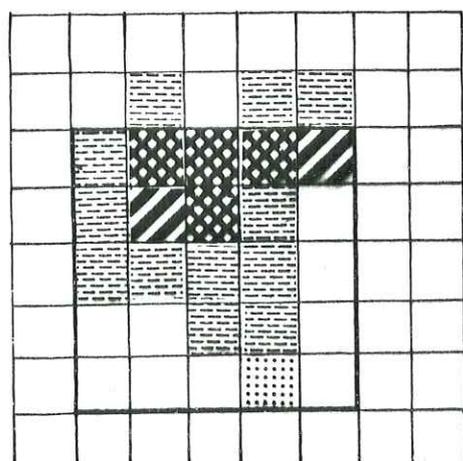
Ech. 81



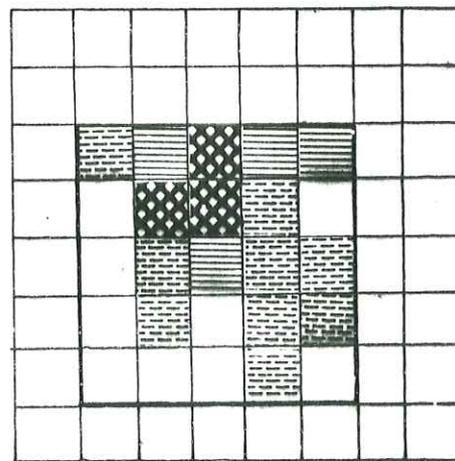
Ech. 84



Ech. 90



Ech. 91



Ech. 92

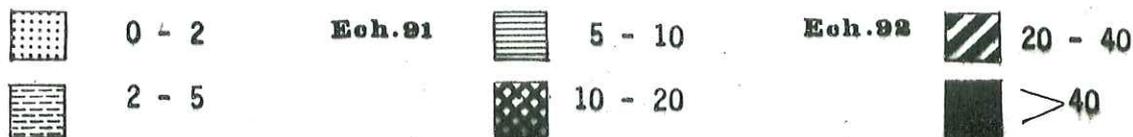


Fig.41 Distribution typologique de populations de zircons dans la série permienne de la bordure sud de l'Argentera-Mercantour (J. ROMAIN 1976 - inédit)

morphiques de l'Argentera étudiés par J. P. PUPIN (1976). On remarque la présence de zircons de migmatites et d'anatexites analogues à ceux des séries de Fenestre, des Adus et de la Valmasque (Argentera) autant par les caractères morphologiques (coloration, inclusion) que par la distribution typologique.

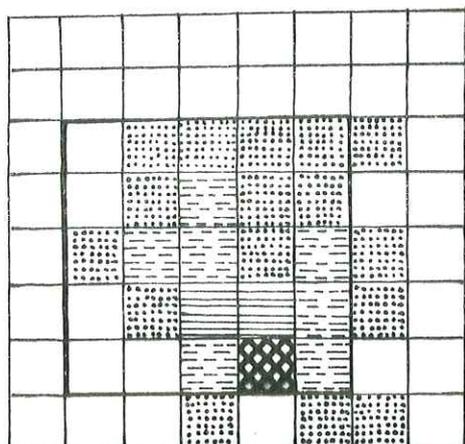
Une étude similaire (J. P. PUPIN, 1976) a été effectuée dans les grès permo-triasiques (fig.42) du Tanneron et de l'Estérel. On remarque également une distribution unimodale dans les populations de zircons.

Tout ceci montre la part d'apport des massifs dont la couverture est constituée par ces sédiments, selon les types de roches qu'ils comportent et qui se retrouve dans la typologie et les caractères des zircons des populations étudiées.

Le plus important dans cette étude comparative est la représentation des différents points moyens des populations étudiées. Il ressort que les champs de répartition de ces divers sédiments reste restreints pour les populations issues des sédiments géographiquement identiques, alors que les champs restent complètement différents dès qu'on considère chaque entité séparément.

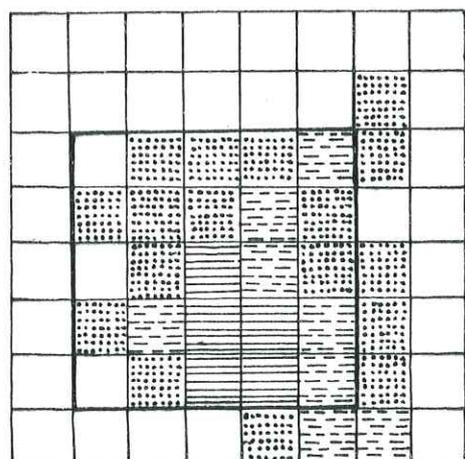
Un autre aspect important (fig.36) est le regroupement de tous les points moyens des sédiments de Saint-Antonin, suffisamment proches du champ des granites de Saint-Antonin.

Les sables, les grès, les ciments restent dans le champ calco-alcalin, et regroupés. Cela montre nettement que le socle qui a alimenté ces dépôts était bien le Socle de Saint-Antonin. La ressemblance dans la bimodalité, l'appartenance à un champ relativement restreint prouve le lien génétique commun de ces sédiments plus fins, car les prélèvements des échantillons ont été effectués à des distances assez rapprochées et sur une coupe depuis les niveaux inférieurs jusqu'au sommet. C'est la preuve d'un apport extérieur très réduit et l'alimentation par le socle in situ plus prépondérant.



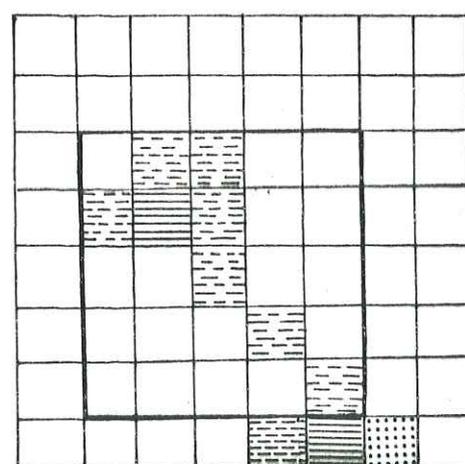
Distribution typologique de population de zircons de grès triassique du Tanneron (TA.65 - PUPIN 1976)

TA.65



Distribution typologique de population de zircons de grès permien supérieur d'Aigue-Bonne, Estérel (ES.161 - PUPIN 1976)

ES.161



Distribution typologique de population de zircons de l'arkose de Roquebrune-sur-Argens Sud du Mûy, Estérel occidental (MA. 166 - PUPIN 1976)

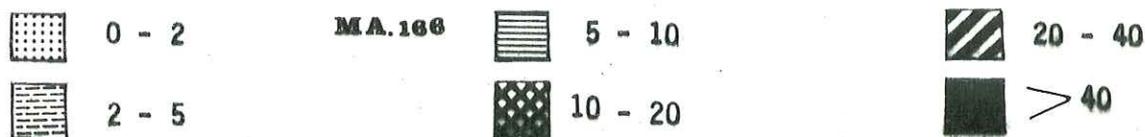


Fig.42

## CONCLUSION

Cette étude aura contribué à la mise en évidence d'éléments nouveaux, pour l'étude des matériaux détritiques de Saint-Antonin dont le caractère local reste aussi valable, de la même manière que le volcanisme. En effet, on observe des galets d'andésite mais pas de volcanisme en place dans les autres synclinaux nummulitiques les plus proches situés dans l'Arc de Castellane.

Nous avons mis en évidence l'originalité dans la nature pétrographique des granites de Saint-Antonin et compte tenu de nombreuses observations de terrain, nous sommes en mesure de conclure une origine en majorité locale de ces dépôts détritiques et volcanodétritiques.

Cette contribution à la recherche de la source d'apport des matériaux est en grande partie due à l'utilisation de nouvelles méthodes dont la valeur au point de vue pétrologique que sédimentologique vient d'être démontrée.

Nous pensons que sur des matériaux détritiques aussi grossiers que ceux de Saint-Antonin, pourront être caractérisés de la même façon, avec des résultats positifs, si les études comparatives sont menées en tenant compte de tous les paramètres tant sédimentologiques, tectoniques que paléogéographiques.

La méthode typologique d'étude du zircon lorsqu'elle est manipulée avec prudence et rigueur, semble donc susceptible, compte tenu du degré de résistance aux agressions de ce minéral, de renseigner sur la provenance des matériaux détritiques issus de zones d'alimentation actuellement disparues de l'affleurement. Il apparaît ainsi comme un auxiliaire de choix des méthodes jusqu'alors utilisées (pétrographie et géochimie) qui, bien que très précises, n'admettent pas toujours un pouvoir séparateur assez fin pour ce genre de reconstitution.

## CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Nos recherches avaient pour but essentiel de contribuer à une meilleure connaissance des formations détritiques du synclinal de Saint-Antonin. Ce travail nous aura permis, grâce à une étude géologique détaillée, de mettre, une fois de plus, l'accent sur l'originalité des séries détritiques tertiaires du secteur étudié.

Une étude pétrographique plus approfondie par rapport à nos prédécesseurs (ch. III) a contribué à la découverte d'un certain nombre de roches non décrites à ce jour dans les conglomérats polygéniques de Saint-Antonin (voir tableau n° 51 et 52).

En plus de ces variétés de roches nouvellement signalées, cette étude vient confirmer la très grande abondance de roches qui n'affleurent pas dans les massifs voisins (Maurès-Tanneron-Esterel et Argentera). Tout ceci montre que les hypothèses avancées dans les reconstitutions paléogéographiques et basées sur des aspects de ressemblance et de non ressemblance pétrographique nécessitent beaucoup de prudence. L'intégration de nombreuses données nous aura permis de mettre en évidence la grande complexité de la paléogéographie du bassin tertiaire de Saint-Antonin à l'Oligocène.

En ce qui concerne les granites que nous avons étudiés, cette étude aura apporté beaucoup plus de précisions grâce à l'apport d'informations à partir de la géochimie des éléments majeurs.

Notons qu'aucune analyse chimique publiée n'a été rencontrée dans la littérature. Une seule analyse chimique d'un granite de Saint-Antonin avait été mis en possession de J. VERNET (communication orale) par R. BROUSSE et n'a jamais fait l'objet de publication.

Un aspect important de ce travail est la confirmation de l'insuffisance des données pétrographiques, même étayées d'éléments géochimiques. En effet le report des granites comparés sur le diagramme Q.A.P. (tableau n° 44, 45, 46, 47) montre que ces diagrammes, bien que précis pour la détermination du nom des roches, ne créent pas de

frontière franche entre ces roches vraisemblablement identiques mais génétiquement différentes. On sait que selon E. RAGUIN (1970), M. BONIN (1975), J. P. PUPIN (1980), il y a granites et granites. Dans ce travail, l'utilisation de la méthode typologique du zircon accessoire (J. P. PUPIN et G. TURCO 1972) et de la classification génétique des granites (J. P. PUPIN, 1980) nous a permis de raffiner encore nos résultats (fig. 48).

Toutes les observations en notre possession ont permis d'émettre l'hypothèse de l'existence à l'Oligocène d'une zone d'apport aujourd'hui disparue à l'affleurement et que nous avons dénommée le "socle de Saint-Antonin" ; et enfin, d'intégrer ces données dans le cadre plus vaste de la tectogénèse alpine au Paléogène.

Outre ses nombreuses applications, nous pensons que les résultats de la typologie du zircon, exposés dans ce travail, pourraient aboutir à des possibilités nouvelles telles que la recherche des gisements sédimentaires ; une bonne connaissance de la typologie et des caractères du zircon dans les sédiments (sables, conglomérats ou alluvions) et des roches-mères contenant des filons minéralisés, peut conduire à mieux orienter (même de façon globale) les prospections. La seule condition nécessaire serait l'existence de zircon dans les roches-mères érodées et les sédiments issus de leur désagrégation ; ainsi la présence de zircon que nous pourrions baptiser de "traceurs" peut donner des indications rapides et peu coûteuses en prospection minière.

Tableau n° 51 : Roches signalées (M. BOUCARUT et J. BODELLE 1969)  
dans les conglomérats de Saint-Antonin

Roches grenues
Granite monzonitique à biotite
Granite monzonitique à grenat
Granodiorite (avec ou sans amphibole)
Granite subalcalin à biotite et muscovite
Gabbro à diallage
Diorite et diorite quartzique
Syénite à mélanite

Roches volcaniques
Rhyolite potassique
Rhyolite sodipotassique
Pyroméride potassique
Pyroméride sodipotassique
Andésite
Rhyodacite

Roches microgrenues et intermédiaires
Microgranite monzonitique
Microgranodiorite
Granophyre monzonitique
Granophyre granodioritique

Roches métamorphiques
Quartzite à muscovite
Anatexites
Leptynite
Gneiss amphibolique

Tableau n°52: Roches nouvelles signalées à Saint-Antonin

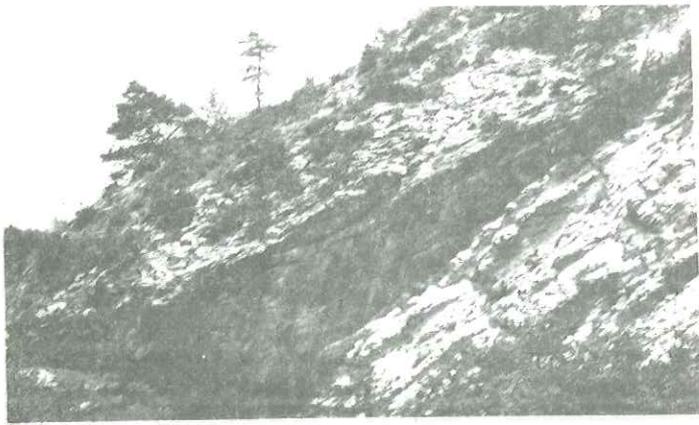
Roches grenues	Roches volcaniques
Granite hypersolvus à biotite et amphibole Granite à tourmaline Granite à enclave surmicacée en biotite Aplite alcaline à grenat Pegmatite à grenat automorphe	Rhyolites monzonitiques Pyroméride monzonitique Ignimbrite rhyolitique alcaline Ignimbrite rhyolitique monzonitique Dacite Dacitoïde (type Esterellite) Basalte Basalte à olivine Latite quartzique Latite andésite Andésite à olivine
Roches microgrenues et intermédiaires	
Microgranite alcalin Lamprophyres	
	Roches métamorphiques Micaschiste à deux micas Mylonite Amphibolite Gneiss migmatitiques Orthogneiss

## Remarque :

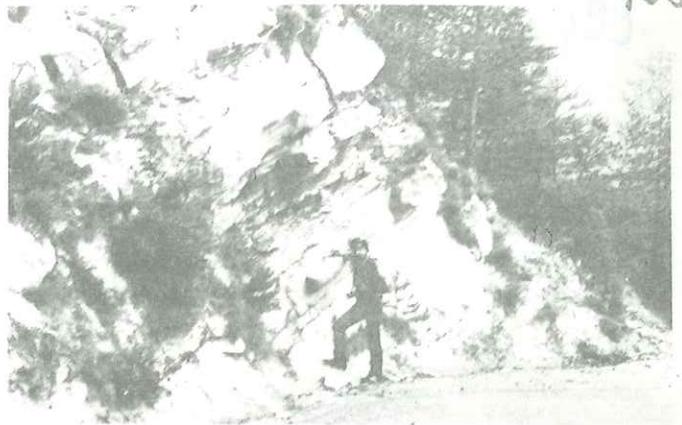
Toutes les roches signalées par nos prédécesseurs ont été décrites (chap. III) avec beaucoup plus de détails sur les faciès pétrographiques variables et complétées par l'analyse chimique des éléments majeurs (nous n'avons jamais rencontré de syénite à mélanite).

PLANCHE I

- 1 Barre de calcaire nummulitique de base (flanc sud)
- 2 Bancs de grès, sables et intercalations de marnes dans la formation détritique inférieure (coupe de Saint-Antonin)
- 3 Stratifications entrecroisées dans les sables conglomératiques inférieurs (coupe de Saint-Antonin)
- 4 Granoclassement local dans les sables clairs et conglomérats inférieurs
- 5 Alternances de plaquettes de grès, sables et marnes dans les formations détritiques moyennes (volcano-détritiques) à l'entrée Sud du village de Saint-Antonin
- 6 Affleurement de conglomérats avec un bloc de granite en place (conglomérats inférieurs)
- 7 Gros blocs de granite (coupe de Maubonnette ) à l'extrême-est du synclinal de Saint-Antonin (Echantillon G13)
- 8 Gros blocs de granites détachés des conglomérats inférieurs (dans le lit du Rioulan coulant flanc sud du synclinal)



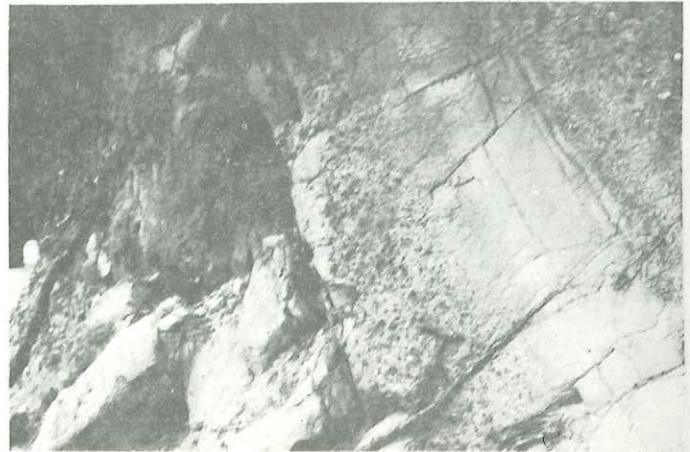
1



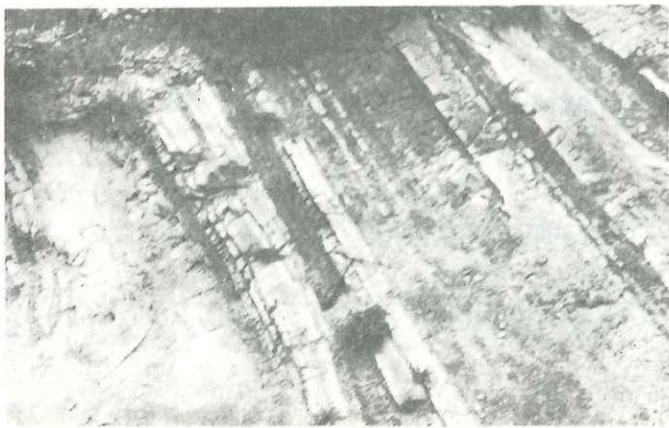
2



3



4



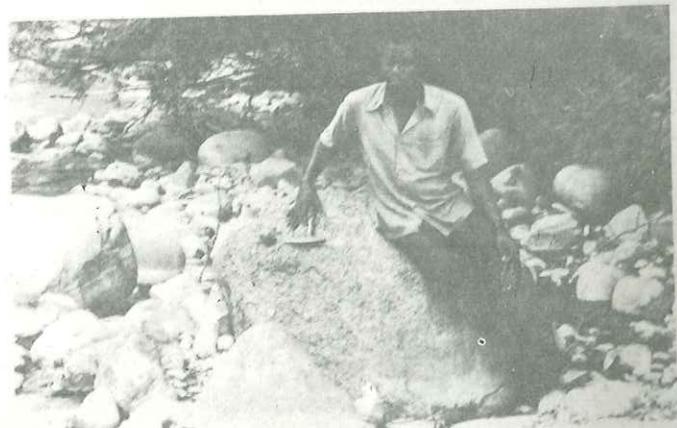
5



6



7



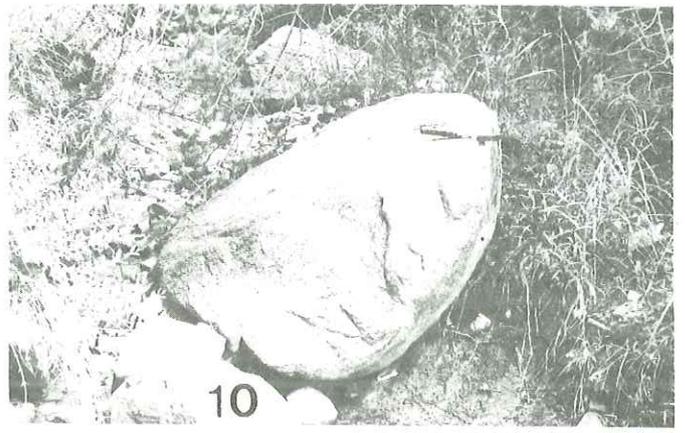
8

## PLANCHE II

- 9 Gros blocs de granite cassés (Est du synclinal)
- 10 Gros bloc de granite cassé
- 11 Affleurement de conglomérats dans la formation détritique inférieure
- 12 Brèches volcaniques andésitiques tertiaires de Saint-Antonin
- 13 Granite monzonitique porphyroïde à biotite
- 14 Granite hypersolvus (avec les perthites tigrées) à biotite et amphibole sodique
- 15 Granodiorite à biotite et amphibole
- 16 Aplite alcaline à muscovite et grenat



9



10



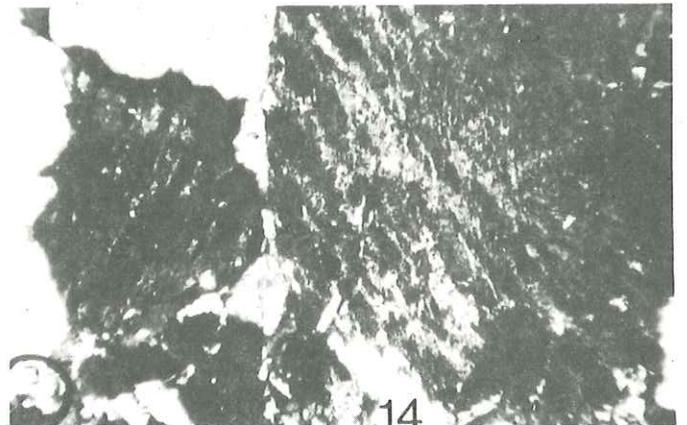
11



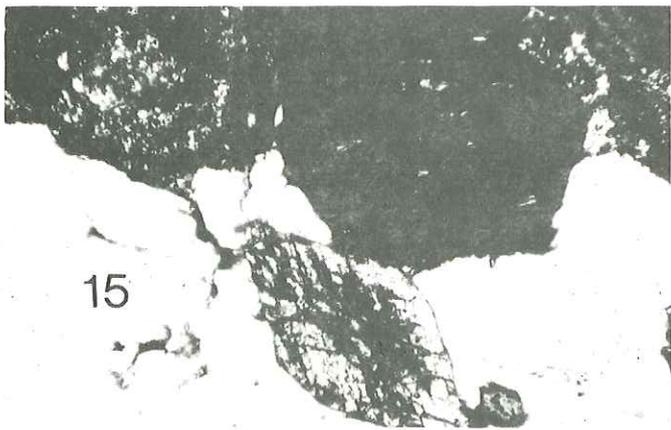
12



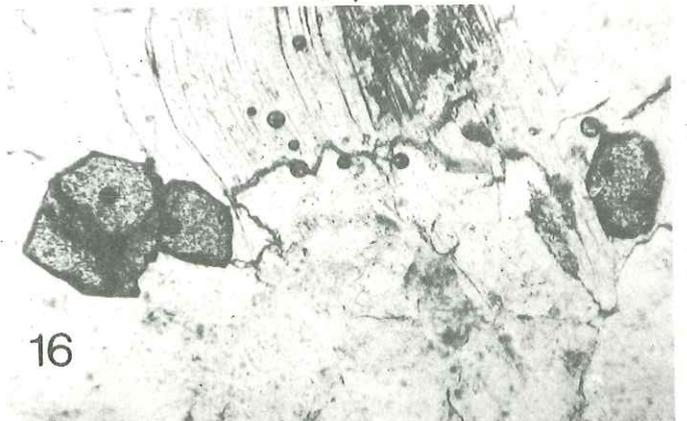
13



14



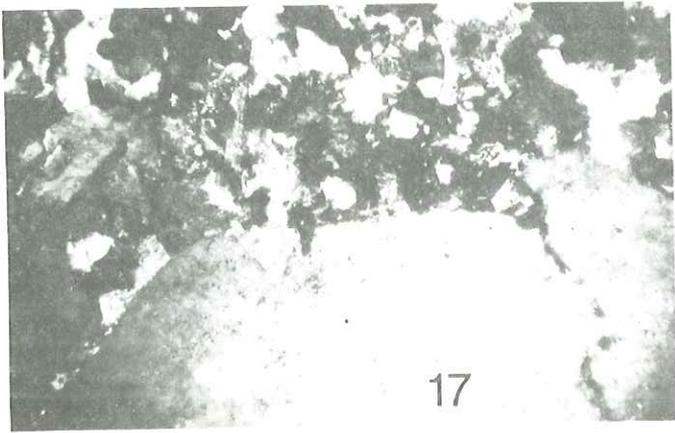
15



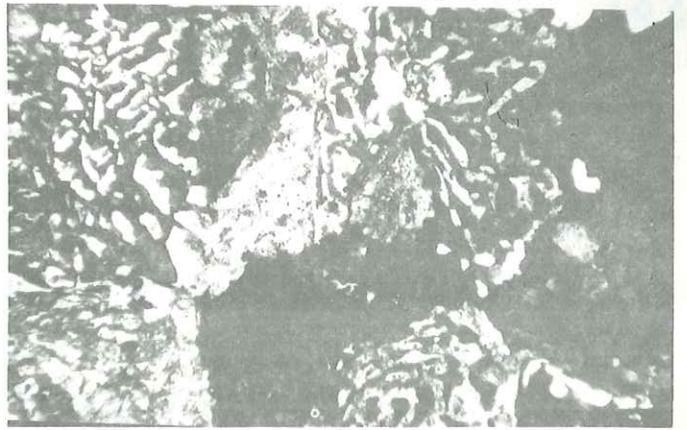
16

## PLANCHE III

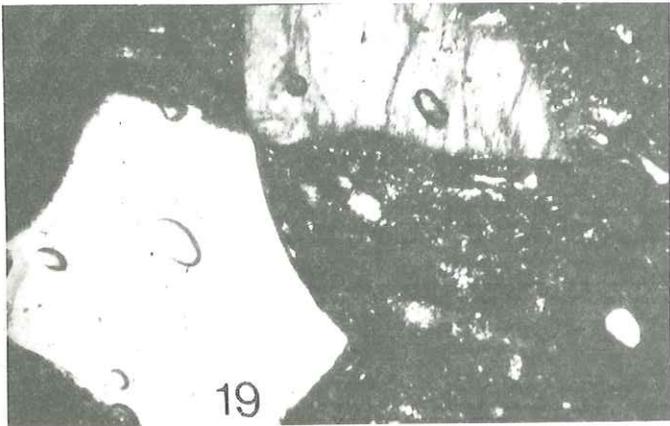
- 17 Micromonzogranite porphyrique à biotite
- 18 Granophyre monzonitique (Photo micropegmatite)
- 19 Rhyolite alcaline (Type Esterel)
- 20 Rhyolite monzonitique à biotite
- 21 Pyroméride monzonitique
- 22 Andésite (plagioclases zonés)
- 23 Cellules figées dans le bois fossile de Saint-Antonin  
(dans les brèches volcaniques)
- 24 Microdiorite quartzique à plagioclase zoné (type Esterellite)



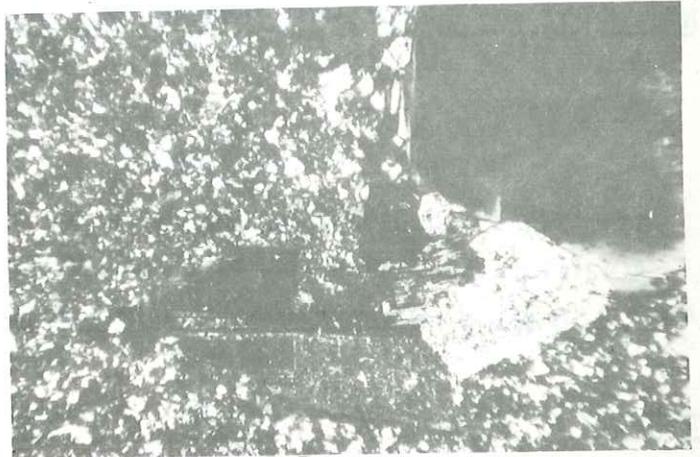
17



18



19



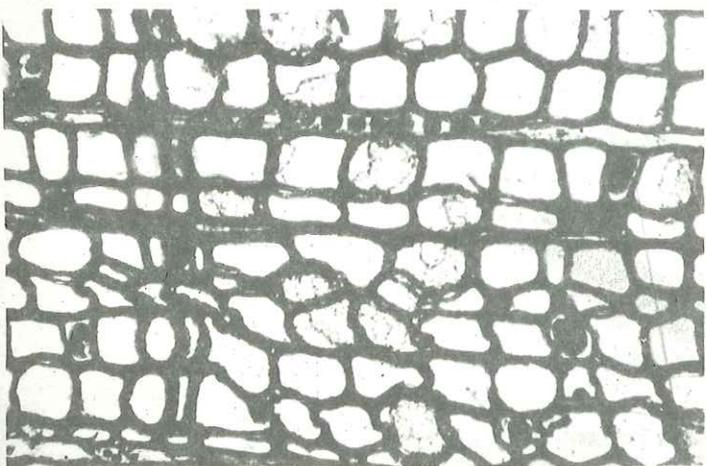
20



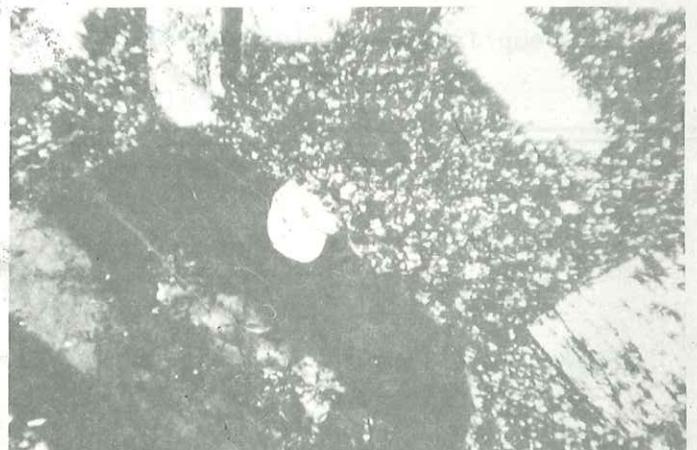
21



22



23



24

## PLANCHE IV

- Photo n° 38 : U<sub>25</sub> - Zircon du granite hypersolvus (Echantillon S17D<sup>7</sup>)  
 Photo n° 36 : N<sub>5</sub> - Zircon de rhyolite alcaline anorogénique (type Esterel)  
 Echantillon (R4)

Zircons des brèches volcaniques andésitiques de St-Antonin  
 (Echantillon G224)

- Photo n° 25 : N<sub>4</sub> Remarque :  
 " 26 : S<sub>24</sub> Présence de canalicule dont le bout rétréci est  
 " 27 : J<sub>4</sub> situé du côté où le zircon aurait cristallisé à  
 " 28 : J<sub>3</sub> partir d'un support (communication orale J. P. PUPIN)  
 " 39 : U<sub>23</sub> (Echantillon S51)

Zircons dans les galets d'andésite (dans la formation  
volcano-détritique moyenne) - Echantillon S11-

- Photo n° 29 : Q<sub>3</sub>  
 " 30 : S<sub>16</sub>  
 " 31 : Q<sub>5</sub>  
 " 32 : S<sub>21</sub>

Zircons de sédiments détritiques et volcano-détritiques

- Photo n° 37 : SZ<sub>2</sub> (zircon de type esterellite) - zircon de ciment de  
 conglomérat inférieur de Saint-Antonin (Echantillon C3 -cmti4)  
 Photo n° 35 : Q<sub>5</sub>-E - Zircon de sable roux (formation volcano-détritique  
 moyenne de Saint-Antonin) Echantillon c13 (Sbm<sub>2</sub>)

Photo n° 33 : S<sub>23</sub>

Photo n° 34 : Q<sub>5</sub>

Zircons à canalicules variés dans les formations  
 volcano-détritiques (Grauwacke du zynclinal de Barrême)

Echantillon : (E2)

S19 S20  
S24  
S25

N4

S24

J4

J3

S24

25

26

27

28

Q3

S16

Q5

S22 and S21  
S21

31

32

30

S23

29

U23

33

Q5

39

S24

34

U25

J4  
S24

38

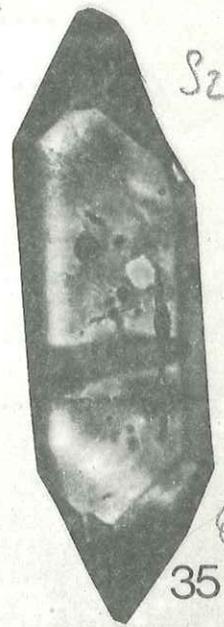


37



36

N5



35

Q5

## LISTE DES TABLEAUX

N°	Désignation	Page
1	Localisation des points de prélèvements des granites.....	
2	(suite) Localisation des points de prélèvement des granites.....	
3	Compositions minéralogiques des granites de Saint-Antonin .....	
4	(suite) Compositions minéralogiques des granites de St-Antonin..	
5	(suite) Compositions minéralogiques des granites de St-Antonin..	
6	Analyses chimiques de granites de Saint-Antonin .....	
7	(suite) .....	
8	Localisation des points de prélèvements des granodiorites.....	
9	Localisation des points de prélèvement des diorites .....	
10	Compositions minéralogiques des granodiorites.....	
11	Analyses chimiques de granodiorites de Saint-Antonin.....	
12	Localisation des prélèvements des gabbros.....	
13	Compositions minéralogiques des gabbros.....	
14	Localisation des points de prélèvement des microgranites.....	
15	Compositions minéralogiques des micromonzogranites.....	
16	Analyses chimiques des microgranites.....	
17	Localisation des points de prélèvement des rhyolites.....	
18	Compositions minéralogiques des rhyolites.....	
19	(suite) .....	
20	Analyses chimiques des rhyolites alcalines.....	
21	Compositions minéralogiques des rhyolites.....	
22	Analyses chimiques de rhyolites calco-alcalines.....	
23	Localisation des points de prélèvement des pyromérides.....	
24	Compositions minéralogiques des rhyolites (suite).....	

N°	Désignation	Page
25	Analyses chimiques de roches de pyromérides et ignimbrites.....	
26	Localisation des points de prélèvement : (Ignimbrite, Rhyodacite, Esterellite, basalte).....	
27	Composition minéralogique de rhyolites.....	
28	Analyses chimiques des rhyodacites.....	
29	Localisation des points de prélèvement (Andésites et roches associées).....	
30	Composition minéralogique d'andésite.....	
31	Analyses chimiques de roches andésitiques.....	
32	Localisation des points de prélèvement de roches métamorphiques	
33	Localisation des points de prélèvement de roches métamorphiques	
34	Compositions minéralogiques de roches métamorphiques.....	
35	(suite).....	
36	Analyses chimiques de roches métamorphiques.....	
37	Compositions minéralogiques des galets de Barrême.....	
38	Analyses chimiques de galets de Barrême.....	
39	Compositions minéralogiques de roches de Majastre.....	
40	(suite).....	
41	Analyses chimiques de granites de l'Argentera-Mercantour.....	
42	Analyses chimiques des granites des Maures-Tanneron.....	
43	Analyses modales de roches (galets) endogènes de St-Antonin...	
45	Evaluation approximative des proportions de différents types de roches dans les conglomérats en % de Saint-Antonin.....	
46	Points moyens ( $I.\bar{A}$ et $I.\bar{T}$ ) des populations de zircons de roches (galets ou blocs) dans les conglomérats de St-Antonin..	
47	Points moyens ( $I.\bar{A}$ et $I.\bar{T}$ ) des populations de zircons de roches(galets ou blocs) dans les conglomérats de St-Ant.(suite)	

N°	Désignation	Page
48	Points-moyens des populations de zircons dans les ciments des conglomérats et les sables de St-Antonin, comparés à ceux de la série permienne de l'Argentera.....	
49	Points moyens des Monzogranites de l'Argentera et des roches encaissantes.....	
50	Points moyens des granites des Maures-Tanneron.....	
51	Roches signalées (M. BOUCARUT et J. BODELLE 1969) dans les conglomérats de Saint-Antonin.....	
52	Roches nouvelles signalées à Saint-Antonin.....	

## LISTE DES FIGURES

N°	Désignation	Page
1	Position du synclinal de Saint-Antonin dans les chaînes subalpines méridionales.....	
2	Délimitation de l'Arc de Castellane.....	
3	Situation par rapport aux autres synclinaux de même âge....	
4	Log stratigraphique (coupe de Maubonette, Extrême-Est du synclinal).....	
5	Log stratigraphique (coupe de St-Antonin, Moyen-Est du synclinal).....	
6	Log stratigraphique (coupé de Sambuguel Centre-Est) .....	
7	Log stratigraphique (coupe de la Penne Centre du synclinal)	
8	Log stratigraphique (coupe de Saint-Pierre)	
9	Log stratigraphique (coupe de Bonvilar).....	
10	Log stratigraphique (coupe de Chamengearde, Ouest du syncl.)	
11	Log stratigraphique (coupe des Petit-Brins).....	
12	Log stratigraphique (coupe de Fontane).....	
13	Coupe géologique de Maubonette (Extrême-Est).....	
14	Coupe géologique de Saint-Antonin.....	
15	Coupe géologique de Sambuguel.....	
16	Coupe géologique de la Penne (centre).....	
17	Coupe géologique de Saint-Pierre.....	
18	Coupe géologique de Bonvilar.....	
19	Coupe géologique de Chamengearde (Ouest).....	
20	Coupe géologique des Petit-Brins.....	
21	Coupe géologique de Fontane.....	
22	Quelques champs de répartition dans la classification des roches éruptives (Jung et Brousse, Streckeisen).....	
23	Répartition de quelques échantillons (galets) étudiés dans le diagramme Q, A P.....	

N°	Désignation	Page
24	Répartition de quelques échantillons (galets) dans le diagramme alcalin-silice de Kuno (1968).....	
25	Indexation des cristaux de zircon.....	
26	Types et sous-types fondamentaux de la classification typologique (J. P. PUPIN et G. TURCO, 1972).....	
27	Types et sous-types fondamentaux et de quelques types et sous-types secondaires.....	
28	Diagrammes de distribution typologique des populations de zircons des granites de Saint-Antonin:.....	
29	(suite).....	
30	Diagrammes de distribution typologique des populations de zircons des granites et microgranites de Saint-Antonin.....	
31	Diagrammes de distribution typologique des populations de zircons des rhyolites.....	
32	Diagramme de distribution typologique des populations de zircons des andésites de Saint-Antonin.....	
33	Diagrammes de distribution typologique des populations de zircons des sables et grès de Saint-Antonin.....	
34	Diagrammes de distribution typologique des populations de zircons des ciments de conglomérats de Saint-Antonin.....	
35	Répartition des points moyens de quelques roches en galets dans les conglomérats de Saint-Antonin.....	
36	Répartition des points moyens de diverses populations de zircons étudiées - études comparatives.....	
37	Carte gravimétrique de la région occidentale des Alpes (en milligals).....	
38	Profondeur (en km) du socle anté-triasique dans le Sud-Est de la France.....	

N°	Désignation	Page
39	Carte de la profondeur de la surface de Mohorovicic dans les Alpes occidentales (en km).....	
40	Bloc diagramme illustrant la mise en place du volcanisme dans son contexte structural, à l'Oligocène moyen.....	
41	Diagrammes de distribution typologique des populations de zircons dans la série permienne de la bordure Sud de l'Argentera.....	
42	Diagramme de distribution typologique des populations de zircons dans les grès permo-triasiques du Tanneron-Esterel.	
43	Classification génétique des granites (In PUPIN 1980).....	
44	Répartition des granites de St-Antonin dans le diagramme Q.A.P.....	
45	Répartition des granites de l'Argentera dans le diagramme Q.A.P.....	
46	Répartition des granites des Maures-Tanneron dans le diagramme Q.A.P.....	
47	Répartition des granites de St-Antonin, de l'Argentera et des Maures-Tanneron dans le diagramme Q.A.P.....	
48	Comparaison des champs de répartition des points moyens de populations de zircons étudiées (St-Antonin) avec ceux des massifs régionaux.....	
49	Répartition des roches grenues de St-Antonin dans le diagramme Q.A.P.....	
50	Répartition des roches microgrenues et volcaniques dans le diagramme Q.A.P.....	

N°	Désignation	Page
51	Figurés des logs stratigraphiques et des coupes géologiques dans les formations nummulitiques de Saint-Antonin.....	
52	Répartition de quelques échantillons (galets) dans le diagramme Q.A.P. (A partir d'analyses modales).....	
53	Comparaison de quelques éléments chimiques (oxydes) dans les granites de Saint-Antonin et des massifs régionaux.....	

B I B L I O G R A P H I E

ALSAC C., BOCQUET J., BODELLE J. (1969)  
 Les roches volcaniques tertiaires du synclinal de Saint-Antonin (Alpes Maritimes) Bull. Rec. Géol. et Min. 2e série section I n° 3 (1969) p. 45-55.

AUGUSTITHIS S. S. (1973)  
 Atlas of the textural Pattern of Granites and Associated Rock Types. Elsevier Scientific Publishing Company Amsterdam. London - New-York 1973.

BAILY B. (1968) : Introduction à la Pétrologie. Prentice-Hall, In Englewood Cliffs, New Jersey.

BEAUDOIN B. CAMPREDON R., FRANCO M., GIANNERINI F., GIGOT P. GRANDJACQUET C., HACCARD D., LANTEAUME M., SPINI H., TAPOUL J. F. (1977)  
 Age et modalités de plissement des chaînes subalpines méridionales. 5e réun. ann. Sc. Terre, Rennes, p. 49

BELLAIR P. et POMEROL C. (1965)  
 Eléments de Géologie. Ed. Armand Collin 1965.

BERTRAND L. (1902)  
 Notice de la carte géologique de Nice, éch. 1/80 000 1ère édit.

BERTRAND L. (1936)  
 Sur l'âge des grès d'Annot dans les Alpes Maritimes Franco-italiennes C.R. Somm. Soc. Géol. Fr. p 73.

BESSON L. GROSSO F., PAIRIS J. L. et USUELLE P. (1970)  
 Etudes préliminaires sur les macrofaunes et les carbonates "Marnes bleues" du synclinal d'Annot (Basses Alpes) Trav. Lab. Géol. Grenoble, t. 46 p. 29-42.

BEUGNIES A. (1969)  
 Microscopie des Milieux cristallins - Ed. DUNOD 1969

BIJU-DUVAL J. (1953)  
 Description géologique du synclinal de Saint-Antonin et du Dôme d'Anirat (Alpes Maritimes) Dipl. Et. Sup. Paris 1953

BODELLE J. (1966)  
 Présence de niveaux attribués au Danopaléocène dans les Alpes-Maritimes (Synclinal de Saint-Antonin, C. R. Acad. Sc. Paris, série D, t. 262 n° 4 p. 425-427

BODELLE J. (1967)  
 Précisions stratigraphiques sur le Nummulitique de Cumanc (Basses-Alpes) C. R. Somm. Soc. géol. Fr. p. 125

BODELLE J. (1971)  
 Les formations nummulitiques de l'Arc de Castellane  
 Thèse de Doctorat ès Sciences. Univ. de Nice 1971, 582 p.

BODELLE J., VERNET J., BLONDEAU A. et Le CALVEZ (1966)  
 Sur l'âge des sables et conglomérats du synclinal de Saint-Antonin, (Alpes-Maritimes) C. R. Acad. Sc. Paris  
 Série D, t. 262 n° 6 p 613-615

BOEUF S., BIJU-DUVAL B. et GUBLER Y. (1961)  
 Les formations volcano-détritiques du tertiaire de Thones (Savoie) du Champsaur (Hautes-Alpes) et de Clumanc (Basses-Alpes)  
 Trav. Labo. Géol. Fac Sc. Univ. Grenoble t 37 p 143-156

BONIN B. (1980)  
 Les complexes acides alcalins continentaux : l'exemple de la Corse. Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences naturelles.  
 Univ. Pierre et Marie Curie - Paris VI

BORDET P. (1951)  
 Etude géologique et pétrographique de l'Estérel (Mém. pour serv. expl. Cart. géol. de France - 1 vol. 207 p)

BORDET P. (1966)  
 L'Estérel et le Massif du Tanneron. Ed. Hermann 1966

BOUCARUT M. (1967)  
 Structure du granite de l'Argentera et style tectonique de l'ensemble de ce massif (Alpes-Maritimes) C.R. Acad. Sc. Paris t. 264, p. 1573-1576.

BOUCARUT M. (1969)  
 Note préliminaire sur les enclaves des massifs granitiques de l'Argentera-Mercantour (Alpes-Maritimes France) en relation avec les conclusions de J. DIDIER sur les enclaves des massifs granitiques. Bull. Soc. Géol. France t. XVIII, n° 6 p 1377-1385

- BOUCARUT M. (1971)  
Etude volcanologique et géologique de l'Estérel (Var France)  
Thèse de Doctorat ès Sciences Univ. de Nice 1971)
- BOUCARUT M. et BODELLE J. (1969)  
Les conglomérats du synclinal de Saint-Antonin (Alpes-Maritimes) Etude  
pétrographique des galets de roches métamorphiques et éruptives)  
Conséquences paléogéographique . Bur. Rech. Géol. Min (2)  
Section 1 n° 3 p. 57-75
- BOWEN N. L. (1956)  
The evolution of the igneous Rocks (Dover publications. INC. New-York 1956
- BRIAN S. (1966)  
Rocks and Minerals . Ed. PERGAMON PRESS. London 1966
- BUTTGENBACH.A. (1953)  
Les minéraux et les roches. Ed. DUNOD, 8e édit.
- CAMPREDON R. (1972)  
Les formations Paléogènes des Alpes-Maritimes franco-italiennes  
Thèse de Doctorat ès Sciences Univ. de Nice 1972
- CAMPREDON R., BOUCARUT M. (1975)  
Alpes-Maritimes, Maures, Esterel. (Guides géologiques  
régionaux) Ed. Masson, 175 p.
- CAMPREDON R. GIANNERINI G., GIGOT P., LANTEAUME (1977)  
Analyse structurale de l'Arc de Castellane dans la région  
de la Roque Esclapon R. A. S. T. Rennes p 127
- CARON J. M., BONIN B. (1980)  
La Corse - 26 e Congrès géologique intern. Paris 7-17 juillet 1980 p 80-90
- CONTI P. (1978)  
La chaîne de la Verne (Maures, Var, France) : lithostratigraphie et  
pétrologie des formations cristallophylliennes.  
Thèse de Doctorat de Spécialité 3e cycle.
- COPPENS R., ROUBAULT A. (1966)  
Précis de géologie (Presses universitaires de France)
- COULOMB J. (1969)  
L'expansion des Fonds océaniques et la dérive des continents.  
Presses universitaires de France (1969) "La science vivante"
- CREVOLA G. (1977)  
Etude pétrographique et structurale de la partie orientale  
du Massif du Tanneron (Provence cristalline)  
Thèse de Doctorat de Spécialité 3e cycle Univ. de Nice 1977

CROWELL J. C. (1957)

Origin of pebbly mudstone

Bull. Géol. Soc. Amér, v 68 p. 993-1010

DEBELMAS J., GIRAUD P., SACCHI R. (1980)

Géologie des Alpes Franco-Italiennes (Introduction de la

Géologie du Sud-Est de la France - 26e congrès géologique international - p. 20-58

DEBELMAS J., KERCKHOVE Cl. (1980)

Les Alpes franco-Italiennes - 26e congrès géologique international Paris 7-17 juillet 1980 p. 21-58

DIDIER J. (1964)

Etude pétrographique des enclaves de quelques granites du Massif central français. Ann. Fac. Sc. Univ. Clermont, n° 23, Fasc 7

DIDIER J. et ROQUES M. (1960)

Nature des enclaves dans différents types de granites du Massif central français. XXI - International Géol. Congress, Copenhague, XIV, 194-206

ERIKSSON K. A. (1980)

Hydrodynamic and Paleogeographic interpretation of turbidite deposits from the Archean Fig Tree Group of the Barbeton Mountain Land, South Africa. Geological Soc. Amer. Bulletin, Part I, v. 91, p. 21-26, 7 figs january 1980  
Doc n° 00106

FAURE-MURET A. (1955)

Etude géologique sur le Massif de l'Argentera-Mercantour et ses enveloppes sédimentaires (Mém. Serv. expl. cart. géol. de France).

GIANNERINI G. (1978)

Contribution à l'étude géologique de la bordure méridionale de l'Arc de Castellane entre Mons et Bargême (Var) : Relations entre les déformations tectoniques et la sédimentation au cours du tertiaire.

Thèse de Doctorat de Spécialité 3e cycle Univ. de Nice 1978

GIRAUD J. D. (1975)

Une intrusion calco-alcaline type : l'Esterellite  
Position dans le contexte volcanologique tertiaire régional.  
Thèse de Doctorat de spécialité 3e cycle Univ. de Nice 1975

GIRAUD J. D., BELLON H. et TURCO G. (1979)

L'intrusion microdioritique tertiaire d'Alghero (Sardaigne)  
Age K/Ar et relation avec le magmatisme calco-alcalin sarde.  
Analogies avec les esterellites de l'Esterel (Var)  
CR. Acad. Sc. Paris t. 288 (8 janvier 1979)

GIRAUD J. D. et DIDIER J. (1981)

Présence de manifestations volcaniques à la base des grès de Taveyanne du secteur de Flaine - l'Arbaron (Haute-Savoie, France) C.R. Acad. Sc Paris, t. 292  
(19 janvier 1981) série II - 369

GIRAUD J. D., Le GUERN M. et TURCO G. (1980)

Contexte tectonique du volcanisme tertiaire du synclinal de Saint-Antonin (Alpe de Haute-Provence, France)  
C. R. Acad. Sc Paris t. 289, série D (29 oct. 1979)

GIRAUD J. D., PUPIN J. P. et TURCO G. (1980)

Caractères morphologiques du zircon dans les éries volcaniques calco-alkalines d'après l'exemple liguro-sarde-Implication pétrogénétiques.  
C.R. Acad. Sc. Paris t. 290 (31 mars 1980)

GIRAUD J. D. et TURCO G. (1979)

Dynamique du Volcanisme ligure. Signification dans la tectogénèse alpine. C.R. Acad. Sc. Paris t. 287 (9 juillet 1979)

GIRAUD J. D. et TURCO G. (1981)

Contexte tectogénétique du magmatisme calco-alkalin Oligocène du Sud-Est français (district ligure-provençal) modèle de mise en place du volcanisme.  
C.R. Acad. Sc. Paris, t. 292 ( 5 janvier 1981)

GOGUEL J. (1952)

Volcanisme d'âge tertiaire dans le synclinal de Saint-Antonin (Alpes Maritimes) CR. Acad. Sc. Paris t. 234 n° 22, p 2211-2212

GOGUEL J. (1963)

Les problèmes des chaînes subalpines. (Livre à la mémoire du Professeur P. Fallot). Mém. h. série, soc. Géol. Fr p. 301-307

GOGUEL J. , BODELLE J. (1971)

Carte géologique des synclinaux Nummulitiques de l'Estéron.

GOGUEL J., VERNET J. (1965)

Carte géologique détaillée de la France : Nice - Pont-St-Louis - Ech. 1/80 000 3e édi.

de GRACIANSKY P. Ch., LEMOINE M. (1980)

Excursion 27 : Paléomarge de la Téthys dans les Alpes Occidentales : Du Massif Central français aux ophiolites liguro-piemontaises. 26e congrès géologique international 1980

- GRANDJACQUET C. HACCARD D. (1972)  
Tectoniques superposées et orientation des accidents principaux dans les Alpes méridionales et l'Apennin  
C.R. Acad. Sci. Paris, t 274, D - p. 2845-2847
- GRANDJACQUET C., HACCARD D., LORENZ C. (1972)  
Essai de tableau synthétique des principaux événements affectant les domaines alpin et Apennin à partir du Trias.  
Bull. Soc. Géol. France, Fasc. 4 p 158
- GUBLER Y. (1958)  
Etude critique des sources du matériel constituant certaines séries détritiques dans le tertiaire des Alpes françaises du Sud. Formations détritiques de Barrême, Flysch "Grès d'Annot" Vol. 51 n° 1 p 942-957. *Eclogae geologicae Helvetiae*.
- GUEIRARDS. (1958)  
Etude pétrographique et zonéographique des schistes cristallins des Maures (Var)  
Thèse de Doctorat ès Science Un. Aix-Marseille 1958
- HALLAM A. (1976)  
Une révolution dans les Sciences de la Terre. (De la Dérive des Continents à la Tectonique des plaques) Ed. du Seuil 1976
- HEINRICH E. Wm (1956)  
Microscopic Petrography Mc Graw-Hill, New-York, N. Y.
- HOLMES A. (1917)  
A mineralogical classification of igneous rocks  
Geol. Mag. 4 (6) : 115-130
- HOLMES A. (1928)  
The nomenclature of petrology - Murby, London 2nd ed. reprint 1971, Hafner New-York, N. Y.

IDDINGS J. P. (1909) et (1913)

Igneous Rocks, I, II, Wiley, New-York, N. Y.

IUGS (1973)

Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks.

Classification and Nomenclature of Plutonic Rocks,

Recommendations. (Geol. Newsletter, 1973) 2 : 110-127

N. Jahrb Miner Mh. 1973 - 149-164. Geotimes, oct. 1973

26-30. Geol-Rundsch, 1974, 63 : 773-785 - Vorobieva and

Efremova (1973) - Sabine (1974) Mikhailov (1973)

IWUCHUKU S. (1968)

Etude sédimentologique du grès d'Annot dans le synclinal  
tertiaire d'Annot. Dipr Et. Sup. Un. Grenoble 34 p

JOHANSEN A. (1917)

Suggestions for a quantitative mineralogical classification  
of igneous rocks. (J. Geol. 25 : 63-97)

JOHANSEN A. (1920)

A quantitative mineralogical classification of igneous rocks  
revised. (J. Geol, 28 : 38-60, 159-177, 210-232.

JOHANSEN A. (1922-1929)

Essentials for the microscopical determination of rocks  
forming minerals in thin sections.

Un. of Chicago Press, Chicago. 1st ed. 1922 ; 2nd ed . 1929

JOHANSEN A. (1931-38-39)

A descriptive petrography of the igneous rocks. vol. 1

1st ed. 1931-1938 2nd ed. 1939. Introduction, textures,  
classifications and glossary (Un. of Chicago Press)

JUNG J. et BROUSSE R. (1959)

Classification modale des roches éruptives. Utilisation  
des données dournies par le compteur de points. Ed. Masson et Cie

- JUNG J. et BROUSSE R. (1969)  
Précis de pétrographie : Roches sédimentaires, métamorphiques  
et éruptives. Ed. Masson et Cie 1969
- KARNER F. R. et HELGESEN J. O. (1970)  
Petrologic significance of zircon variation in the Tunk  
Lake Granite, Southeastern Maine. J. of Geol, v. 78,  
n° 4, pp : 480-498.
- KUENEN Ph. H. (1958) a  
L'âge d'un bassin méditerranéen. Colloques Internationaux  
du CNRS, 83, p 157-210
- KUENEN Ph. H. (1958) b  
Problems concerning source and transportation of flysch  
sediments. Geol. en Mijnb (N. W. ser;) 20 p, p 329-339
- KUENEN Ph. H. (1958)c  
Turbidity currents a major factor in flysch deposition.  
Ecl. Geol. Helv, 51p 1009-1021
- KUENEN Ph. H., FAURE-MURET A., LANTEAUME M. et FALLOT P. (1957)  
Observations sur les flyschs des Alpes Maritimes françaises  
et italiennes. Bull. Soc. Geol. France, 6e série, 7, p 11-26
- LACROIX Y. (1962)  
Analyse chimique. Interprétation des résultats par le calcul  
statistique. Ed. Masson, 68 p
- LANTEAUME M. (1958)  
Schéma structural des Alpes Maritimes franco-italiennes.  
Bull. Soc. Geol. Franco (6), VIII p. 651-674.
- LAPPARENT A. F. (de) (1938)  
Etudes géologiques dans les régions provençales et alpines  
entre le Var et la Durance. Bull. Serv. Carte géol. Fr,  
t. XL, n° 198

- de LAPPARENT A. F. (1965)  
Précis de Minéralogie Ed. A. Blanchard Paris 1965
- de LAPPARENT A. F. (1966)  
A propos des conglomérats anténummulitiques des Alpes de Provence. Bull. Soc. Geol. Fr. (7) t. VIII, p 454-457.
- Le GUERN M. (1979)  
Le volcanisme andésitique tertiaire du synclinal de Saint-Antonin; position dans le contexte volcanique du Sud-Est de la France. (Thèse de doctorat de Spécialité 3e cycle)  
Un. de Nice 1979.
- LEMOINE M. (1948)  
Sur les dislocations de la bordure du massif de l'Argentera-Mercantour. CR. Acad. Sc. Paris, t. 226 p 1027-1028
- LOMBARD A. (1972)  
Séries sédimentaires, gènesè-Evolution (Masson et Cie 1972)
- LUGEON M. (1911)  
Sur l'origine des blocs exotiques du Flysch péalpin (Versammlung in Schuts P. Beck, Geologie des Gebirge nördlich von Interlaken Mat. Carte geol. de la Suisse N. S. liv XXIX, 1911 p 217-220
- MARMO V. (1971)  
Granite petrology and the granite problem.  
Elsevier publishing company, Amsterdam, London, New-York 1971
- MARTIN R.F.et BONIN B. (1976)  
Water and magma genesis : The association hypersolvus granite Subsolvus granite. Canad. Miner, 14, 228-237
- MATTAUER M. (1973)  
Les déformations des matériaux de l'écorce terrestre.  
Ed. Hermann, 493 p.

NOCKOLDS S. R., KNOX R.W. O. B., CHINNER G. A. (1978)  
 Petrology for Students. Cambridge University Press  
 1978 Reprint 1979

ORSINI J. B. (1968)  
 Etude pétrographique et structurale du Massif du Tanneron  
 (Var) (Partie occidentale et centrale).  
 Thèse de Doctorat de Spécialité 3e cycle Un. Grnoble 1968

ORSINI J. B., COULON C. et COCOZZA T. (1980)  
 La dérive cénozoïque de la Corse et de la Sardaigne.  
 Paris 7-17 juillet 1980, 26e congrès géol. inter.  
 Excursion 38. Geologie Alpine, t. 56, p 169-202

PARFENOFF A. , POMEROL C., TOURENQ J. (1970)  
 Les Minéraux en grains - Méthode d'étude et de détermination  
 Ed. Masson et Cie)

PERRIER G. et VIALON P. (1980)  
 Les connaissances géophysiques sur le Sud-Est de la France  
 Implications géodynamiques. 26e congrès géol. Inter.  
 p 13 - 20.

POLDERVAART A. (1955)  
 Zircon in rocks 1 - Sedimentary rocks - Am Journ. Sc.  
 v; 253, p 433 - 461

POLDERVAART A. (1956)  
 Zircon in rocks  
 2 - Igneous rocks - Am Journ. Sc. v. 254 pp 521-554

POLDERVAART A. et ECKLMANN F. D. (1955)  
 Growth phenomena in zircon of autochthonous granites  
 Bull. Géol. Soc. Am, v. 66 pp 947 - 948

POMEROL C. (1964)  
 Répartition des minéraux lourds au crétacé et à l'Eocène dans  
 le bassin de Paris, la Belgique et le Sud de l'Angleterre.  
 Conséquence paléogéographique. C. R. 22e congrès Inter.  
 New Delhi part 3 pp 144-157

- PUPIN J. P. (1967)  
Etude des minéraux accessoires lourds des roches granitiques  
et cristallophylliennes du Massif de l'Argentera-Mercantour  
(Alpes-Maritimes) Dipl. Et. Sup. Marseille, 121 p
- PUPIN J. P. (1976)  
Signification des caractères morphologiques du zircon commun des  
roches en pétrologie. Applications. (Thèse de Doctorat ès Sciences  
Univ. de Nice 1976)
- PUPIN J. P. (1980)  
Zircon and Granite Petrology (Contributions to Mineralogy and  
Petrology c By Springer - Verlag 1980  
Contribution Mineral. Petrol. 73, 207-220
- PUPIN J. P. (1981)  
A propos des granites potassiques  
C. R. Acad. Sc. Paris, t 292 (26 janvier 1981) Série II
- PUPIN J. P., BONIN B., TESSIER M. et TURCO G. (1978)  
Rôle de l'eau sur les caractères morphologiques et la cristalli-  
sation du zircon dans les granitoïdes.  
Bull. Soc. Geol. Fr. t XX, n° 5 p 721-725
- PUPIN J. P., BOUCARUT M., TURCO G., GUEIRARD S. (1973)  
Les zircons des granites et migmatites de l'Argentera-Mercantour  
et leur signification pétrogénétique.  
Bull. Soc. Fr. de Min et de Crist, 92. p 472-483
- PUPIN J. P., CASANOVA R. et TURCO G. (1975)  
Les zircons de quelques granitoïdes précambriens de  
Côte d'Ivoire. Schweiz. Min-Pétri. Mitt 55, p 35-50
- PUPIN J. P., DUPUIS C. et TURCO G. (1979)  
Le zircon et l'origine mantellique de certains granites.  
Le poin après l'étude du complexe de Ploumanac'h. 7e réunion  
Ann. Sc. de la Terre, Lyon p 387. Ile Grande (Bretagne N)
- PUPIN J. P. et TURCO G. (1970)  
Observations nouvelles sur les nuclei et le zonage des cristaux de  
zircon. Problèmes pétrogénétiques qui en découlent.  
Schweiz - Min. Petro. Mitt. v. 50 (3) pp 527-538
- PUPIN J. P. et TURCO (1972 a)  
Une typologie originale du zircon accessoire  
Bull. Soc. Fr. Min. Cristallog. t 95 p 348-359

- PUPIN J. P. et TURCO G. (1972 b)  
Le zircon accessoire en géothermométrie.  
C. R. Acad. Sc. Paris, t 274 p 2121-2124
- QUIN J. P. (1969)  
Les granites alcalins et hyperalcalins du Nord-Ouest de la  
Corse. Thèse Sciences, Marseille, 540 pages
- RAGUIN E. (1970)  
Pétrographie des Roches plutoniques dans leur cadre  
géologique. Ed. Masso et Cie 1970
- RINNE F., BERTRAND L., ORCEL J. (1949)  
La Science des Roches. Lib. Lamarre Paris 1949
- RITTMANN A. (1963)  
Les Volcans et leur activité. Ed. Masso et Cie
- RITTMANN A. (1973)  
Minerals, Rocks and Inorganic Materials. Stable Mineral  
Assemblages of Igneous Rocks. (Springer-Verlag Berlin -  
Heidelberg New-York 1973)
- ROCCI M. G. (1965)  
Exercices de calculs pétro-chimiques (Univers. de Nancy  
Fac. des Sciences Janv. 1965)
- ROMAIN J. (1976) (Inédit)  
Application au problème de l'origine du matériel détritique  
des séries permienes de la bordure Sud-Ouest du Massif de  
l'Argentera-Mercantour d'une typologie du zircon accessoire  
D. E. A. Univ. de Nice 90 p
- ROMAIN J. (1978)  
Etude pétrographique et structurale de la Bordure Sud-  
Occidentale du Massif de l'Argentera (St- Martin Vésubie  
à la Cime du Diable) (Thèse de Doctorat de Spécialité  
3e cycle Univ. de Nice, 1978)

ROUBAULT M. (1963)

Détermination des minéraux des roches au microscope polarisant.

Ed. Lamarre Poinat 1963

SALIOT P., DAL PIAZ G. U., FREY M. (1980)

Excursion 108 Métamorphisme de haute pression dans les Alpes Franco-italo-Suisses. 26e congrès géologique inter. 1980

SEYLER M. (1975)

Pétrologie et lithostratigraphie des formations cristallophylliennes dans la chaîne de la Sauvette (Maures, Var, France) Thèse de Doctorat de Spécialité 3e cycle Univ. de Nice 1975

SORENSEN H. (1974)

The alkaline rocks. 622 pages. John Wiley and Sons London - New-York Sydney - Toronto

STANLEY D. J. (1961)

Etudes Sédimentologiques des grès d'Annot et leur équivalents latéraux. (Revue de l'Institut français du Pétrol, nov. 1961 158 pages Ret. 6821)

STANLEY D. J. (1970)

The new concepts of Continental Margin Sedimentation (Amer-Geological-Institute, Washington 440 p 1970)

STANLEY D. J. (1975)

Submarine Canyon and Slope sedimentation (grès d'Annot) in the French maritime Alps.

(IXe congrès intern. de sédimentologie) Nice 1975

- STANLEY D. J. and MUTTI E. (1968)  
Sedimentological evidence for emerged land mass in the  
Ligurian sea during the paleogene ; Nature, v. 218, p 32-36
- STRECKEISEN A. L. (1967)  
Classification and nomenclature of igneous rocks.  
Final report of an inquiry - (N. Jahrb Miner. Abh, 107 ;  
p 144-240
- STRECKEISEN A. L. (1974)  
How should charnockitic rocks be named In geologie des  
Domaines cristallins. Soc. Geol. Belf, Liège pp 349-360
- STRECKEISEN A. L. (1976)  
In Earth Sciences Reviews, Vol. 12, n° 1, 1976, p 1-33  
Traduction. S. Lemoine p 4-29 (A chaque Roche plutonique  
son nom propre)  
Faculté des Sciences - Département des Sciences de la Terre  
B. P. 4322 ABIDJAN . Série Documentation n° 16 - 1976
- TAYLOR S. R. (1968)  
Geochemistry of andesite in "origin and distribution of  
the elements"  
L. H. AHRENS ed. Pergamon Press p 560-583
- TESSIER M. (1979)  
Caractères morphologiques du zircon de roches magmatiques  
alcalines et calco-alcalines de Corse. Implications  
pétrogénétiques. (Thèse de Doctorat de Spécialité  
3e cycle, Nice - 112 pages)

- TESSIER M., PUPIN J. P., TURCO G. et VELLUTINI P. (1978)  
 Le zircon, un argument pour distinguer les rhyolites  
 orogéniques des rhyolites des complexes annulaires :  
 l'exemple corso-provençal. C. R. Acad. Sc. Paris,  
 t. 287, p. 407-410/
- TILLEY C. E. (1950)  
 Some aspects of magmatic evolution.  
 Quart. J. Geol. Soc. London, 106, 37-61.
- TOURE S. (1979)  
 Etude géologique du synclinal de Saint-Antonin  
 Description pétrographique des galets de roches endogènes  
 des conglomérats.  
 (D. E. A. Géologie Minéralogie - Lab. de Pétrol.-Minéralogie  
 Un. de Nice - UER Sc. 1979 (Inédit)
- TOURE S. (1979) (inédit)  
 Monographie des roches endogènes du Sud-Est (Maures-Esterel-  
 Tanneron- Argentera) de la France - Sujet de Bibliographie  
 (D. E. A. Un. Nice , 90 pages + Fichier de 300 analyses chim.)
- TRUMPY R. et BERSIER A. (1954)  
 Les éléments des conglomérats oligocènes du Mont Pélérin :  
 Pétrographie, statistique, origine. vol 47 n° 1, Eclogae,  
 Géologicae, Helvetiae, p 119-116
- TULL J. F. and STOW S. H. (1980)  
 The Hillabee Granite: A mafic volcanic complex in the  
 Appalachian Piedmont of Alabama. (Depart. of Amer. Bull, Part I  
 v. 91, p 27-36, 8 figs, 2 tables, januaru 1980. Doc n° 00107
- TYRRELL G. W. (1926)  
 The Principles of Petrology (An introduction to the Science  
 of Rocks) 1st ed. 1926, 2nd ed. 1967 , 3d ed. 1971.

- VELLUTINI P. (1975)  
Sur la structure du massif de granite rouge de Porto  
(Corse du Nord-Ouest) C. R. Acad. Sc. Paris, t. 280 p 813-816
- VELLUTINI P. (1977)  
Le magmatisme permien de la Corse du Nord-Ouest. Son  
extension en Méditerranée occidentale.  
(Thèse Sciences, Aix-Marseille III, 277 pages.
- VERNET J. (1964)  
Sur le Volcanisme du synclinal de Saint-Antonin (Alpes-  
Maritimes) et sa place dans la série stratigraphique.  
CR. Acad. Sc. Paris t. 258 Groupe 9 p 6489-6490 (29 juin 1964)
- VERNET J. (1964)  
Sur les poudingues tertiaires à très gros galets de granite  
du synclinal de Saint-Antonin (Alpes-Maritimes) et les  
problèmes qu'ils posent. C.R. Acad Sc. Paris t 258  
Groupe 9, (22 juin 1964) p 6189-6190
- VERNET J. (1966)  
Sur le volcanisme et les gros galets de granite du  
Priabonien de la Vallée de l'Estéron (Alpes-Maritimes) et  
leur signification paléogéographique et orogénique  
(C.R. Acad. Sc. Paris t. 263 p 22-24 , 4 juillet 1966)
- VERNET J. (1967)a  
Présence d'un lambeau du socle dans l'Arc de Nice (Alpes-  
Maritimes) C. R. Acad. Sc. Paris, t 265 p 305-307
- VERNET J. 1967)b  
Le Massif de l'Argentera. Données récentes sur la tectonique  
du massif de l'Argentera. Tr. Lab. Fac. Grenoble t 43
- VERNET J. (1976)  
Le système des chaînes alpines eurasiques et sa place  
dans la tectonique du globe. C.R. Acad. Sc. Paris, t 283;  
P. 1617-1619.

VERNET J. (1977)

"La boucle sialique" et la Structure en arc des Alpes occidentales. C.R. Acad. Sc. Paris, t 284 p 5-8

VERNET J. (1977)

Sur la morphologie du soulèvement alpin actuel : les grands plis transversaux. C.R. Acad. Sc. Paris, t 285, p 1225-1228.

WEDEPOHL K. L. (1969)

Composition and abundance of common igneous rocks.  
In K. H. Wedepohl (Editor) Hand book of Geochemistry, I.  
Springer, Heidelberg, p. 226-249

WILLIAMS H., TURNER F. J. (1954)

Petrography. An introduction to the study of Rocks in thin sections. Ed. Freeman 1954

WILLIAMS H., TURNER F. J. and GILBERT Ch. M. (1958)

Petrography. Ed. Freeman, San Francisco.

WILKINSON J. F. G. (1967)

The petrography of basaltic rocks.  
In H. H. Hess, A. Poldervaart (Editors)  
Basalts. Wiley, New-York, N. Y. p 163-214.

WINKLER H. G. F. (1965)

La genèse des roches métamorphiques. Ed. Ophrys 1965.  
Traduction de l'édition allemande : "Die Geneseder Metamorphen Gesteine" par J. P. von Eller et M. Wolf, Lab. de Geol. de la Fac des Sc. Un. de Strasbourg - 1965. Springer - Verlag Berlin, Heidelberg

WHITE J. F., CORWIN J. F. (1961)

Synthesis and origin of calcedony. American Mineral, 46, 112-119.

WRIGHT J. V., ALAN L. S. and STEPHEN S. (1980)

A working terminology of pyroclastic deposits

(Journal of Volcanology and Geothermal Research, 8 (1980)

315-336. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam.

WYLLIE . J. (Editor) (1967)

Altramafic and Related Rocks, Wiley, New-York, N. Y. 464 pp.

### CARTES GÉOLOGIQUES

Carte géologique à 1/50 000 des synclinaux nummulitiques de l'Estéron  
Levers originaux de J. BODELLE pour l'ensemble du tertiaire.  
Levers de J. GOGUEL pour le Mésozoïque du Mont-Vial  
(coin N. E.) et de C. Montenat pour le Mésozoïque du reste  
de la carte. Coordination par J. BODELLE 1971 (Annexe thèse 1971)

Carte géologique ROQUESTERON 1/50 000 (1980) levers de :

1 - 1934 et 1969 par Jean GOGUEL pour le Mont-Vial

2 - 1964 à 1969 par Jacques BODELLE pour les synclinaux  
nummulitiques de l'Estéron et Cristian MONTENAT pour  
le Mésozoïque.

3 - 1973 par Guy MENNESSIER

4 - 1948 à 1974 par Léonard GINSBURG, Carte géologique de France.

Carte géologique détaillée de la France - Nice - (Pont-St-Louis 1/80 000)  
1ère éd. (1902) de 1893 à 1900 par Léon BERTRAND et ZURCHER  
2e éd. 1939) de 1913 ) 1935, par Léon BERTRAND, A. LANQUINE,  
E. MAURY, MM. A. RIVIERE et P. BELLAIR ; 3e éd. de 1942 à  
1963 publiée en 1965. M. L'abbé P. BORDET, Mlle A. FAURE-MURET  
et J. CARRIVE ; P. FALLOT et A. FAURE-MURET ; B. GEZE ;  
L. GINSBURG ; J. GOGUEL avec la collaboration de J. VERNET ;  
L. LANTEAUME ; - MENNESSIER . Publication de la 3e éd. par  
J. GOGUEL en 1965.

Carte géologique de Marseille à Menton

Bureau de recherches géologiques et Minières (Service  
géologique national) 1/200 000 (B.R.G.M.)

BIBLIOGRAPHIE ARRETEE LE 5 MAI 1981

## COMPLEMENT DE BIBLIOGRAPHIE

BONIN B. (1975)

Il y a granites et granites.  
La Recherche, v 6 n° 57, pp 570-573

STRECKEISEN (1976)

To each plutonic rock its proper name  
Earth Sc. Rev. 12, 1-33

VERNET J. (1962)

Sur l'existence probable d'une ride anticlinale du socle  
unissant les massifs de Tanneron et de l'Argentera.  
(Alpes-Maritimes) Extrait du C.R. SOMMAIRE DES SEANCES  
DE LA SOCIETE GEOLOGIQUE DE FRANCE. 1962 n° 5,  
Séance du 7 mai 1962, page 140

VERNET J (1965)

Problèmes de structures tectoniques et de tectonogénèse  
dans les Alpes-Maritimes (Zones alpines externes)  
90e congrès des Sociétés. Nice 1965 - Tome II

VERNET J. (1974)

Présence et signification tectonique d'une schistosité  
tardive dans les terrains de couverture aux abords du massif  
de l'Argentera (Alpes-Maritimes)  
C.R. Acad. Sc. Paris, t. 278 (25 janvier 1974)

VERNET J. (1981)

Une singularité de l'arc alpin : la transversale  
"provençale". Ses problèmes.  
Congrès des sociétés savantes 1981 (sous presse).

Dans ce fascicule seront rassemblées quelques analyses chimiques, compositions modales ou virtuelles des roches étudiées (galets de conglomérats). Seront portés également les points de prélèvement des échantillons (localisation des affleurements avec coordonnées Lambert). Nous mentionnerons aussi les compositions minéralogiques (résumées) d'un certain nombre de galets sous forme de tableaux, le représentant de chaque groupe de roches semblables ayant déjà fait l'objet d'une description détaillée dans le texte.

Les analyses chimiques ont été réalisées par H. GIMENEZ, Laboratoire de Pétrologie-Minéralogie, Nice. Elles ont porté sur des galets (roches totales) provenant essentiellement des conglomérats du synclinal de Saint-Antonin et quelques uns du synclinal de Barrême au NW.

Les éléments (Si, Al,  $Fe^{3+}$ , Ti, P) ont été dosés par méthode colorimétrique (appareillage : Autoanalyseur Technicon) par attaque de la roche (poudre  $< 100\mu$ ) à l'aide d'une solution de tétraborate de Lithium additionnée de (HCl,  $HNO_3 + H_2O$ ).

A partir de la même solution, les éléments (Ca, Mg, Mn, Na et K) ont été obtenus par spectrophotométrie d'absorption atomique (appareillage : Atomspeck - H.I.L.G.E.R. WATT).

$Fe^{2+}$  a été déterminé à  $105^\circ C$  et la perte au feu ( $H_2O^+$ ) à  $1000^\circ C$  dans une étuve. La fiabilité de la méthode a été contrôlée par des standards géochimiques du C.R.P.G. Nancy et des standards américains.

Remarque :

Les calculs de normes (C.I.P.W.) ont été effectués à partir des analyses chimiques en ajoutant MnO (oxyde de Manganèse) au pourcentage de FeO (oxyde ferreux).

## 1° LES GRANITES

Tableau n°1 : Localisation des points de prélèvements

Feuille topographique Roquesteron 1-2, Ech. 1/25 000

Echantillons	Coordonnées Lambert géographique
S17D <sup>8</sup>	x = 964,50 y = 189,50 ; formation détritique moyenne coupe de Chamengearde : W du point côté 909
G1-2	x = 965,90 y = 189,30 ; formation détritique moyenne point côté 853, Sud de la Rochette
PL 201	x = 973 y = 190,60 ; formation détritique terminale Ravin de l'Adrech NE de St-Antonin, coupe de St-Antonin
G3 G4 G5	x = 965,90 y = 189,30 ; formation détritique moyenne Point côté 853 Sud de la Rochette
S2h	x = 971,95 y = 188,95 ; formation détritique inférieure coupe de Saint-Antonin
SA30 IIIA	x = 965,90 y = 189,70 ; formation détritique terminale point côté 884 au dessus des brèches volcaniques coupe de Saint-Pierre
S165	x = 965,90 y = 189,30 ; formation détritique moyenne Point côté 853 Sud de la Rochette
G18	x = 974, y = 189,20 ; formation détritique inférieure Point côté 845 Est du synclinal
G13	x = 975,50 y = 187,50 ; formation détritique inférieure coupe de Maubonnette : Est du synclinal
G7	x = 974 y = 189,10 ; formation détritique inférieure Point côté 845 Est du synclinal
PL 129/7	x = 972,7 y = 189,50 ; formation détritique moyenne Village de Saint-Antonin
G16	x = 974,50 y = 189 ; formation détritique inférieure Est du synclinal point côté 869
SA30 II	x = 968,50 y = 189 , formation détritique inférieure coupe de Saint-Pierre
SA30 IID	x = 968,30 y = 190 ; formation détritique moyenne coupe de Saint-Pierre

## LES GRANITES (suite)

Tableau n° 2 (suite)

Echantillons	Coordonnées Lambert géographique
G14	x = 974,3 y = 189,10 ; formation détritique inférieure Est du synclinal
SA30 IN	x = 968,50 y = 189 ; formation détritique inférieure coupe de Saint-Pierre
SA30 IIE SA30 IIE	x = 968,30 y = 190 formation détritique moyenne ; coupe de Saint-Pierre
S17D <sup>7</sup>	x = 964,80 y = 189,50 ; formation détritique moyenne coupe de Chamengearde W du point côté 909

Tableau n° 3 : Compositions minéralogiques des granites

<u>C.1.1. Monzogranites porphyroïdes à biotite</u>		
<u>Echantillon</u>	<u>Minéraux cardinaux et essentiels</u>	<u>Minéraux accessoires et d'altération</u>
<u>G1.2</u>	Quartz Orthose Microcline Perthite Oligoclase (An 30) Biotite	Zircon Chlorite Epidote Apatite Séricite Minéraux opaques
<u>C.1.2 Monzogranites à biotite</u>		
<u>G.3</u>	Quartz Orthose Oligoclase Biotite	Zircon Chlorite Epidote Séricite Minéraux opaques
<u>G.4</u>	Quartz Orthose Perthite Oligoclase (An 21) Myrmékite Biotite	Zircon Chlorite Epidote Séricite Minéraux opaques
<u>G.5</u>	Quartz Orthose Perthite Oligoclase (An 20) Biotite	Chlorite Epidote Séricite Minéraux opaques
<u>S2h</u>	Quartz Orthose Perthite Oligoclase (An 26) Biotite	Chlorite Epidote Séricite Minéraux opaques

Tableau n°4 : Compositions minéralogiques des granites

C.1.2. <u>Monzogranites à biotite (suite)</u>		
Echantillon	Minéraux cardinaux et essentiels	Minéraux accessoires et d'altération
<u>SA30 IIIA</u>	Quartz Orthose Oligoclase (An 26) Biotite	Zircon Apatite Chlorite Epidote Séricite Minéraux opaques
<u>S16</u> <sup>5</sup>	Quartz Orthose Perthite Oligoclase (An 20) Myrmékite Micropegmatite Biotite	Chlorite Epidote Séricite Minéraux opaques
<u>G18</u>	Quartz Orthose Microcline Perthite Oligoclase (An 23) Biotite	<sup>c</sup> Chlorite Epidote Séricite Minéraux opaques
C.1.3. <u>Monzogranites à grains fins à biotite</u>		
<u>G13</u>	Quartz Orthose Microcline Perthite Oligoclase (An 28) Myrmékite Biotite	Zircon Chlorite Epidote Séricite Minéraux opaques
<u>G7</u>	Quartz Orthose Microcline Perthite Oligoclase (An 26) Biotite	Chlorite Epidote Séricite Minéraux opaques

Tableau n°5 : Compositions minéralogiques des granites

C.1.3. <u>Monzogranites à grains fins à biotite (suite)</u>		
Echantillon	Minéraux cardinaux et essentiels	Minéraux accessoires et d'altération
<u>PL129/7</u>	Quartz Orthose Perthite Oligoclase (An 15) Myrmékite Biotite	Chlorite Epidote Apatite Séricite Minéraux opaques
<u>G16</u>	Quartz Orthose Microcline Perthite Oligoclase (An 26) Biotite	Zircon Apatite Chlorite Epidote (+ allanite) Séricite Minéraux opaques
C.1.4. <u>Monzogranites à 2 micas</u>		
<u>SA30 II</u>	Quartz Orthose Microcline Perthite Oligoclase (An 25) Muscovite Biotite	Zircon Apatite Chlorite Epidote Séricite Minéraux opaque
C.2. <u>Granite subalcalin</u>		
<u>SA30 IN</u>	Quartz Orthose Perthite Oligoclase Biotite	Zircon Apatite Chlorite Epidote Séricite Minéraux opaques

Tableau n°6 : Analyses chimiques de granites de Saint-Antonin

Chant.	:	S17D <sup>8</sup>	:	G1-2	:	PL201	:	G13	:	SA30 IID
% oxydes	:		:		:		:		:	
SiO <sub>2</sub>		68,40		73,50		76,00		76,70		76,40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		15,50		13,80		12,90		12,20		12,50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0,22		0,62		0,20		0,17		0,12
FeO		2,87		1,65		0,93		0,75		0,60
CaO		2,53		1,42		1,23		0,65		0,65
MgO		1,55		0,62		0,10		0,09		0,18
MnO		0,03		0,03		0,03		0,04		traces
Na <sub>2</sub> O		3,06		3,49		3,92		3,86		3,87
K <sub>2</sub> O		4,43		3,75		4,96		4,38		4,76
TiO <sub>2</sub>		0,56		0,27		0,06		0,06		0,07
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,20		0,06		traces		traces		0,05
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>		1,29		0,55		0,52		0,38		0,27
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>		0,10		0,17		0,08		0,12		0,10
Total		100,74		99,93		100,93		99,40		99,57
<u>Compositions virtuelles (CIPW) de granites</u>										
Q		24,54		34,02		31,44		35,40		33,84
Or		26,13		22,24		29,47		26,13		28,36
Ab		25,68		29,34		33,01		32,49		32,49
An		11,68		6,95		3,06		3,06		2,50
Ma		0,23		0,93		0,23		0,23		0,23
Ap		0,34		-		-		-		-
Il		1,06		0,46		0,15		0,15		0,15
Cor		1,43		1,43		-		-		-
Ca		-		-		0,35		0,12		0,35
Mg		-		-		0,20		0,02		0,10
Di	Fe	-		-		1,19		0,11		0,26
Hy	En	3,90		1,60		0,10		0,18		0,30
	Fs	4,22		2,11		0,26		1,08		0,53
H <sub>2</sub> O <sub>T</sub>		1,39		0,72		0,60		0,50		0,37
Total		100,60		99,80		100,06		99,47		99,48
Basicité virtuelle des plagioclases		31,3		19,2		8,5		8,6		7,1
Alcalinité		0,6		0,7		0,9		0,9		0,9

Analyste : H. GIMENEZ - NICE 1981

Tableau n°7 : Composition chimique de granites de Saint-Antonin (suite)

Echant.	G3	G4	G14	☉E4/10	★SA30IIC	S16 <sup>5</sup>
% oxydes						
SiO <sub>2</sub>	77,40	77,50	77,40	77,60	77,30	77,30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,50	11,10	11,60	11,50	15,40	11,60
FeO	0,57	1,44	0,46	0,90	0,75	0,68
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,43	0,06	0,44	0,09	0,15	0,18
CaO	0,78	0,90	0,80	0,71	0,24	1,05
MgO	0,10	0,19	0,04	0,11	0,17	0,16
MnO	traces	traces	0,05	0,05	0,10	-
Na <sub>2</sub> O	3,60	3,09	3,53	3,63	5,44	3,98
K <sub>2</sub> O	4,64	4,57	4,40	4,26	3,02	4,70
TiO <sub>2</sub>	0,09	0,17	0,12	0,09	0,45	0,08
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	traces	traces	traces	0,02	0,07	0,03
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,30	0,25	0,25	0,24	0,75	0,24
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,14	0,08	-	0,04	0,08	0,18
Total	99,55	99,35	99,09	99,24	99,92	100,18
<u>Compositions virtuelles de granites de Saint-Antonin</u>						
Q	37,26	38,94	38,40	38,28	29,10	34,44
Or	27,24	27,24	26,13	25,02	17,79	27,80
Ab	30,39	26,20	29,87	30,39	46,11	33,36
An	1,67	2,78	2,78	2,78	1,11	0
Ma	0,70	-	0,70	0,23	-	0,23
Aeg	-	-	-	-	0,46	-
Wo	0,12	-	0,23	-	-	0,93
Cor	-	-	-	-	2,75	-
Il	0,15	0,30	0,30	0,15	0,91	0,15
Ca	0,81	0,70	0,23	0,35	-	1,28
Mg	0,30	0,10	0,10	0,10	-	0,40
Di Fe	0,53	0,66	0,13	0,26	-	0,92
En	-	0,40	-	0,20	0,40	-
Fs	-	1,72	0,13	1,19	0,66	-
H <sub>2</sub> O <sub>T</sub>	0,44	0,33	0,25	0,28	0,83	0,42
Total	99,61	99,37	99,26	99,24	100,12	99,93
Basicité virtuelle des plagioclases	5,2	9,6	8,5	8,4	2,4	0,8
Alpaïcité	1	0,9	0,9	0,9	0,8	1

☉Granite de BARREME

★Aplite à grenat de Saint-Antonin

## 2° LES GRANODIORITES

Tableau n°8 : Localisation des points de prélèvements  
 Feuille topographique Roquesteron 1-2, Ech. 1/25 000

Echantillons	Coordonnées Lambert géographique
SA30 IE	x = 968,50 y = 189 ; formation détritique inférieure coupe de Saint-Pierre
SA30 IIF	x = 968,30 y = 190 ; formation détritique moyenne coupe de Saint-Pierre
S16 <sup>2</sup>	x = 965,90 y = 189,30 ; formation détritique moyenne Point côté 853 Sud de la Rochette
S22 <sup>1</sup>	x = 964,50 y = 189,50 ; formation détritique moyenne coupe de Chamengearde
S15 <sup>d</sup>	x = 964,95 y = 189,80 ; formation détritique inférieure coupe de Chamengearde

## 3° LES DIORITES

Tableau n°9 Localisation des points de prélèvements  
 Feuille topographique Roquesteron 1-2, Ech. 1/25 000

Echantillon	Coordonnées Lambert géographique
S14 <sup>D</sup>	x = 965 y = 189
S14 <sup>S</sup>	Formation détritique moyenne coupe de Chamengearde
S15 <sup>S</sup>	x = 964,55 y = 189,80 Formation détritique inférieure Coupe de Chamengearde
S17C <sup>2</sup>	x = 964,50 y = 189,50 Formation détritique moyenne Coupe de Chamengearde

Tableau n° 10 Compositions minéralogiques des granodiorites

Echantillon	Minéraux cardinaux et essentiel	Minéraux accessoires et d'altération
<u>S16<sup>2</sup></u>	Quartz Orthose (rare) Oligoclase Biotite brune Hornblende verte	Zircon Apatite Chlorite Epidote Séricite Minéraux opaques
<u>S22<sup>1</sup></u>	Quartz Orthose Microcline Andésine (An 32) Myrmékite Biotite brune Hornblende verte	Zircon Apatite Sphène Chlorite Epidote Séricite Minéraux opaques
<u>S15<sup>d</sup></u>	Quartz Orthose Perthite Andésine (An 32) Myrmékite Biotite brune Hornblende verte	Zircon Apatite Chlorite Epidote Séricite Minéraux opaques
<u>Compositions minéralogiques des diorites</u>		
<u>S14<sup>S</sup></u>	Andésine (An 32) Hornblende verte	Zircon Sphène Chlorite Epidote Séricite Minéraux opaque
<u>S15<sup>S</sup></u>	Quartz Andésine (An 32) Hornblende verte	Sphène Séricite Minéraux opaques
<u>S17C<sup>2</sup></u>	Quartz Andésine (An 35) Hornblende verte	Sphène Chlorite Epidote Calcite Séricite Minéraux opaques

Tableau n°11 : Analyses chimiques de granodiorites de Saint-Antonin

Echant.	SA30 IE	SA30 IIF	S16 <sup>2</sup>	S22 <sup>1</sup>	★ S3b
% oxydes					
SiO <sub>2</sub>	75,10	66,30	63,80	65,80	47,80
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,20	16,10	15,40	15,70	18,40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,34	0,50	1,04	0,40	2,37
FeO	1,54	3,59	3,44	3,80	5,74
CaO	2,28	3,87	4,47	4,04	11,46
MgO	0,50	1,78	2,15	1,60	7,18
MnO	traces	0,07	0,06	0,04	0,14
Na <sub>2</sub> O	4,93	3,22	3,40	2,86	1,90
K <sub>2</sub> O	0,88	2,62	3,12	2,89	0,38
TiO <sub>2</sub>	0,21	0,55	0,62	0,61	0,58
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,07	0,23	0,21	0,24	0,14
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,70	0,92	1,66	0,95	2,64
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,19	0,19	0,20	0,19	0,52
Total	99,94	99,94	99,57	99,12	99,25
Compositions virtuelles de granodiorite de Saint-Antonin					
Q	36,78	24,84	20,34	25,50	0,06
Or	5,00	15,57	18,35	17,24	2,22
Ab	41,40	27,25	28,82	24,10	16,24
An	11,40	17,51	17,51	18,35	40,31
Ma	0,46	0,70	1,62	0,70	3,48
Ap	-	0,67	0,34	0,67	0,34
Il	0,46	1,06	1,22	1,22	1,06
Cor	-	1,53	-	1,13	-
Di	Ca	-	1,62	-	6,61
	Mg	-	0,90	-	4,30
	Fe	-	0,66	-	1,85
Hy	En	1,30	4,40	4,00	13,60
	Fs	2,11	5,41	5,54	6,07
H <sub>2</sub> O <sup>T</sup>		0,89	1,11	1,14	3,16
Total	99,80	100,05	101,30	99,58	99,30
Basicité virtuelle des plagioclases	21,6	39,1	37,8	43,2	71,3
Alpaïcité	0,7	0,5	0,6	0,5	0,2

## 4° LES GABBROS

Tableau n°12 : Localisation des points de prélèvement  
 Feuille topographique Roquesteron 1-2, Ech. 1/25 000

Echantillon	Coordonnées Lambert géographique
S3b	x = 972,00 y = 188,95 Formation détritique inférieure Coupe de Saint-Antonin
S17D <sup>10</sup>	x = 964,50 y = 189,50 Formation détritique moyenne Coupe de Chamengearde
S17D <sup>6</sup>	x = 964,50 y = 189,50 Formation détritique moyenne Coupe de Chamengearde
G17	x = 974 y = 189 Formation détritique inférieure
S17D <sup>1</sup>	x = 964,50 y = 189,50 Formation détritique moyenne Coupe de Chamengearde

Tableau :n° 13 Composition minéralogique des Gabbros

Echantillon	Minéraux cardinaux et essentiels	Minéraux accessoires et d'altération
<u>S17D<sup>6</sup></u>	Labrador (An 65) Hornblende verte Augite	Apatite Séricite Minéraux opaques
<u>S17D<sup>10</sup></u>	Plagioclase Hornblende	Sphène Epidote Chlorite Apatite Séricite Minéraux opaques
<u>G17</u>	Labrador (An 62) Hornblende verte	Epidote Apatite Séricite Sphène
<u>Composition minéralogique des micromonzogranites</u>		
<u>SA30 IK</u>	Quartz Sanidine Oligoclase (An 15) Biotite brune	Zircon Apatite Epidote Chlorite Séricite Minéraux opaques
<u>SA30 IG</u>	Quartz Sanidine Oligoclase (An 14) Biotite brune	Epidote (+ allanite) Chlorite Séricite Minéraux opaques

## LES MICROGRANITES

Tableau n°14 : Localisation des points de prélèvement  
Feuille topographique Roquesteron 1-2, Ech 1/25 000

Les micromonzogranites	
Echantillon :	Coordonnées Lamberts géographique
S2i (G6)	: x = 971,95 y = 188,95, formation détritique inférieure Coupe de Saint-Antonin
S4a	: x = 972,10 y = 188,95, formation détritique inférieure Coupe de Saint-Antonin
SA30 IK SA30 IG	: x = 968,50 y = 189 Formation détritique inférieure ; coupe de Saint-Pierre
S1b	: x = 971,90 y = 188,90 ; formation détritique inférieure Coupe de Saint-Antonin
PL 129/1	: x = 963,50 y = 188,50 ; formation détritique inférieure Coupe des Petit-Brins
G8	: x = 974 y = 189,10 ; formation détritique inférieure Est du synclinal
Les microgranodiorites	
SA30 IB	: x = 968,50 y = 189 ; formation détritique inférieure Coupe de Saint-Pierre
Les microgranites alcalins	
SA30 IJ	: x = 968,50 y = 189 ; formation détritique inférieure Coupe de Saint-Pierre
PL 131/1	: x = 963,50 y = 188,50 ; formation détritique inférieure Coupe des Petit-Brins Point côté 867
Les Lamprophyres	
S17D <sup>4</sup> S17C <sup>1</sup>	: x = 964,50 y = 189,50 ; formation détritique moyenne Coupe de Chamengearde
S25 <sup>1</sup>	: x = 965 y = 188,50 ; formation détritique moyenne Coupe de Chamengearde

Tableau n°15 Composition minéralogique des micromonzogranites (suite)

Echantillon	Minéraux cardinaux et essentiels	Minéraux accessoires et d'altération
<u>S1<sup>b</sup></u>	Quartz Sanidine Oligoclase (An 12) Myrmékite Biotite brune	Epidote Chlorite Séricite Minéraux opaques
<u>PL129/1</u>	Quartz Sanidine Oligoclase (An 28) Biotite brune	Epidote Chlorite Séricite Minéraux opaques
<u>Microgranite alcalin</u>		
<u>PL131/1</u>	Quartz Sanidine Albite (An 5) Biotite	Epidote Chlorite Séricite Minéraux opaques
<u>Lamprophyre</u>		
<u>D17D<sup>4</sup></u>	Orthose Hornblende	Epidote Chlorite Minéraux opaques
<u>S25<sup>1</sup></u>	Hornblende	Minéraux opaques

<u>Analyses chimiques de microgranites</u>				
Echant. % oxydes	⋮ S <sub>2</sub> <sup>j</sup> ⋮	⋮ S 4a ⋮	⋮ SA30IJ ⋮	⋮ SA30IB ⋮
SiO <sub>2</sub>	75,40	69,00	76,90	68,40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,80	14,80	12,20	14,90
FeO	1,22	2,50	0,90	2,55
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,40	0,29	0,10	0,45
CaO	1,20	1,50	0,36	1,27
MgO	0,29	1,40	0,20	1,32
MnO	traces	0,05	traces	0,07
Na <sub>2</sub> O	3,26	4,10	4,00	4,54
K <sub>2</sub> O	4,67	3,40	4,34	3,50
TiO <sub>2</sub>	0,41	0,34	0,11	0,39
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,14	0,24	0,09	0,21
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,49	1,55	0,46	1,55
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,15	0,25	0,20	0,34
Total	99,43	99,42	99,86	99,49
<u>Compositions virtuelles de microgranites de Saint-Antonin</u>				
Q	35,52	25,92	36,06	22,74
Or	27,80	20,02	25,58	20,57
Ab	27,77	34,58	33,54	38,25
An	3,61	5,84	0,83	5,56
Ma	0,70	0,46	0,23	0,70
Ap	0,34	0,67	0,34	0,34
Il	0,76	0,61	0,15	0,76
Cor	-	2,24	0,71	1,63
Di	Ca 0,58	-	-	-
	Mg 0,20	-	-	-
	Fe 0,40	-	-	-
Hy	{ En 0,50	3,50	0,50	3,30
	{ Fs 0,79	3,83	1,32	3,70
H <sub>2</sub> O T	0,64	1,80	0,66	1,89
Total	99,61	99,47	99,92	99,44
Basicité virtuelle des plagioclases	11,50	14,5	2,41	12,7
Alcalinité	0,9	0,7	0,9	0,8

## LES RHYOLITES ALCALINES ET MONZONITIQUES.

Tableau n°17 : Localisation des points de prélèvements  
Feuille topographique Roquesteron 1-2 Ech. 1/25 000

Les rhyolites alcalines	
Echantillon :	Coordonnées Lambert géographique
SA30 IIB	: x = 968 y = 189,50 ; formation détritique moyenne : Coupe Saint-Pierre
SA30 IH	: x = 968,50 y = 189 ; formation détritique inférieure : Coupe de Saint-Pierre
S16 <sup>4</sup>	: x = 965,90 y = 189,30 ; formation détritique moyenne : Point côté 853 Sud de la Rochette
R3	: x = 965,90 y = 189,30 ; formation détritique moyenne
R4	: Point côté 853 Sud de la Rochette
S13C	: x = 973,35 y = 190,50 formation détritique terminale : coupe de Saint-Antonin Lieu-dit Adrech
S1a	: x = 971,90 y = 188,90 ; formation détritique inférieure : Coupe de Saint-Antonin
SA30 IIG	: x = 968,30 y = 190 ; formation détritique moyenne : Coupe de Saint-Pierre
Les rhyolites monzonitiques à biotite	
S2k	: x = 971,95 y = 188,95 ; formation détritique inférieure : coupe de Saint-Antonin
R5	: x : 965,90 y = 189,30 ; formation détritique moyenne : Point côté 853 Sud de la Rochette
PL 129/4	: x = 963,50 y = 188,50 ; formation détritique inférieure : Coupe des Petit-Brins
SA30 ID	: x = 968,50 y = 189 ; formation détritique inférieure : Coupe de Saint-Pierre
PL 129/6	: x = 963 y = 188,50 ; formation détritique inférieure : Coupe des Petit-Brins
P130	: x = 963,20 y = 189,20 ; formation détritique moyenne
Rhyolites monzonitiques à biotite et amphibole	
G15	: x = 975 y = 189,20 : formation détritique inférieure : Est du synclinal
S17D <sup>5</sup>	: x = 964,50 y = 189,50 ; formation détritique moyenne : Coupe de Chamendearde

II ROCHES VOLCANIQUESTableau n°18 Composition minéralogique des rhyolites

1° <u>Rhyolites alcalines</u>		
Echantillon	Minéraux cardinaux et essentiels	Minéraux accessoires et d'altération
<u>S16<sup>4</sup></u>	Quartz Sanidine Perthite Biotite	Zircon Epidote Calcite Minéraux opaques
<u>SA30 IH</u>	Quartz Sanidine Perthite Sphérolites	Zircon Minéraux opaques
<u>SA30 IIJ</u>	Quartz Sanidine	Calcite Minéraux opaques
<u>R3</u>	Quartz Sanidine Perthite	Zircon Apatite Calcite Minéraux opaques
<u>R4</u>	Quartz Sanidine	Zircon Minéraux opaques
<u>S13C</u>	Quartz Sanidine	Zircon Apatite Minéraux opaques

Tableau n°19 Composition minéralogique des rhyolites (suite)

1° <u>Rhyolites alcalines (suite)</u>		
Echantillon	Minéraux cardinaux et essentiels	Minéraux accessoires et d'altération
<u>S21</u>	Quartz Sanidine Albite (An 8) Micropegmatite Sphérolites Biotite	Epidote Chlorite Séricite Apatite
<u>S1a</u>	Quartz Sanidine Sphérolites Biotite	Zircon Calcite Minéraux opaques
<u>SA30 IIG</u>	Quartz Sanidine Perthite Biotite	Zircon Sphène Apatite Epidote Chlorite Calcite Minéraux opaques
2° <u>Rhyolites monzonitiques à biotite</u>		
<u>R5</u>	Quartz Sanidine Oligoclase (An 26) Biotite brune	Calcite Séricite Minéraux opaques
<u>PL129/4</u>	Quartz Sanidine Oligoclase (An 12) Biotite	Epidote Chlorite Séricite Minéraux opaques

Tableau n°20 : Analyses chimiques des rhyolites alcalines

Echant.	SA30IIB	R <sub>3</sub>	S13c	SA30IIG	S1a
% oxydes					
SiO <sub>2</sub>	77,60	74,70	75,80	75,50	76,50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,20	11,80	11,20	11,00	11,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,24	2,13	1,42	1,36	0,09
FeO	0,90	0,25	0,65	0,75	0,72
CaO	0,24	0,74	0,25	0,57	0,25
MgO	0,11	0,12	0,24	0,39	0,28
MnO	traces	traces	traces	traces	traces
Na <sub>2</sub> O	3,65	2,34	2,05	2,47	0,87
K <sub>2</sub> O	4,78	6,05	6,64	5,57	6,92
TiO <sub>2</sub>	0,06	0,30	0,22	0,22	0,71
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05	0,03	0,09	0,10	0,06
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,50	1,08	0,72	0,93	1,40
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,12	0,15	0,32	0,26	0,30
Total	100,45	99,69	99,60	99,12	99,90
<u>Compositions virtuelles (CIPW) de rhyolites alcalines</u>					
Q	36,72	36,36	37,86	39,00	43,92
Or	28,36	35,58	39,48	32,80	41,14
Ab	30,92	19,91	17,29	20,96	7,34
An	1,11	3,61	0,28	1,95	1,11
Ma	0,23	-	1,39	1,62	0,23
He	-	2,08	0,48	0,16	-
Ap	-	-	0,34	0,34	-
Il	0,15	0,46	0,46	0,46	1,37
Cor	0,61	0,10	0,51	0,20	2,45
Hy	0,30	0,10	0,60	1,00	0,71
En	1,32	-	-	-	-
Fs	0,62	1,23	1,04	1,19	1,70
H <sub>2</sub> O <sub>T</sub>					
Total	100,34	99,43	99,73	99,68	99,97
Basicité Virtuelle des plagioclases	3,5	15,4	1,6	8,5	13,1
Alcalinité	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8

Analyste : H. GIMENEZ - NICE - 1981

Tableau n° 21 : Composition minéralogique des rhyolites (suite)

<u>2° Rhyolites monzonitiques à biotite (suite)</u>		
<u>Echantillon</u>	<u>Minéraux cardinaux et essentiels</u>	<u>Minéraux accessoires et d'altération</u>
<u>SA30 ID</u>	Quartz Oligoclase (An 26) Biotite	Zircon Epidote Chlorite Rutile Séricite Minéraux opaques
<u>PL 129/6</u>	Quartz Oligoclase (An 28) Biotite Sanidine	Epidote Chlorite Calcite Séricite Minéraux opaques
<u>PL 130</u>	Quartz Sanidine Perthite Oligoclase (An 26) Biotite brune	Zircon Epidote Chlorite Séricite Minéraux opaques
<u>Rhyolites monzonitiques à biotite et amphibole</u>		
<u>S17D<sup>5</sup></u>	Quartz Sanidine Andésine (An 20) Biotite brune Hornblende verte Sphérolites	Zircon Epidote Chlorite Allanite Séricite Minéraux opaques
<u>Pyroméride alcaline</u>		
<u>R1</u>	Quartz Sanidine Sphérolites	Apatite Calcite Minéraux opaques

Tableau n°22 Analyses chimiques des rhyolites calco-alcalines

Echant. :	S <sub>2</sub> k :	R5 :	PL129/4 :	G15 :	S17D <sup>5</sup> :
% oxydes					
SiO <sub>2</sub>	75,60	76,80	77,10	73,70	76,60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,70	12,30	10,90	13,40	11,20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,28	1,08	0,50	0,62	0,23
FeO	0,97	0,72	0,86	1,44	0,93
CaO	0,93	0,50	0,54	1,92	1,02
MgO	0,18	0,12	0,18	0,42	0,13
MnO	traces	traces	traces	traces	traces
Na <sub>2</sub> O	3,54	2,90	2,79	3,26	5,23
K <sub>2</sub> O	3,89	5,29	5,37	3,80	3,13
TiO <sub>2</sub>	0,14	0,10	0,14	0,41	0,13
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	traces	traces	traces	0,05	traces
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,68	0,90	0,74	0,30	0,46
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,14	0,09	0,26	0,12	0,04
Total	99,05	100,80	99,33	99,44	99,10
<u>Compositions virtuelles (CIPW) de rhyolites calco-</u>					
<u>alcalines</u>					
Q	37,02	38,34	39,06	36,12	34,50
Or	22,80	31,14	31,69	22,24	18,35
Ab	30,39	24,63	23,06	27,77	40,35
An	4,73	2,50	1,67	9,45	-
Ma	0,46	1,62	0,70	1,93	-
Aeg	-	-	-	-	0,46
Wo	-	-	-	-	0,46
Ns	-	-	-	-	0,73
Il	0,30	0,15	0,30	0,76	0,30
Cor	0,92	0,92	-	0,41	-
Di	Ca	-	0,46	-	1,62
	Mg	-	0,20	-	0,30
	Fe	-	0,26	-	1,45
Hy	{ En	0,50	0,30	1,10	-
	{ Fs	1,32	0,26	-	-
H <sub>2</sub> O T		0,82	0,99	0,42	0,50
		99,26	100,85	99,36	100,20
Basicité virtuelle des plagioclases	13,5	9,2	6,8	25,4	0
Alcalinité	0,8	0,9	0,9	0,7	1,1

## LES PYROMERIDES

Tableau n°23 : Localisation des points de prélèvements

Feuille topographique Roquesteron 1-2, Ech. 1/25 000

Echantillon	Coordonnées Lambert géographique
S26	x = 972,20 y = 190,15 ; formation détritique terminale Vallon de Cumi
R1	
R2	x = 965,90 y = 189,30 ; formation détritique moyenne Point côté 753 - Sud de la Rbchette
S16 <sup>x</sup>	
S6 <sup>b</sup>	x = 972,15 y = 189,20 ; formation détritique inférieure Coupe de Saint-Antonin
S15 <sup>F</sup>	x = 964,95 y = 189,80 ; formation détritique inférieure Coupe de Chamengearde
SA30 IF	x = 968,50 y = 189 ; formation détritique inférieure coupe de Saint-Pierre
PL 131/2	
PL 129/8	x = 963,50 y = 188,50 ; formation détritique inférieure Coupe de Petit-Brins

Tableau n°24 : Composition minéralogique des rhyolites (suite)

<u>Pyroméride alcaline (suite)</u>		
<u>Echantillon</u>	<u>Minéraux cardinaux et essentiels</u>	<u>Minéraux accessoires et d'altération</u>
<u>R2</u>	Quartz Sanidine Sphérolites	Apatite Calcite Minéraux opaques
<u>S16<sup>x</sup></u>	Quartz Sanidine Sphérolites	Zircon Calcite Minéraux opaques
<u>S6 b</u>	Quartz Sphérolites Biotite	Epidote Chlorite Minéraux opaques
<u>S15<sup>F</sup></u>	Quartz Albite (An 6) Sphérolites	Zircon Minéraux opaques Séricite
<u>SA30 IF</u>	Quartz Biotite Sphérolites	Chlorite Calcite Minéraux opaques
<u>PL 131/2</u>	Quartz Plagioclase (An 5) Sphérolites	Minéraux opaques Séricite
<u>Pyromérides monzonitiques</u>		
<u>PL 129/8</u>	Quartz Sanidine Oligoclase (An 28) Biotite brune	Epidote Chlorite Apatite Séricite Minéraux opaques

Tableau n°25 :

## Analyses chimiques de roches volcaniques

Echantillon	Pyromérides alcalines		Ignimbrites
% oxydes	S26	R <sub>2</sub>	PL131/3
SiO <sub>2</sub>	77,10	76,50	77,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,20	9,80	9,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,36	2,62	1,96
FeO	0,25	0,36	0,39
CaO	0,26	0,42	0,43
MgO	0,07	0,04	0,04
MnO	traces	traces	traces
Na <sub>2</sub> O	0,23	0,23	2,17
K <sub>2</sub> O	8,34	8,88	7,00
TiO <sub>2</sub>	0,16	0,14	0,25
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	traces	0,02	0,03
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,76	0,73	0,30
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,18	0,09	0,12
Total	99,91	99,83	99,49
Compositions virtuelles (CIPW) de pyromérides et ignimbrites alcalines			
Q	42,90	40,68	38,64
Or	49,48	52,82	41,14
Ab	2,10	0,52	11,53
An	1,39	0	0
Ma	0,46	0,70	-
He	2,08	1,60	-
Wo	-	0,81	0,58
Ap	-	-	-
Il	0,30	0,30	0,46
Cor	0,20	-	-
Aeg	-	1,39	5,54
Di	Ca	0,12	0,35
	Mg	0,10	0,10
	Fe	-	0,26
Hy	En	0,20	-
	Fs	-	-
H <sub>2</sub> O <sub>T</sub>	0,94	0,82	0,42
Total	100,05	99,86	99,02
Basicité virtuelle des plagioclases 39,8			
Appaïcité	0,9	1	1,1

## LES IGNIMBRITES

Tableau n°26 : Localisation des points de prélèvements

Feuille topographique Roquesteron 1-2, Ech. 1/25 000

Echantillon	Coordonnées Lambert géographique
PL 131/3	x = 963,50 y = 188,50 ; formation détritique inférieure Coupe des Petit- Brins Point côté 867
LES RHYODACITES	
SA30 IA	x = 968,50 y = 189 ; formation détritique inférieure Coupe de Saint-Pierre
S6a	x = 972,15 y = 189,20 ; formation détritique inférieure Coupe de Saint-Antonin
S16 <sup>3</sup>	x = 965,90 y = 189,50 ; formation détritique moyenne Point côté 853 - Sud de la Rochette
DACITOIDE	
S14 y	x = 965 y = 189 ; formation détritique moyenne Coupe de Chamengearde
BASALTE	
S17D <sup>2</sup>	x = 964,50 y = 189,50 : formation détritique moyenne Coupe de Chamengearde

Tableau n°27 : Composition minéralogique

<u>Rhyodacites</u>		
Echantillon	Minéraux cardinaux et essentiels	Minéraux accessoires et d'altération
<u>S16</u> <sup>3</sup>	Quartz Sanidine	Zircon Calcite Minéraux opaques
<u>S6a</u>	Quartz Sanidine Oligoclase (An 28) Biotite	Zircon Sphène Epidote Chlorite Minéraux opaques

Tableau : n° 28

Analyses chimiques des rhyodacites

Echantillon	:	:
% oxydes	SA30IA	S14y
SiO <sub>2</sub>	68,70	68,40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,80	15,40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,67	0,42
FeO	2,58	2,65
CaO	3,12	3,00
MgO	1,07	1,12
MnO	0,07	0,03
Na <sub>2</sub> O	3,54	3,79
K <sub>2</sub> O	3,62	3,18
TiO <sub>2</sub>	0,40	0,41
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,15	0,24
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	1,20	0,80
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,17	0,22
Total	100,09	99,66
<u>Composition virtuelle des rhyodacites</u>		
Q	25,13	25,02
Or	21,13	18,90
Ab	29,87	31,96
An	13,90	13,34
Ma	0,93	0,70
Ap	0,34	0,67
Il	0,76	0,76
Cor	-	0,82
Di	Ca 0,35	-
	Mg 0,10	-
	Fe 0,26	-
Hy	En 2,60	2,80
	Fs 3,43	3,83
H <sub>2</sub> O <sub>T</sub>	1,37	1,02
Total	100,06	99,20
Basicité virtuelle des plagioclases	31,8	29,5
Alcalinité	0,7	0,6

## LES ANDESITES ET ROCHES ASSOCIEES

Tableau n°29: Localisation des points de prélèvement

Feuille topographique Roquesteron 1-2, Ech. 1/25 000

Echantillon	Coordonnées Lambert géographique
S15 J	x = 964,92 y = 188,80 ; formation détritique moyenne Coupe de Chamengearde
S17C <sup>3</sup>	x = 964,50 y = 189,50 ; formation détritique moyenne Coupe de Chamengearde
S13d	x = 973,35 y = 190,50 ; formation détritique terminale Coupe de Saint-Antonin lieu-dit : Adrech
A <sub>5</sub>	x = 968,30 y = 190 ; formation détritique moyenne Coupe de Saint-Pierre
G218	x = 964,80 y = 189,30 ; Brèche andésitique - Butte 909
A3	x = 973 y = 190 ; Brèche andésitique (gros bloc) Nord de Saint-Antonin - Bas Point côté 884
A <sub>2</sub>	x = 962,30 y = 188,30 ; Brèche andésitique (gros bloc) Point côté 779 - Les Baylons
S11	x = 972,35 y = 189,60 ; formation détritique moyenne
G224(1)	
G224(2)	x = 964,80 y = 189,60 ; formation détritique moyenne
G220	Galets d'andésite dans grès de cette formation - Butte 909

Tableau n°30 : Composition minéralogique d'andésites  
 (Volcanisme tertiaire de Saint-Antonin)

Echantillon	Minéraux cardinaux et essentiels	Minéraux accessoires et d'altération
A <sub>5</sub>	Plagioclase zoné (Labrador An 70) Amphibole (hornblende) Pyroxène (Augite)	Apatite Minéraux opaques Calcédoine
G218	Plagioclase zoné (Labrador An 67) Amphibole (hornblende) Pyroxène (Augite)	Apatite Minéraux opaques
A <sub>2</sub>	Plagioclase zoné (Labrador An 55) Amphibole (hornblende) Pyroxène (Augite)	Apatite Minéraux opaques
A <sub>3</sub>	Plagioclase zoné (Labrador An 62) Amphibole (hornblende) Pyroxène (Augite)	Apatite Minéraux opaques Calcédoine
S11	Plagioclase zoné (Labrador An 52) Amphibole (hornblende basaltique)	Apatite Minéraux opaques
G224 (1)	Plagioclase zoné (Andésine An 47) Amphibole (hornblende basaltique) Pyroxène (Augite)	Apatite Minéraux opaques Calcédoine
G224 (2)	Plagioclase zoné (Labrador An 54) Amphibole (hornblende basaltique) Pyroxène (Augite)	Apatite Minéraux opaques Calcédoine

Tableau n°31

Analyses chimiques de roches andésitiques (Volcanisme tertiaire de Saint-Antonin)												
Echant.	:	S15J	:	S13d	:	S17C <sup>3</sup>	:	A <sup>5</sup>	:	G218	:	G220
% oxydes	:		:		:		:		:		:	
SiO <sub>2</sub>		67,80		56,30		57,60		58,40		60,70		64,50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		14,90		18,50		15,70		19,20		18,20		15,70
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0,23		4,37		4,03		3,20		3,62		4,14
FeO		3,23		1,87		3,34		2,08		1,44		0,72
CaO		1,30		7,54		6,54		9,30		7,60		6,97
MgO		1,78		1,25		2,60		2,20		1,26		1,19
MnO		0,07		0,06		0,13		0,04		0,03		0,16
Na <sub>2</sub> O		3,70		4,15		6,60		3,25		3,16		3,60
K <sub>2</sub> O		3,77		2,00		0,54		1,08		1,24		1,17
TiO <sub>2</sub>		0,44		0,76		0,80		0,71		0,65		0,48
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,20		0,30		0,19		0,23		0,15		0,17
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>		1,90		1,63		1,39		0,70		0,72		0,83
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>		0,37		0,55		0,19		0,44		0,65		0,79
Total		99,69		99,28		99,65		100,83		99,42		100,42
<u>Compositions virtuelles</u>												
Q		24,36		9,42		2,94		14,76		20,94		25,14
Or		22,24		11,68		3,34		6,67		7,23		6,67
Ab		31,44		35,11		56,07		27,25		26,72		30,39
An		5,56		25,85		11,40		34,47		31,69		23,35
Ma		0,23		4,18		5,80		4,64		2,78		1,39
He		-		1,34		-		-		1,76		3,20
Ap		0,34		0,67		0,34		0,67		0,34		0,34
Il		0,70		1,37		1,52		1,37		1,22		0,91
Cor		2,65		-		-		-		-		-
Di	Ca	-		3,60		8,46		4,64		2,20		3,48
	Mg	-		3,10		6,10		4,00		1,90		3,00
	Fe	-		-		1,58		-		-		-
Hy	En	4,40		-		0,40		1,5		1,30		-
	Fs	5,28		-		0,13		-		-		-
H <sub>2</sub> O <sup>T</sup>		2,27		2,18		1,58		1,14		1,37		1,62
Wo		-		0,58		-		-		-		0,93
Total		99,47		99,08		99,66		101,11		99,45		100,42
Basicité Virtuelle du plagioclase		15,		42,4		16,9		55,9		54,3		43,5
Alcalinité		0,7		0,5		0,7		0,3		0,4		0,5

## LES ROCHES METAMORPHIQUES

Tableau n°32 : Localisation des points de prélèvements

Feuille topographique Roquesteron 1-2, Ech. 1/25 000

I - Les Micaschistes

Echantillon	Coordonnées Lambert géographique
S14a	x = 965,00 y = 189 ; formation détritique moyenne Coupe de Chamengearde
S2j	x = 971,95 y = 188,95 ; formation détritique inférieure Coupe de Saint-Antonin
II - <u>Les Quartzites</u>	
PL 129/3	x = 963,50 y = 188,50 ; formation détritique inférieure coupe de Petit-Brins
III - <u>Leptynite</u>	
S17 B <sup>1</sup>	x = 964,50 y = 189,50 ; formation détritique moyenne Coupe de Chamengearde
IV - <u>Mylonite</u>	
S12b	x = 972,60 y = 189,70 ; formation détritique moyenne Coupe de Saint-Antonin
S2m	x = 971,95 y = 188,95 , formation détritique inférieure Coupe de Saint-Antonin
V - <u>Amphibolite</u>	
S17D <sup>11</sup>	x = 964,50 y = 189,50 ; formation détritique moyenne Coupe de Chamengearde

## ROCHES METAMORPHIQUES (suite)

Tableau n°33

V - Amphibolite(suite)

Echantillon	Coordonnées Lambert géographique
S21	x = 965 y = 189 ; formation détritique terminale Bas du point côté 837 ; coupe Chamengearde
S25 <sup>2</sup>	x = 972,20 y = 190,15 ; formation détritique terminale Vallon de Gumi
VI - <u>Les gneïss</u>	
S15 <sup>e</sup>	x = 964,95 y = 188,80 ; formation détritique inférieure Coupe de Chamengearde
S7a	x = 972,25 y = 189,30 ; formation détritique inférieure Coupe de Saint-Antonin
SA30 IC	x = 968,50 y = 189 ; formation détritique inférieure Coupe de Saint-Pierre
SA30 IIID SA30 IIIC	x = 967,80 y = 189,70 ; formation détritique terminale Coupe de Saint-Pierre
S16 (1) S16d	x = 965,90 y = 189,30 ; formation détritique moyenne Point côté 853 - Sud de la Rochette

MICASCHISTE		
Echantillon :	Minéraux cardinaux et essentiels	Minéraux accessoires et d'altération
S2j	Quartz Biotite brune Muscovite (séricite)	Apatite Minéraux opaques
MYLONITE		
S2 <sup>m</sup>	Quartz Orthose Plagioclase (An 35) Biotite (rare) Muscovite	Zircon Chlorite Apatite Minéraux opaques
AMPHIBOLITE		
S21	Quartz Amphibole (Hornblende verte)	Epidote II <sup>re</sup> Apatite Calcite Minéraux opaques
LES GNEISS		
SA30IC	Quartz Plagioclase (An 12) Biotite brune	Epidote Chlorite Séricite Zircon Apatite

LES GNEISS (suite)		
Echantillon	Minéraux cardinaux et essentiels	Minéraux accessoires et d'altération
SA30IIID	Quartz Plagioclase (An 12) Muscovite Biotite brune Feldspath potassique Myrmékite	Séricite Apatite Chlorite Minéraux opaques
SA30IIIC	Quartz Orthose perthitique Microcline Myrmékite Plagioclase (An 13) Biotite brune	Zircon Apatite Grenat Séricite Calcite Chlorite Minéraux opaques
S7 <sup>a</sup>	Quartz Feldspath potassique Plagioclase (An 15) Myrmékite Muscovite Biotite brune	Apatite Minéraux opaques Séricite
S16 <sup>1</sup>	Quartz Feldspath potassique Albite (An 6) Biotite brune Muscovite	Séricite Minéraux opaques
S16 <sup>d</sup>	Quartz Feldspath potassique Biotite brune Muscovite Plagioclase sérici- tisé	Séricite Minéraux opaques

Tableau n° :36 Analyse chimique de roches métamorphiques

Echantillon	SA30 IC	S21
% oxydes	Orthogneiss	Amphibolite
SiO <sub>2</sub>	73,60	50,20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>-</sup>	13,60	18,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,25	2,59
FeO	1,29	7,29
CaO	0,85	10,30
MgO	0,47	5,68
Na <sub>2</sub> O	3,32	3,02
K <sub>2</sub> O	4,66	0,23
TiO <sub>2</sub>	0,16	1,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,29	0,13
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,76	0,77
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,15	0,12
Total	99,40	99,39
<u>Norme (CIPW)</u>		
Q	33,90	0,66
Or	27,80	1,11
Ab	2,50	25,68
An	2,50	34,75
Ap	0,67	0,34
Il	0,30	1,98
Ma	0,46	3,71
Cor	2,14	-
Ca	-	6,50
Di	-	0,30
Mg	-	7,00
Fe	-	13,90
Hy	1,20	2,51
En	1,85	0,89
Fs	0,91	0,89
H <sub>2</sub> O <sub>T</sub>	0,91	0,89
Total	99,51	99,33
Basicité virtuelle des plagioclases	8,3	57,5
Alpaïcité	0,8	0,3

Analyste : H. GIMENEZ - NICE 1981

CONGLOMERATS DU SYNCLINAL DE BARREME

Tableau n° 37 : Compositions minéralogiques de roches (galets)

MONZOGRANITE A BIOTITE		
Echantillon	: Minéraux cardinaux : et essentiels	: Minéraux accessoires : et d'altération
E4/3	: Quartz : Orthose : Perthite : Plagioclase (An 26) : Biotite	: Chlorite : Séricite : Minéraux opaques
LES ANDESITES		
E4/4	: Plagioclase zoné (An 70) : Pyroxène (Augite)	: Apatite : Chlorite : Calcite : Minéraux opaques
E4/7	: Plagioclase zoné (An 52) : Pyroxène (Augite) : Amphibole (hornblende)	: Apatite : Calcite : Minéraux opaques
E4/8	: Plagioclase zoné : Amphibole (hornblende) : Pyroxène (Augite)	: Apatite : Calcite : Minéraux opaques
E4/9	: Plagioclase zoné : Amphibole (hornblende) : Pyroxène (Augite)	: Apatite : Chlorite : Minéraux opaques

## CONGLOMERATS DU SYNCLINAL DE BARREME

Tableau n°38:

Analyses chimiques de roches (galets)

Echant.	Granite	Microgranite	Granophyres	Andésites		
	E4/10	E4/1	E4/2	E4/4	E4/5	E4/6
% oxydes						
SiO <sub>2</sub>	77,60	70,60	77,30	52,90	57,70	58,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,50	13,90	12,00	18,80	19,20	19,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,09	0,72	0,10	6,15	4,69	4,53
FeO	0,90	2,37	0,54	1,44	0,65	1,22
CaO	0,71	1,94	0,76	5,56	6,29	5,33
MgO	0,11	1,34	0,12	2,24	1,50	1,36
MnO	0,05	0,06	traces	0,04	0,04	0,04
Na <sub>2</sub> O	3,63	3,26	4,00	4,20	3,88	4,40
K <sub>2</sub> O	4,26	3,72	4,89	2,95	2,56	3,13
TiO <sub>2</sub>	0,09	0,39	0,05	0,75	0,83	0,68
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	0,12	0,03	0,39	0,37	0,34
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,24	1,27	0,27	2,33	1,36	1,30
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,04	0,27	0,09	1,40	1,16	0,56
Total	99,24	99,96	100,06	99,15	100,23	99,89
<u>Compositions virtuelles</u>						
Q	38,28	29,82	34,08	3,42	10,98	8,28
Or	25,02	22,24	28,91	17,23	15,01	18,35
Ab	30,39	27,77	33,54	35,63	33,01	37,20
An	2,78	8,90	0,56	23,60	27,24	22,80
He	-	-	-	4,16	4,64	3,04
Ma	0,23	1,16	0,23	2,78	-	1,89
Il	0,15	0,76	0,15	1,36	1,52	1,37
Ap	-	0,34	-	1,01	1,01	0,67
Cor	-	1,12	-	-	-	-
Wo	-	-	0,70	-	-	-
Ca	0,35	-	0,70	0,58	0,58	0,81
Di	Mg	0,10	-	0,50	0,50	0,70
	Fe	0,26	-	-	-	-
Hy	En	0,20	3,40	-	5,10	3,30
	Fs	1,19	3,17	0,26	-	-
H <sub>2</sub> O <sub>T</sub>		0,28	1,54	0,33	3,73	2,52
Total		99,24	100,22	100,16	99,10	100,31
Basicité Virtuelle des plagioclases	8,4	24,3	1,6	39,8	45,2	38
Alcalinité	0,9	0,7	1	0,5	0,5	0,6

CONGLOMERATS DU SYNCLINAL DE MAJASTRE

Tableau n°39 : Compositions minéralogiques de roches (galets)

MONZOGRANITE A BIOTITE ET MUSCOVITE		
Echantillon	Minéraux cardinaux et essentiels	Minéraux accessoires et d'altération
MAJ-12	Quartz Orthose Microcline Perthite Plagioclase (An 15) Biotite Muscovite Myrmékite	Apatite Séricite Minéraux opaques
MONZOGRANITE A TENDANCE GRANOPHYRIQUE		
MAJ.11	Quartz micropegmatite Orthose Perthite Plagioclase (An 35) Biotite	Chlorite Séricite Minéraux opaques Calcite
MICROMONZOGRANITE A BIOTITE		
77.67.10	Quartz Sanidine Plagioclase (An 30) Biotite brune	Epidote Chlorite Séricite Minéraux opaques
GRANOPHYRES		
MAJ.4	Quartz Micropegmatite Sanidine Perthite Plagioclase (An 26) Biotite brune	Epidote Chlorite Séricite Minéraux opaques

Tableau n°40 CONGLOMERATS DU SYNCLINAL DE MAJASTRE (suite)Composition minéralogique de roche (galets)Granophyres (suite)

Echantillon	Minéraux cardinaux et essentiels	Minéraux accessoires et d'altération
77-69-2/6	Quartz Micropegmatite Sanidine Perthite Plagioclase (An 30) Biotite brune	Epidote Chlorite Calcite Zircon Séricite Minéraux opaques
77.69 (2)/1	Quartz Micropegmatite Sanidine Plagioclase (An 36) Biotite brune	Zircon Chlorite Séricite Minéraux opaques
<u>LES RHYOLITES MONZONITIQUES</u>		
77.69.26	Quartz Sanidine Plagioclase (An 25) Biotite brune	Séricite Minéraux opaques
MAJ7	Quartz Sanidine Plagioclase (An 26) Biotite brune	Apatite Chlorite Séricite Minéraux opaques
<u>schiste à glaucophane</u>		
<u>77-69-19</u>	Quartz (rare) Amphibole (glaucophane)	Zircon Apatite Minéraux opaques

Tableau n°41 : Analyses chimiques des granites de l'Argentera-Mercantour  
(In PUPIN 1976)

N°	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	77,10	75,80	76,70	75,80	74,76	76,02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,60	13,70	12,55	13,30	12,68	13,22
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,49	0,51	0,45	0,45	0,32	0,16
FeO	0,55	0,72	0,55	0,66	1,01	0,65
MnO	0,05	0,05	0,03	0,10	0,13	0,10
MgO	0,09	0,18	0,08	0,09	0,30	0,16
CaO	0,69	0,42	0,34	0,76	0,97	0,94
Na <sub>2</sub> O	3,73	3,03	3,88	3,87	3,63	3,90
K <sub>2</sub> O	4,97	4,73	5,37	4,66	4,43	3,38
TiO <sub>2</sub>	0,06	0,10	0,05	0,07	0,20	0,14
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	0,07	0,04	0,08	0,08	0,03
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,53	0,45	0,45	0,62	0,60	0,46
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	N.d.	0,05	N.d.	N.d.	0,08	0,03
Total	100,90	99,61	100,49	100,46	99,19	99,26
Norme C. I. P. W.						
Q	34,77	38,73	32,64	33,51	33,06	37,68
Or	29,47	27,80	31,69	27,52	26,13	20,02
Ab	31,44	25,68	32,75	32,75	30,92	33,01
An	2,92	1,67	0,97	3,34	4,17	4,73
Cor	-	2,96	-	0,66	0,30	1,43
Pyr	0,79	1,37	0,97	1,06	2,28	1,32
Min	0,85	0,85	0,78	0,85	0,76	0,53
Ap	0,11	0,17	0,11	0,17	0,20	0,06
B.V.	8,5	6,1	2,9	9,	11,9	12,5
Agpaicité	0,9	0,7	1	0,9	0,9	0,8

- 1 - Echantillon AM.5 - M. Cases n° Q 12220, Nancy et H. Gimenez n° 223 (1)  
Nice, Analyse Nouvelle
- 2 - " AM. 8 H. Gimenez n° 217, Nice, Analyse Nouvelle
- 3 - " AM. 22 - M. Cases n° Q 12221, Nancy et H. Gimenez n° 223 (2)  
Nice, Analyse Nouvelle
- 4 - " AM. 25 - M. Cases n° Q 12223, Nancy et H. Gimenez n° 223 (3)  
Nice, Analyse Nouvelle
- 5 - " AM. 175 - H. Gimenez n° 48, Nice, Analyse Nouvelle
- 6 - " AM. 210 - H. Gimenez n° 50 Nice, Analyse Nouvelle

Tableau n°42 Analyses chimiques de granites des Maures-Tanneron  
(In J. P. PUPIN - 1976)

N°	52	53	54	59	60	61
SiO <sub>2</sub>	71	71,18	67,79	71,90	76,58	72,83
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17	14,37	16,00	14,49	10,81	15,56
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,57	0,49	0,80	0,19	0,19	0,26
FeO	1,80	1,90	2,13	1,35	1,23	0,49
MnO	0,02	0,08	0,05	0,04	0,05	0,04
MgO	0,90	0,79	1,13	0,47	0,25	0,19
CaO	1,50	1,88	1,23	1,42	0,68	0,86
Na <sub>2</sub> O	1,95	3,53	3,39	3,67	3,22	3,60
K <sub>2</sub> O	1,65	4,07	4,46	4,59	4,75	5,09
TiO <sub>2</sub>	0,30	0,36	0,47	0,26	0,20	0,09
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,12	0,25	0,26	0,16	0,10	0,18
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	-	0,59	1,36	0,61	0,58	1,00
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	1,90	0,33	0,13	0,12	0,12	-
Total	98,11	99,82	99,20	99,27	98,76	100,19
Norme CIPW						
Q	48,06	29,79	26,34	28,71	37,62	30,54
Or	9,73	24,19	26,41	27,24	28,08	30,02
Ab	16,50	29,87	28,56	30,92	27,25	30,39
An	6,67	7,85	4,45	6,12	0,97	3,20
Cor	9,58	1,25	3,98	1,22	-	2,96
Pyr	4,56	4,64	5,31	3,25	3,26	1,16
Min	1,42	1,38	2,07	0,69	0,61	0,50
Ap	1,01	0,59	0,67	0,39	0,22	0,43
Basicité virtuelle	28,8	20,8	13,5	16,5	3,4	9,5

52 - Granite à cordiérite du Rouet (Tanneron) Analyse n° 33, Marseille,  
J. Cotte in S. Gueirard et M. Boucarut (1963)

53 et 54 - Granites du Plan de la Tour (MAURES)

Ech. MA 90 (53) Analyse H. Gimenez, n° 42, Nice 1976

Ech. MA 278 (54) Analyse H. Gimenez, n° 127, Nice 1976

Ech. MA 151 (59) Granite de l'Hermitan (Maures) Analyse H. Gimenez n° 119 Nice 1976

Ech. MA 173 (60) Granite de Camarat (Maures), Analyse H. Gimenez n° 80, Nice 1976

Ech. MA 178 (61) Granite du Moulin Blanc St-Tropez (Maures) Analyse H. Gimenez  
n° 120, Nice 1976

Tableau n°43 :

## ANALYSES MODALES DE ROCHES (GALETS) ENDOGENES DE SAINT-ANTONIN

Composition	Monzogranite:	Aplite alcaline	Diorite quartzique	Granodiorite:	Gabbro	Microgranite alcalin	Micromonzo- granite gra nophyrique
	SA30 II D	SA30 II C	SA30 I E	SA30 II F	S 3 b	SA30 I J	S 4 a
Quartz.....	36,18	37,10	35,84	43,64		8,58	21,15
Orthose	42,84	0,91	5,86	6,55		6,86	18,10
Plagioclase	12,97		53,23	35,01	38,53		25,66
Albite		39,93				3,81	
Biotite	7,99		4,86	14,79		2,99	12,32
Muscovite		21,33					
Opagues			0,20		1,09		0,40
Divers					3,04		
Mésostase						77,75	22,36
Amphibole					57,34		
	Report sur le diagramme Q. A. P. (Jung et Brouse, Streckeisen, 1967)						
Q	39,33	47,60	37,75	52,22		44,57	32,58
A	46,57	52,40	6,17	7,69		55,43	27,88
P	14,10		56,07	41,09	100		39,53

276

Tableau n°44 : Analyses modales de roches (galets) endogènes de Saint-Antonin (suite)

Composition	Microgra- nodiorite	Rhyolite alcaline	Rhyolite alcaline	Rhyolite alcaline	Rhyodacite	Latite quartzique	Latite andésite
	SA30 I B	SA30 II B	S13 C	S1a	SA30 IA	S15 J	S13 d
Quartz.....	13,12	18,31	13,63	19,76	6,05	4,21	
Sanidine.....	10,84	22,39	35,34	11,56	16,04		
Plagioclase....	43,54				7,92	26,76	36,99
Albite.....		8,32					
Biotite.....	9,77	0,46		1,74	10,58	12,08	
Pyroxène.....							5
Opaque.....	0,53	0,46	7,44	0,28	0,93	0,36	5,89
Mésostase.....	22,47	50,05	43,59	66,49	58,27	56,60	
Q.....	19,43	37,35	27,83	63,09	20,16	13,59	
A.....	16,06	62,64	72,17	36,91	53,45		
P.....	64,50				26,39	86,41	100

277

Tableau n°45 : Evaluation approximative des proportions de différents types de roches dans les conglomérats en %  
de St-Antonin (Galets de roches de diamètre inférieur à 5 cm)

Roches	Affleurements de conglomérats										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Granites.....	29	40	38	38	41	30	35	39	42	44	29
Microgranites..	10	11	3	-	1	4	3	5	2	6	8
Granodiorite Diorite ou Gabbro	-	-	1	1	-	-	1	-	-	1	-
Aplite.....	1	-	2	2	1	4	4	1	3	-	-
Rhyolite.....	5	15	4	1	5	5	3	6	6	4	6
Basalte.....	-	-	-	1	2	-	-	-	2	1	-
Andésite.....	-	-	2	-	2	-	1	2	4	-	23
Gneiss	2	3	1	2	7	4	5	2	3	3	7
Grès quartzite..	12	23	25	26	20	19	23	5	15	7	7
Grès.....	15	7	10	9	16	17	14	25	13	24	13
Calcaire.....	23	1	14	20	5	17	11	15	10	10	4
Marnes.....	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Total socle....	47	69	51	45	59	47	52	55	62	59	73
Total couverture	53	31	49	55	41	53	48	45	38	41	27

Tableau n°46 : Points moyens (I.  $\bar{A}$ . et I.  $\bar{T}$ .) des populations de zircons de roches (galets ou blocs) dans les conglomérats de St-Antonin

## I - MONZOGRANITES

Monzogranites en gros blocs	I. $\bar{A}$ .	I. $\bar{T}$ .
Echantillons		
G3	510	532
G13 (Gros blocs)	519	462
G12 (SA16 b <sup>3</sup> ) (Gros blocs)	520	503
S17 D <sup>8</sup> (SA16 b <sup>2</sup> ) (Gros blocs)	556	564
G4 (Gros blocs)	584	569
G5 (Gros blocs)	588	561
G14 (granite rose) (gros blocs)	590	387
G1-2 "	592	448
G11 (SA16 b <sup>1</sup> ) "	607	430
G16 (Petit galet)	654	267

G7 (granite rose à grain fin)	382	427
-------------------------------	-----	-----

## II - GRANITE HYPERSOLVUS

S17 D <sup>7</sup> Granite hypersolvus	669	715
--	-----	-----

## III - GRANODIORITE

G9 Granodiorite	427	522
-----------------	-----	-----

## IV - MICROMONZOGRANITE

G6 (S2i)	569	519
251	552	448
G8	596	389

Tableau n°47 : Points moyens (I.  $\bar{A}$ ., I.  $\bar{T}$ .) des populations de zircons de roches  
(galets ou blocs) dans les conglomérats de Saint-Antonin (Suite)

## V - RHYOLITES

Echantillons	I. $\bar{A}$ .	I. $\bar{T}$ .
<u>Rhyolite alcaline</u>		
R <sub>3</sub>	534	758
R <sub>4</sub>	528	779
<u>Rhyolite calco-alcaline</u>		
R <sub>5</sub>	545	568
G15	434	549

## VI - LES ANDESITES

S11	279	610
S23	460	696
G224	590	794
G262	407	667

## VII - GRAUWACKE DE BARREME

E <sub>2</sub>	305	642
----------------	-----	-----

Tableau n°48 : Points moyens des populations de zircons  
dans les ciments des conglomérats de Saint-Antonin

Echan- tillons	Ciments des conglomérats	
	I. $\bar{A}$ .	I. $\bar{T}$ .
Cti <sub>1</sub>	433	518
Cti <sub>2</sub>	481	493
Cti <sub>2'</sub>	420	521
Cti <sub>3</sub>	404	524
Cti <sub>4</sub>	445	506
Cti <sub>5</sub>	405	489
Cti <sub>6</sub>	397	506
Cti <sub>7</sub>	424	512
Cti <sub>8</sub>	383	522
Ctm	420	443
*C <sub>1</sub> b	400	522

Echan- tillons	Grès et sables	
	I. $\bar{A}$ .	I. $\bar{T}$ .
Sbi <sub>1</sub>	423	498
Sbi <sub>2</sub>	397	484
Sbm <sub>1</sub>	436	496
Sbs <sub>1</sub>	407	519

★ Ciment conglomérat de Barrême

Série permienne de la Bordure Sud de l'Argentera-Mercantour  
J. ROMAIN 1976 inédit

Echantillons	I. $\bar{A}$ .	I. $\bar{T}$ .
36	381	403
81	355	361
84	352	380
90	390	349
91	396	340
92	410	404

Tableau n° 49 : Points moyens des Monzogranites de l'Argentera

Echantillons	I. $\bar{A}$ .	I. T.
n° 5	613	347
6	590	370
8	576	400
25	592	291
175	562	340
210	588	373
Microgranite 221	499	451

Roches encaissantes cristallophyliennes de l'Argentera

Echantillons	I. $\bar{A}$ .	I. T.
138	340	325
137	315	335
126	315	355
128	290	365
27	340	385
9	370	375
23	390	375
28	510	365

Tableau n° 50 : Points moyens ( $I.\bar{A}$  et  $I.\bar{T}$ ) des populations de zircons des granites des massifs des Maures et du Tanneron.

Granites du Plan de la Tour (Maures)

Echantillon	$I.\bar{A}$	$I.\bar{T}$
189 c	331	365
188	360	430
329c	334	326
278	340	326
307	405	309
90	370	340
145	405	335
97	390	310

Granite du Rouet (Tanneron)

Echantillon	$I.\bar{A}$	$I.\bar{T}$
56	346	269
61c	323	289
69c	326	295
60	327	335

Granites de Camarat (Maures)

Echantillon	$I.\bar{A}$	$I.\bar{T}$
164	617	443
173	630	357

Granite de Saint-Tropez (Maures)  
(Moulin Blanc)

Echantillon	$I.\bar{A}$	$I.\bar{T}$
178	346	269

Granite de l'Hermitan (Maures)

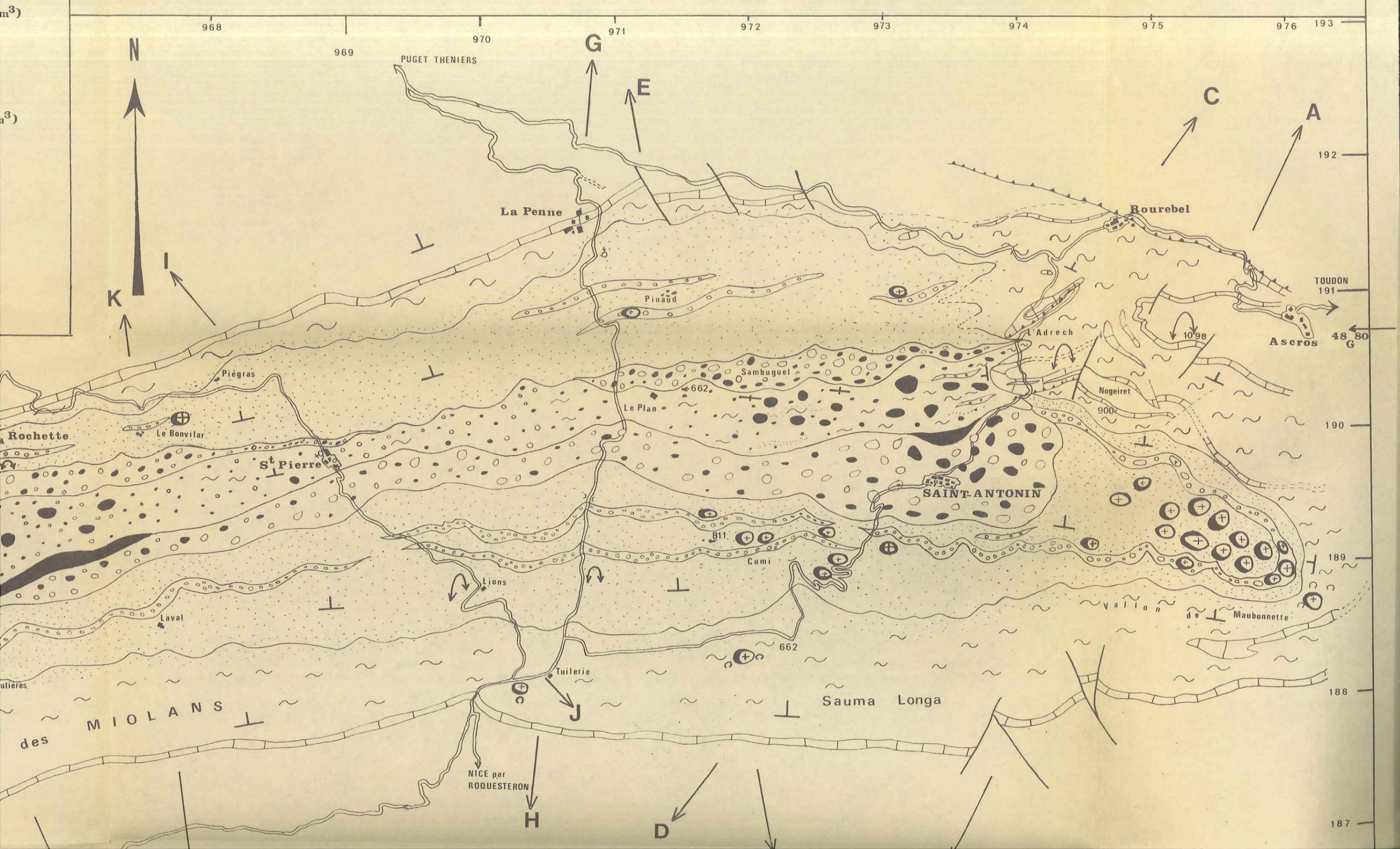
Echantillon	$I.\bar{A}$	$I.\bar{T}$
151	368	324

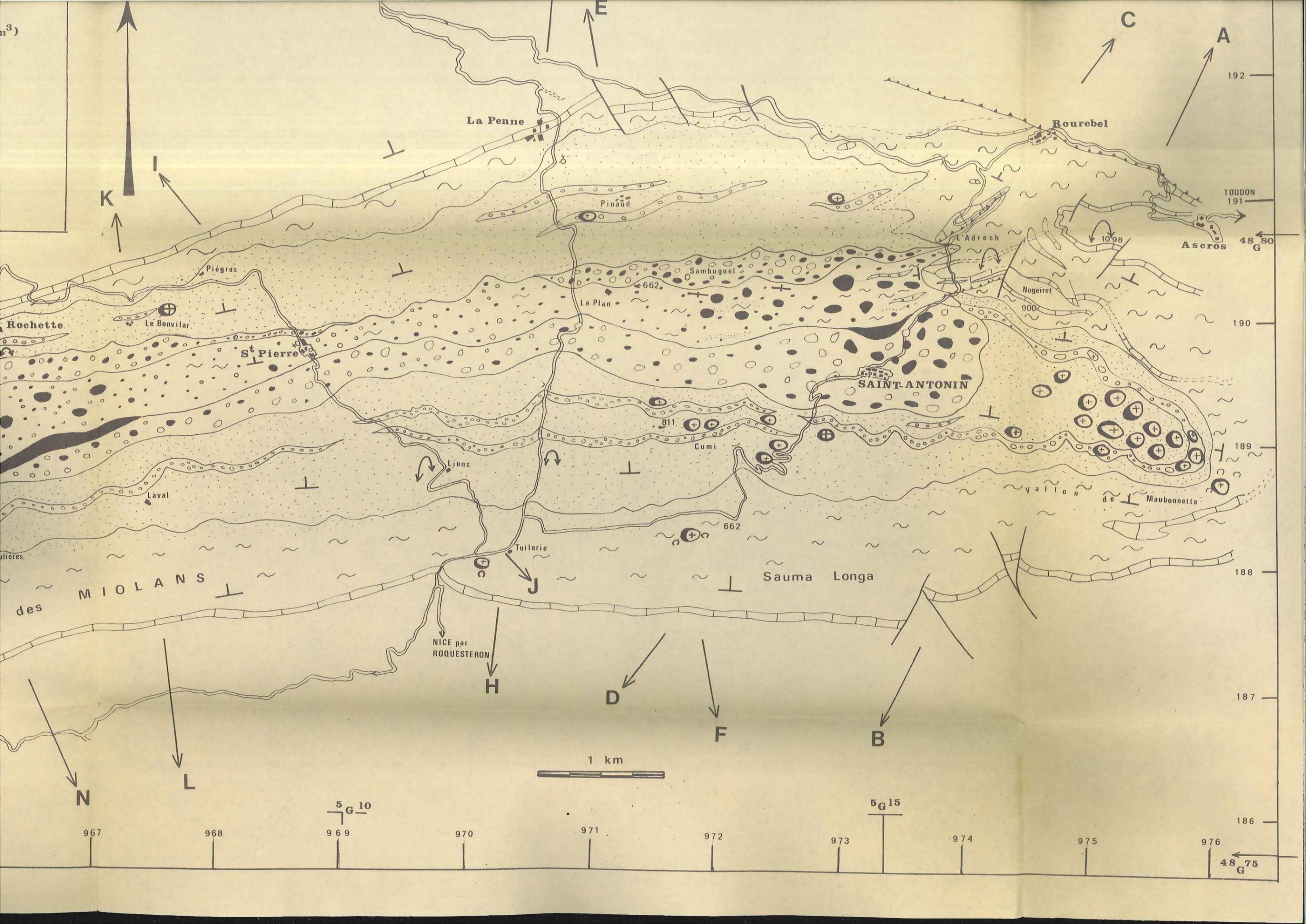
Grès permo-triassique du Tanneron  
et de l'Estere1

Echantillon	$I.\bar{A}$	$I.\bar{T}$
TA65	468	472
ES161	488	605
MA166	439	554

CARTE GEOLOGIQUE DES FORMATIONS DETRITIQUES TERTIAIRES  
 DU SYNCLINAL DE SAINT ANTONIN au 1 / 25000

S. TOURE (1981)





n<sup>3</sup>)

192

La Penne

Rourebel

TOUDON  
191

Pinaud

Ascros  
48 80  
G

Piégras

Le Plan

Nogiret  
900

Rochette

Le Bonvilar

St Pierre

SAINT-ANTONIN

811

Cumi

Laval

Lions

Tuilerie

662

vallo n de Maubonnette

189

des MIOLANS

Sauma Longa

188

NICE par  
ROQUESTERON

D

F

B

1 km

N

L

5 G 10

5 G 15

967

968

969

970

971

972

973

974

975

976

186

48 75  
G

# LEGENDE

# CARTE

Faille **supposée**  
observée

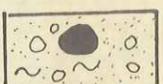
Pendage, direction

Charnière de pli  
synclinale  
anticlinale

Bloc erratique

front de chevauchement  
supposé  
contact observé

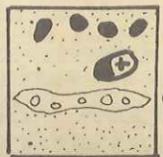
A  
B  
Localisation des coupes



Détritique post volcanique



Brèches volcaniques andésitiques tertiaires



Détritique ante volcanique

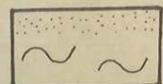
Conglomérats  
Grés, sables

BLOCS D ANDESITE (plus de 1 m<sup>3</sup>)

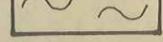
galets d'andésites tertiaires

BLOCS DE GRANITE (plus de 1 m<sup>3</sup>)

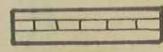
galets de socle cristallin



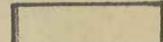
Facies gréseux sommital



Marnes priaboniennes



Calcaire nummulitique



Terrains ante nummulitique

968



K

I

Q

O

M

ENTREVAUX

La Clue

RN 211

La Rochette

Le Bonvilar

Petit Brins

Chamengearde

Fontane

738

Les Moulrières

Laval

Baylon

725

Montagne des MIOLANS

Amirat

Collongues

192

191

190

189

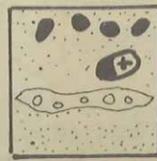
188

187

48 G 80

synclinale  
 Charnière de pli  
 anticlinale

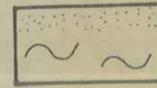
Bloc erratique



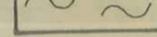
Conglomérats  
 Grés, sables

Détritique ante volcanique

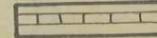
● galets d'andésites tertiaires  
 ⊕ BLOCS DE GRANITE (plus de 1m<sup>3</sup>)  
 ○ galets de socle cristallin



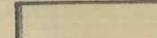
Facies gréseux sommital



Marnes priaboniennes



Calcaire nummulitique



Terrains ante nummulitique

front de chevauchement

supposé

contact observé

Localisation des coupes

A  
 B

K

191  
 190

48 G 80

189

188

187

186

185 ST AUBAN

48 G 75

Q

O

M

ENTREVAUX

La Rochette

Le Bonvil

La Clue

RN 211

La Croix

Petit Brins

Chamengearde

Laval

Fontane

738

Les Moulrières

M I O L A N

Baylon

725

Montagne des MIOLAN

Amirat

Collongues

643

VR

P

N

959

960

961

962

963

964

965

5 G 05

966

967

5 G 00