



**HAL**  
open science

## Schistosité et granitisation dans le synclinorium de Laval et ses abords

Paul Professeur Fourmarier, Annik Pelhate, Bernard Auvray

### ► To cite this version:

Paul Professeur Fourmarier, Annik Pelhate, Bernard Auvray (Dir.). Schistosité et granitisation dans le synclinorium de Laval et ses abords . XXXV, 60 p., 1965, ACADEMIE ROYALE DE BELGIQUE. MEMOIRES IN 8°. insu-01510406

**HAL Id: insu-01510406**

**<https://insu.hal.science/insu-01510406>**

Submitted on 19 Apr 2017

**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.

Académie royale de Belgique

Koninklijke Academie van België

CLASSE DES SCIENCES

KLASSE DER WETENSCHAPPEN

MÉMOIRES



VERHANDELINGEN

Collection in-8°. — Tome XXXV  
Fascicule 3

Verzameling in-8°. — Boek XXXV  
Afllevering 3

---

# Schistosité et granitisation

dans le

## synclinorium de Laval et ses abords

par

**Paul FOURMARIER**

*membre de l'Académie  
professeur émérite de l'Université de Liège.*

**Annik PELHATE**

*maitre assistant à l'Université de Rennes.*

**Bernard AUVRAY**

*assistant à l'Université de Rennes*



*Exemplaire hors commerce.*

BRUXELLES  
PALAIS DES ACADEMIES  
RUE DUCALE, 1

BRUSSEL  
PALEIS DER ACADEMIËN  
HERTOGSSTRAAT, 1

1965

No 1776

# LISTE DES PUBLICATIONS RÉCENTES DE L'ACADÉMIE

## CLASSE DES SCIENCES

### Mémoires in 8<sup>o</sup> — 2<sup>e</sup> Série

#### TOME XXV

1600. † **De Wildeman, E.** Notes pour l'Histoire de la Botanique et de l'Horticulture en Belgique ; 1950 ; 832 p. . . . . 500 »

#### TOME XXVI

1. 1609. **Lambot, H.** Contribution à l'Etude du Mécanisme Cristallographique du Durcissement des Duralumins ; 1950 ; 35 fig., 96 p. . . . . 100 »  
 2. 1613. **Backes, F.** La méthode du Pentaspère oblique mobile et quelques-unes de ses applications ; 1951 ; 88 p. . . . . 80 »  
 3. 1615. **Garnir, H. G.** Théorie de la Représentation linéaire des Groupes alternes ; 1951 ; 3 fig., 22 p. . . . . 25 »  
 4. 1616. **Sironval, C.** Recherches organographiques et physiologiques sur le développement du Fraisier des Quatre-Saisons à fruits rouges ; 1951 ; 50 fig. dont 3 pl., 184 p. . . . . 200 »  
 5. 1617. **Derwidué, L.** Sur les Variétés exceptionnelles ; 1951 ; 40 p. . . . . 40 »  
 6. 1618. **Van Hove, Léon.** Sur certaines représentations unitaires d'un groupe infini de transformations ; 1951 ; 102 p. . . . . 100 »  
 7. 1619. **Duchesne, J.** Contribution à l'étude des relations entre les forces interatomiques et la structure électronique des molécules polyatomiques ; 1952 ; 43 p. . . . . 40 »  
 8. 1622. **Papy, G.** Sur l'arithmétique dans les algèbres de Grassmann ; 1952 ; 108 p. . . . . 100 »  
 9. 1623. **Backes, F.** Nouvelles Recherches sur l'Applicabilité projective des Surfaces ; 1952 ; 32 p. . . . . 40 »

#### TOME XXVII

1. 1624. **Van Tiggèlen, A.** Contribution à l'étude cinétique des réactions de combustion et d'inflammation ; 1952 ; 27 p. . . . . 30 »  
 2. 1625. **Tits, J.** Généralisations des Groupes projectifs basés sur leurs propriétés de transitivité ; 1952 ; 115 p. . . . . 100 »  
 3. 1626. **Godeaux, L.** Mémoire sur les surfaces multiples ; 1952 ; 80 p. . . . . 80 »  
 4. 1627. **Andreotti, A.** Recherches sur les surfaces irrégulières ; 1952 ; 56 p. . . . . 50 »  
 5. 1628. **Buckens, F.** Détermination des tensions thermo-élastiques dans un tube cylindrique ; 1952 ; 3 fig. ; 44 p. . . . . 40 »  
 6. 1629. **Consael, R.** Sur les processus composés de Poisson à deux variables aléatoires ; 1952 ; 44 p. . . . . 40 »  
 7. 1631. **Andreotti, A.** Recherches sur les surfaces algébriques irrégulières ; 1952 ; 36 p. . . . . 40 »  
 8. 1632. **Beugnies, A.** La tectonique kundelunguienne ; 1952 ; 34 fig. et 3 pl. dont 1 en couleur ; 128 p. . . . . 150 »  
 9. 1635. **Reeb, G.** Sur certaines propriétés topologiques des trajectoires des systèmes dynamiques ; 1952 ; 64 p. . . . . 60 »  
 10. 1636. **Trappeniers, N.** Le principe des états correspondants et les diagrammes d'état du tétrachlorure et du tétrabromure de carbone ; 1952 ; 6 tabl., 29 fig., 93 p. . . . . 100 »

#### TOME XXVIII

1. 1637. **Mazur, P. et Prigogine, I.** Contribution à la thermodynamique de la matière dans un champ électromagnétique ; 1953 ; 56 p. . . . . 60 »  
 2. 1639. **Mathieu, M.-P.** Recherches expérimentales sur quelques étalons métrologiques ; 1953 ; 31 fig., 224 p. . . . . 200 »  
 3. 1641. **Nollet, L.** Quelques propriétés nouvelles des courbes tracées sur une surface algébrique ; 1958 ; 40 p. . . . . 40 »  
 4. 1642. **Warzée, J.** Sur la possibilité de déduire immédiatement, du diagramme différentiel de Wolf, la distance et le pouvoir absorbant d'une nébuleuse obscure ainsi que la dispersion  $\delta$  des magnitudes absolues ; 1953 ; 9 fig., 42' p. . . . . 40 »  
 5. 1643. **Demeur, M.** Étude de l'interaction entre le champ propre d'une particule et un champ électro-magnétique homogène et constant ; 1953 ; 98 p. . . . . 100 »  
 6. 1644. **Colloque Junius Massau, Mons et Gand, 26 et 27 avril 1952 ; 1954 ; 17 fig., 74 pp.** . . . . . 60 »

ACADEMIE ROYALE DE BELGIQUE

---

CLASSE DES SCIENCES

**MÉMOIRES**

Collection in-8°. Deuxième série

---

TOME XXXV, fasc. 3.



KONINKLIJKE ACADEMIE VAN BELGIË

---

KLASSE DER WETENSCHAPPEN

**VERHANDELINGEN**

Verzameling in-8°. Tweede reeks.

---

BOEK XXXV, afl. 3.



BRUXELLES  
PALAIS DES ACADÉMIES  
RUE DUCALE, 1

BRUSSEL  
PALEIS DER ACADEMIËN  
HERTOGSSTRAAT, 1

1965

**IMPRIMERIE J. DUCULOT**  
**S. A.**  
**GEMBLOUX.**

**Schistosité et granitisation**  
dans le  
**synclinorium de Laval et ses abords**

par

**Paul FOURMARIER**

*membre de l'Académie  
professeur émérite de l'Université de Liège.*

**Annik PELHATE**

*maître assistant à l'Université de Rennes.*

**Bernard AUVRAY**

*assistant à l'Université de Rennes*

---

Impression décidée le 9 janvier 1965.

---

# Schistosité et granitisation dans le synclinorium de Laval et ses abords (Massif Armoricain)

---

---

## INTRODUCTION

Un mémoire paru en 1962 <sup>(1)</sup> avait pour objet de montrer l'influence du granite sur les déformations mineures des roches dans le Massif Armoricain, spécialement sur le clivage schisteux (débitage en feuillets généralement obliques à la stratification). Cette étude a porté essentiellement sur la partie du massif située au Nord d'une ligne joignant Pontivy à Fougères, c'est-à-dire là où les roches granitiques affleurent largement. Elle s'étendait également au massif de Flamanville et à son environnement, dont la structure est classique à la suite des travaux de nombreux géologues. Des considérations d'ordre général en ont été déduites sur certains problèmes soulevés par la mise en place des granites.

Nous croyons utile de rappeler ici que dans la partie du Massif Armoricain faisant l'objet du mémoire précité, deux cas extrêmes ont été distingués en ce qui concerne l'influence du granite sur l'évolution des terrains sédimentaires avoisinants :

a) A son contact se sont formées des cornéennes massives sur une largeur variable suivant l'importance du massif et la nature lithologique des sédiments ; ces cornéennes sont accompagnées de schistes « tachetés » et entourées d'une auréole à schistosité bien apparente ;

b) La cornéenne fait défaut et l'influence du granite se marque soit par le développement de la foliation conforme aux strates, soit par du microplissement.

<sup>(1)</sup> P. FOURMARIER, Cl. PAREYN et Fr. DORÉ. Observations complémentaires au sujet de l'influence du granite sur les déformations mineures des roches dans le Massif Armoricain. *Mém. Cl. Sc. Acad. roy. Belgique*, in 8°, t. XXXIII, fasc. 4, 1962.

La partie septentrionale du Massif Armoricaïn est à mettre dans le premier type ; la partie méridionale, au contraire, appartient au second. Entre les deux s'étend une zone où les caractères sont plus complexes, formant la transition entre les deux cas extrêmes.

Nous avons pensé qu'il serait intéressant de rechercher jusqu'à quel point ces règles peuvent s'appliquer à des régions où les terrains paléozoïques plissés couvrent de larges espaces tandis que les roches intrusives n'y sont représentées que par des pointements réduits. C'est le cas pour le pays s'étendant entre Rennes, Fougères, Fresnay-sur-Sarthe, Redon, Angers, Château-briant.

Déjà en 1959, à l'occasion d'une étude plus générale, l'un de nous (P. F.) <sup>(1)</sup> avait été frappé par des anomalies apparentes dans le développement de la schistosité dans cette partie du Massif Armoricaïn. C'est ce qui nous a porté à nous documenter davantage et à rechercher l'explication de faits en apparence contradictoires.

Nous devons rappeler ici que les observations sont parfois très malaisées dans cette partie de l'Armorique à cause de la dispersion des affleurements et de l'altération des roches en surface. Il eut fallu reprendre pour ainsi dire tout le levé géologique du territoire en vue. Une telle entreprise était au-dessus de nos possibilités. Nous avons obtenu néanmoins quelques résultats suffisamment intéressants pour retenir l'attention, résultats qui pourront servir de point de départ à ceux qui désireront pousser plus loin l'étude du problème.

Le territoire qui fait l'objet de notre étude est centré, du point de vue géologique, sur le synclinorium de Laval dont la zone axiale est occupée par le Carbonifère (Dinantien), voire par endroits par les couches de base du Namurien. Ce grand pli, à ennoyage marqué vers l'Est sur une grande partie de sa longueur, est bordé au Nord par une large bande de Briovérien, traversée par d'importants massifs de granite ; elle est aussi recouverte partiellement, à proximité des terrains mésozoïques du bassin de Paris, par des lambeaux de Paléozoïque (Les Coëvrons). Au Sud, le synclinorium de Laval est également

(1) P. FOURMARIER. Le granite et les déformations mineures des roches (schistosité, microplissement, etc.). *Mém. Cl. Sciences, Acad. roy. Belg.*, Coll. in 8° t. XXXI, fasc. 3, 1959.



*Abréviations :* And = Andouillé ; A. H = Auvers le Hamon ; Ang = Angrie ; A R G = Argentré ; A R P = Argentré du Plessis ; A N R = Antrain ; B. d. C. = Bourg-des-Comptes ; B s/O = Beaulieu s/Oudon ; Bec = Bécon ; B. M = Bouillé-Ménard ; Chev = Chevigné ; CH = Chailland ; CHg = Châteaubourg ; Cong = Congrier ; Cx = Croixille ; H. F. = Hôtellerie de F. ; Gu = Guichen ; GUIP = Guipry ; J. M = Saint Jacut-du-Méné ; La G = La Guerche ; LB = La Baconnière ; L. d'A = Lion d'Angers ; Mf = Montflours ; Moi = Moisdon ; Mtj = Montjean ; N = Neau ; Nu = Nuillé ; Plu = Plumaugat ; Pol = Poligné ; Poua = Pouancé ; P. R = Pont Réan ; Ren = Renac ; S. A. A. = Saint-Aubin d'Aubigné ; SOU = Souvigné ; S. G. E. = Saint-Georges-sur-Erve ; S. J. M. = St-Jean s/Mayenne ; S. P. P. = St-Pierre le Potier ; S. Su = St-Suzanne ; V. V. = Vieux Vy ; Vi-Ch = Villiers-Charlemagne.

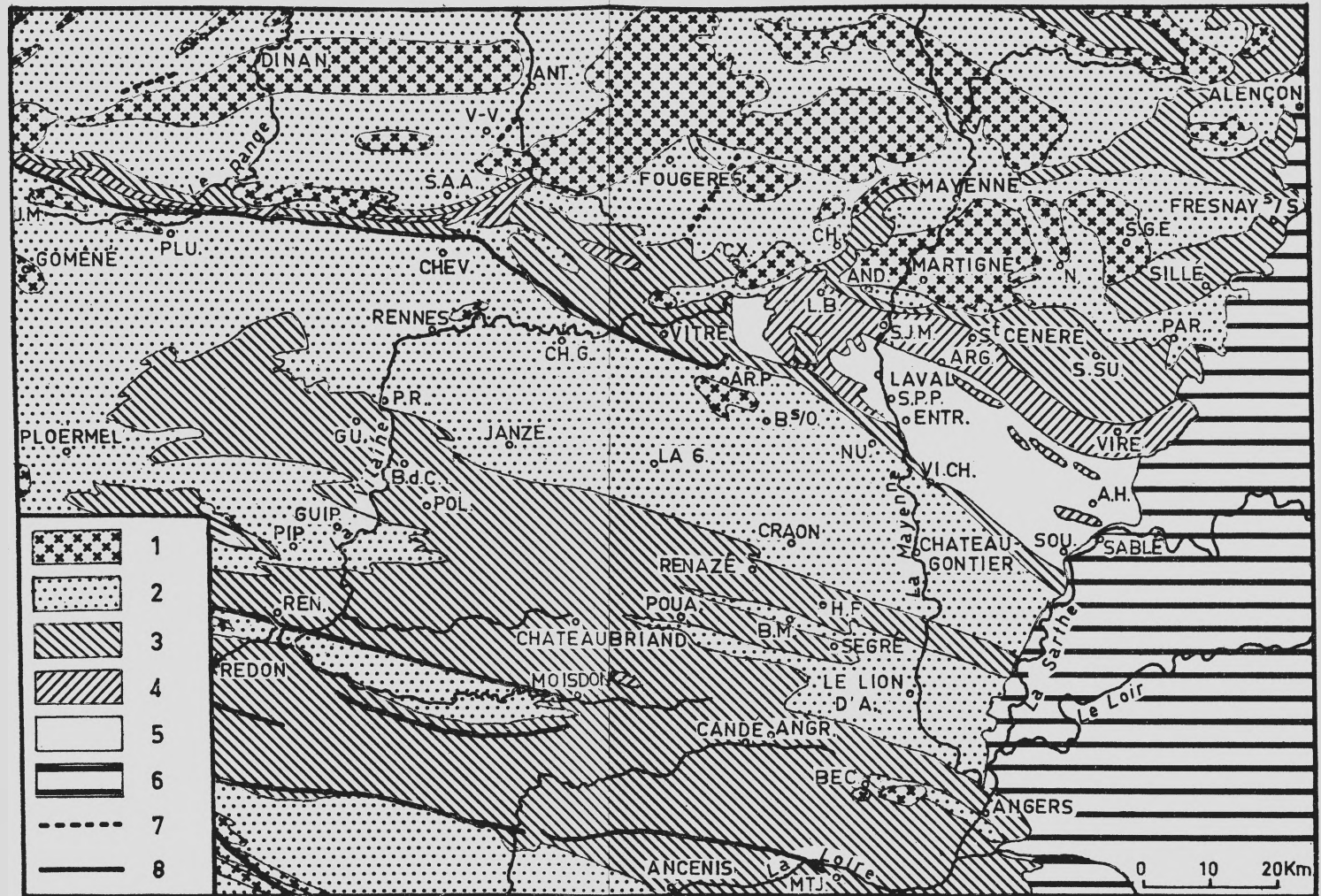


FIG. 1. — Carte géologique sommaire de la région visitée .

*Légende :* 1 : massifs granitiques ; 2 : Briovérien ; 3 : Cambrien-Silurien ; 4 : Dévonien inférieur ; 5 : Carbonifère ; 6 : terrains post-paléozoïques du bassin de Paris ; 7 : filons ; 8 : failles.

bordé par une bande de Briovérien passant par Rennes et Château-Gontier. Au Sud s'étend une autre aire synclinoriale, très complexe d'allure, de direction générale NW-SE, le *synclinorium du Sud de Rennes* (sensu-lato) dans lequel on reconnaît les unités suivantes (du Nord au Sud) :

- le synclinal de Martigné-Ferchaud,
- le synclinal de Segré,
- le synclinal de St-Julien-de-Vouvantes,
- le synclinal de Redon,
- le synclinal d'Ancenis.

Entre ces synclinaux affleure le soubassement briovérien comme par exemple dans l'anticlinal de Châteaubriant. Ces plis présentent de l'Ouest à l'Est un ennoyage jusqu'à proximité de Châteaubriant où passe un synclinal transversal de direction Nord-Ouest-Sud-Est ; au delà de ce pli, ils présentent au contraire un relèvement axial marqué, ce qui provoque la réapparition en affleurement du Briovérien sur une grande largeur dans la vallée de la Mayenne, de part et d'autre de la petite localité Le Lion d'Angers, tandis que le Paléozoïque n'affleure au Nord de celle-ci que sous forme d'une bande très étroite. Vers le Sud, il réapparaît tout à proximité d'Angers.

Notre étude porte principalement sur le synclinorium de Laval et sur le Briovérien qui l'encadre de part et d'autre. Le Paléozoïque de Châteaubriant n'a retenu notre attention qu'accessoirement.

Nous décrivons aussi brièvement que possible les observations que nous avons faites dans chacune de ces unités tectoniques pour essayer ensuite d'en tirer quelques conclusions de caractère général. Nous joignons une carte géologique quelque peu simplifiée de la région visitée (fig. 1).

## CHAPITRE I

### **Le Briovérien au nord du synclinorium de Laval**

Nous avons essayé de mettre en évidence le rôle des massifs granitiques si bien développés dans la large bande de Briovérien qui borde au Nord le synclinorium de Laval.

A hauteur de l'extrémité occidentale de l'étendue occupée par le Paléozoïque de ce grand pli, s'étend l'important massif de Fougères. A son contact, la cornéenne massive est largement développée, comme on peut le voir dans de beaux affleurements à Fougères même, notamment sous le château. On y reconnaît, par endroits, des traces de clivage résiduel. Dans la cornéenne, certains lits renferment d'abondants « nodules » dûs à l'influence du granite. La cornéenne est d'ailleurs accompagnée de schistes « tachetés » riches en muscovite. A distance un peu plus grande du granite, les schistes « tachetés » dominant et sont accompagnés de grès ; ils sont affectés par un clivage oblique à la stratification. Par contre, au Sud-Est de Fleurigné <sup>(1)</sup>, le Briovérien, constitué de bancs alternants de grès argileux et de schiste fin, ne laisse voir aucune trace de schistosité oblique bien que le schiste soit encore « tacheté ». Le granite, est distant de 3 kilomètres au moins de cet endroit.

On peut voir dans cette disposition une belle application de la règle observée en d'autres régions, avec ses deux phases caractéristiques :

- a) l'influence de la granitisation syntectonique qui a permis le développement du clivage schisteux alors que la charge statique n'était pas suffisante par elle-même ;
- b) l'action du granite en massif circonscrit, posttectonique,

(1) Ce village est situé à 6 kilomètres au Sud-Est de Fougères.

provoquant la genèse de la cornéenne massive et des schistes « tachetés », ne laissant subsister qu'une schistosité résiduelle dans la cornéenne (1).

Dans la ville et sous le château, nous avons prélevé des échantillons de cornéenne massive pour un examen au microscope (2).

Les « nodules » de la roche tachetée sont formés principalement de cordiérite qui, sous le microscope, se présente en taches vertes en lumière naturelle, grises en lumière polarisée ; ces taches sont bourrées d'inclusions : muscovite, magnétite, tourmaline, quartz.

Dans un banc d'apparence plus schisteuse intercalé dans la cornéenne massive, les « nodules » de cordiérite sont tous orientés suivant une même direction faisant un angle de 8 à 9 degrés avec la stratification. Cette disposition est sans doute en relation avec une schistosité originelle, développée avant que se fit sentir l'influence du granite intrusif.

Dans certains échantillons, la cordiérite paraît avoir été remplacée par de la biotite et de la muscovite.

Un échantillon du schiste « tacheté », qui fait suite à la cornéenne à plus grande distance du granite, permet de voir que la roche est très finement cristalline ; les « taches » probablement en cordiérite à l'origine, sont actuellement formées d'un mélange de muscovite et de séricite sans orientation et sans forme nette. On s'explique par là que l'affleurement ne laisse voir aucune schistosité bien apparente, celle-ci ayant été détruite par la recristallisation progressive de la roche.

A l'extrémité occidentale de ce massif, là où sa largeur est relativement réduite, nous avons pu procéder à des prélèvements à proximité du contact, notamment près de Vieux-Vy-sur-Couesnon, au bord septentrional du massif.

Il s'agit, en l'occurrence, de cornéenne typique dans laquelle divers minéraux de néoformation peuvent être distingués, tels la biotite extrêmement abondante, avec inclusions de fines aiguilles de rutile ; la cordiérite apparaît sous forme de plages diffuses, donnant l'impression d'un tissu spongieux entre les

(1) Voir à ce sujet :

P. FOURMARIER. Le granite et les déformations mineures des roches (schistosité, microplissement, etc.). *Mém. Cl. Sc. Acad. roy. Belgique*, coll. in 8°, t. XXXI, fasc. 5, 1959.

(2) L'étude au microscope des échantillons recueillis dans la région faisant l'objet de ce mémoire a été entreprise par B. Auvray.

autres minéraux. Elle se présente aussi sous forme de nodules visibles à l'œil nu. Ces minéraux sont orientés en tous sens.

Au microscope, la stratification se voit par l'alternance de lits de teinte différente.

L'abondance des minéraux de néoformation dénote un métamorphisme intense, qui a supprimé toute trace de schistosité ; celle-ci se voit difficilement au front des carrières, sous forme de clivage résiduel.

Au Sud d'Antrain, le long de la grand-route de Fougères, nous avons noté la présence de schiste à « nodules » particulièrement volumineux. Ils sont formés essentiellement de cordiérite ; ils sont plus ou moins altérés et bourrés d'inclusions, notamment de produits micacés, tels la muscovite et la biotite, la tourmaline, etc.

Ces nodules sont orientés en tous sens dans un feuilletage parallèle à la stratification ; s'il a existé une schistosité oblique, elle a été entièrement effacée par le développement des « nodules ».

Près de la station du chemin de fer de cette localité nous avons noté également la présence de schiste « tacheté » compact, en voie de transformation en cornéenne.

Au Sud-Est du massif de Fougères, nous avons pu nous rendre compte de l'influence d'un pointement granitique plus réduit en étendue, situé entre La Croixille et Chailland. A son voisinage immédiat, les schistes du Briovérien sont devenus compacts et passent à la cornéenne ; ils sont également « tachetés ». L'auréole du massif de Croixille se présente dans des conditions comparables à celle du massif de Fougères ; elle est de moindre largeur à cause de l'importance moins grande du pointement granitique qu'elle entoure.

Au Sud de la ville de Mayenne, s'étend le grand massif de granite de Martigné-Montflours <sup>(1)</sup> perçant le Briovérien. En divers endroits de sa limite méridionale et à son extrémité occidentale, il est directement en contact avec le Paléozoïque.

Dans la vallée de la Mayenne, nous avons observé le Briovérien tout à proximité du granite ; il y est transformé en cornéenne.

(1) Ce granite a été décrit en 1935 par L. Berthois dans sa thèse : « Recherches sur les minéraux lourds des granites de la partie orientale du Massif Armoricain »

C'est une roche du type classique de Vire, grenue, grisâtre, presque exclusive, ment formée de quartz, d'orthose et de mica noir en proportion à peu près égale.

Un filon de microgranite en relation avec lui présente deux temps de cristallisation.

Celle-ci est dure, compacte, de teinte foncée ; elle a perdu toute trace de clivage schisteux. Le quartz se présente en petits grains formant tout le fond de la roche, quelques grains plus volumineux sont brisés, craquelés, à extinction ondulante.

La biotite est assez abondante, sous forme de petites paillettes sans aucune orientation spéciale les unes par rapport aux autres ; la chlorite qui lui est étroitement associée provient de l'altération de ce minéral.

Le plagioclase est en petits cristaux assez rares, présentant les caractères de l'oligoclase.

Lorsqu'on s'écarte du massif intrusif, on constate que le schiste est simplement devenu compact, comme c'est le cas à Montfleurs, parfois « tacheté ».

Plus loin encore, les bancs schisteux sont affectés d'un clivage schisteux assez imparfait ; par endroits, le feuilletage est parallèle à la stratification. Ces divers caractères permettent de croire que le front supérieur de schistosité se trouve dans le Briovérien, comme c'est le cas près de Fougères.

D'ailleurs, dans la vallée de la Mayenne, non loin de Montfleurs, les schistes à Calymènes de l'Ordovicien se débitent en feuillets parallèles aux strates, mais il ne peut être question de clivage schisteux. En confirmation de cette opinion, nous ferons remarquer qu'à peu de distance à l'Ouest d'Andouillé, en bordure du synclinal de Laval, un bel affleurement des mêmes schistes nous a permis de constater que les feuillets sont bien parallèles à la stratification, mais aussi que les fossiles contenus dans ces bancs ne présentent pas de trace de déformation ni de frottement ; il est donc de toute évidence que ces roches sont *au-dessus* du front supérieur de schistosité.

On pourrait évidemment supposer que le granite de Martigné s'est mis en place avant le dépôt des terrains paléozoïques, discordants sur le substratum briovérien.

Cependant, à son extrémité orientale le granite de Martigné est en contact avec le calcaire cambrien exploité dans une grande carrière à la sortie nord du village de Neau, à peu de distance à l'Est du bourg de Montsurs (1). Le calcaire a été modifié par l'intervention du granite ; il est notamment chargé de silice et a pris l'apparence compacte si caractéristique des cornéennes.

Cette seule observation suffit à montrer que le granite de

(1) Ce bourg est situé à 4 kilomètres au Nord-Est de St-Cénéry.

Martigné s'est mis en place après que le Briovérien ait été recouvert par le Paléozoïque plissé c'est-à-dire après les plissements hercyniens.

Cette manière de voir est confirmée par les observations faites à l'Est de Neau. En effet, à mi-distance entre la vallée de la Mayenne et la bordure occidentale du bassin de Paris, le soubassement briovérien est recouvert par des dépôts paléozoïques (Les Coëvrons) notamment entre Saint-Georges-sur-Erve et Fresnay-sur-Sarthe. Au cours d'une visite antérieure avec Fr. Doré, l'un de nous (P. F.) a pu constater qu'entre Sillé-le-Guillaume et le village de Parennes situé en bordure nord du synclinorium de Laval, le Briovérien apparaît en affleurement ; il comprend des phyllades avec lits siliceux soulignant la stratification ; il comprend aussi du schiste plus grossier empâtant des galets de quartz et de roches diverses. Bien que les affleurements observés soient relativement éloignés de tout massif granitique visible en surface, les schistes sont affectés par un clivage de flux très net, d'allure subverticale.

Cette différence avec la région de Fougères et de Mayenne ne paraît pas pouvoir s'expliquer par une variation de la charge statique au moment du plissement, car la distance est trop faible entre ces deux endroits. D'autre part, si l'on se reporte à la carte dressée par J. Cogné <sup>(1)</sup>, c'est le Briovérien supérieur qui affleure près de Parennes, tandis qu'au voisinage du granite de Fougères les roches briovériennes appartiennent à un niveau inférieur. Si la charge intervenait seule, la schistosité aurait été plus marquée du côté ouest que près de Parennes.

Il paraît sans doute plus rationnel de penser à l'application de la règle rappelée ci-avant : l'influence d'un granite syntectonique situé à quelque distance sous la surface du sol et que l'érosion n'a pas encore mis à découvert.

Au Nord de cette bande de Briovérien apparaît le Paléozoïque, que l'on peut voir dans de bons affleurements, au-delà de Sillé-le-Guillaume, le long de la route de Mayenne. Ce sont des schistes grossiers rapportés au terrain cambrien. Ces roches présentent une schistosité nette rappelant plutôt le clivage de fracture, assez différent du clivage observé dans le Briovérien sous-jacent.

(<sup>1</sup>) J. COGNÉ. Le Briovérien. Esquisse des caractères stratigraphiques, structuraux et paléogéographiques de l'Antécambrien récent dans le Massif Armoricain. *Bull. Soc. Géol. France*, 7<sup>e</sup> sér., t. IV, n<sup>o</sup> 3, p. 413, 1962.

Il convient en l'occurrence de tenir compte de la différence dans la nature lithologique des formations superposées et de leur appliquer la notion du retard.

Ajoutons encore que, dans la carrière de la Chaterie à Fresnay-sur-Sarthe, le calcaire cambrien atteint un degré d'évolution à la fois lithologique et tectonique qui fait penser à l'influence d'un facteur autre que la charge résultant uniquement du poids des terrains (1). Des traces très apparentes de clivage schisteux ne laissent aucun doute sur la déformabilité relativement grande de ce calcaire lorsqu'il fut soumis aux efforts tectoniques ; d'autres aspects de cette roche confirment cette manière de voir.

Pour souligner davantage encore l'irrégularité du front supérieur de schistosité dans cette partie de l'Armorique, rappelons que le Briovérien de Pré-en-Pail, est dépourvu de schistosité alors qu'il se trouve à 25 kilomètres seulement de la zone proche de Sillé-le-Guillaume où il se présente à l'état de phyllade avec une belle schistosité de flux.

Ces observations dans la zone de Briovérien entre Fougères et Parnennes-Fresnay-sur-Sarthe, y compris les lambeaux de Paléozoïque sus-jacents permettent de dire que le front supérieur de schistosité s'élève dans la série stratigraphique de l'Ouest vers l'Est : près de Fougères il est dans le Briovérien ; à Sillé-le-Guillaume, il est dans le Paléozoïque (Siluro-Cambrien). L'influence de la granitisation syntectonique paraît devoir être prise en sérieuse considération. Les faits observés dans le synclinorium de Laval, au Sud du Briovérien de Fougères-Parnennes, confirment cette interprétation.

(1) Voir à ce sujet :

P. FOURMARIER et Fr. DORÉ. Remarques sur la structure du calcaire de la Chaterie (Massif Armoricain) *Bull. Soc. linnéenne de Normandie*, 10<sup>e</sup> sér., 2, vol., 1961.



## CHAPITRE II

### **Le synclinorium de Laval**

Le synclinorium de Laval comprend la série des terrains allant du Cambrien au Namurien reposant en discordance sur le substratum briovérien.

Cette succession présente toutefois des lacunes importantes ; c'est ainsi que le Dévonien moyen et supérieur fait défaut et que, par endroits, le grès armoricain (base de l'Ordovicien) s'avance en transgression sur le Briovérien.

Une discordance tectonique se voit, d'ailleurs, en divers endroits entre le soubassement briovérien et le terme inférieur du Paléozoïque.

Le synclinorium de Laval est orienté d'Ouest-Nord-Ouest à Est-Sud-Est ; il présente un ennoyage vers l'Est-Sud-Est qui se marque très bien sur la carte géologique d'ensemble. Il en résulte qu'au Nord de Rennes le grand pli est réduit à une faible largeur près de St-Aubin d'Aubigné, tandis qu'il atteint son développement maximal au contact des terrains postpaléozoïques du bassin de Paris.

Du fait de cette disposition, la zone axiale du synclinorium est marquée par un grand développement du Carbonifère dans sa partie orientale ; vers l'Ouest, au contraire, le Dévonien inférieur puis les terrains sous-jacents apparaissent seuls dans l'axe du pli.

Nous avons déjà signalé qu'au Nord et au Nord-Est de Rennes, le Briovérien est dépourvu de schistosité lorsqu'on l'observe à quelque distance des massifs de granite ; il en est de même pour les schistes à Calymènes dans la vallée de la Mayenne et à l'Ouest de celle-ci, non loin d'Andouillé.

En outre, nous avons recueilli des échantillons de schiste fossilifère du Siegenien supérieur provenant d'un puits près de

Livré, à six kilomètres au Sud-Est de St-Aubin du Cormier <sup>(1)</sup>. Ces schistes ne présentent aucune trace de clivage oblique à la stratification et les fossiles ne sont pas déformés. Cet endroit est situé très approximativement dans l'axe du synclinorium de Laval.

Par contre, si l'on se reporte au Sud, on constate que le Briovérien sur lequel s'appuie le versant méridional du synclinorium présente une schistosité nette ; de même, les schistes à Calymènes de l'Ordovicien affleurant largement à Vitré sont affectés par une schistosité de fracture parfois assez grossière.

Il est remarquable de voir se modifier ainsi le niveau du front supérieur de schistosité suivant que l'on considère la zone axiale et le versant nord d'une part, le versant sud d'autre part du synclinorium de Laval.

A cet égard, nos observations le long de la Mayenne sont plus parlantes encore.

La coupe relevée suivant cette rivière nous a fourni des données de grand intérêt pour notre étude. Nous l'avons visitée en procédant du Nord au Sud, à partir de Rochefort près de la petite ville de Montflours.

Nous avons pu voir tout d'abord le contact du granite (massif de Martigné) et du Briovérien. Ce dernier est transformé en cornéenne comme nous l'avons observé près du granite de Fougères. A Montflours même, c'est-à-dire à distance un peu plus grande du granite, les schistes du Briovérien sont simplement durcis sans atteindre le stade de la cornéenne, plus loin encore, le schiste se feuillette parallèlement à la stratification ; par endroits cependant il présente un clivage de fracture assez fruste ; on a l'impression d'être là au voisinage immédiat du front supérieur de schistosité, ainsi que nous l'avons déjà signalé ci-avant.

En somme, le Briovérien de Montflours est influencé par le granite de Martigné comme les schistes du même niveau le sont à Fougères par le granite situé au Nord de cette ville. On y verra par conséquent l'influence de la granitisation syntectonique suivie de l'effet de la mise en place du granite en massifs circonscrits.

En continuant à longer la Mayenne vers le Sud, on atteint

(1) Ce village se trouve à 15 kilomètres à l'est de St-Aubin d'Aubigné porté sur la carte de la fig. 1.

rapidement le grès armoricain, puis les schistes à Calymènes de l'Ordovicien moyen, inclinant à 80° vers le Sud. Ces schistes se débitent en feuillets parallèles de la stratification. Nous rappelons à ce propos l'observation déjà signalée précédemment : Entre la Baconnière et Andouillé, nous avons vu un bon affleurement de ces schistes à Calymènes, dont le feuilletage est strictement parallèle à la stratification ; les feuillets ne présentent aucune trace de frottement ; les fossiles sont parfaitement intacts sans aucun indice de déformation à la suite d'efforts mécaniques. Nous y trouvons la confirmation de ce que nous avons avancé précédemment à savoir que le front supérieur de schistosité n'atteint pas, dans la région, le sommet du Briovérien.

Plus au Sud encore, à St-Jean-sur-Mayenne, les calcaires et les schistes du Dévonien inférieur reposant sur le Silurien sont affectés par une schistosité de fracture bien apparente.

Il résulte de là que, du Nord vers le Sud, le front supérieur de schistosité s'élève rapidement dans la série stratigraphique.

Nous en avons trouvé une preuve tout à fait nette à l'Est de la Mayenne, près du village de St-Cénéry. Nous y avons relevé la coupe représentée à la figure 2. Du Nord au Sud, nous avons rencontré successivement :

*a)* A la sortie nord du village, schistes alternant avec des bancs gréseux, rapportés à l'étage gedinnien ; les bancs inclinent au Sud-Ouest de 40 degrés environ. Le feuilletage est parallèle à la stratification et ne peut pas être considéré comme une schistosité au sens que nous donnons à ce terme.

*b)* A l'extrémité sud du village, à 300 mètres du point précédent, un affleurement est formé de schistes avec bancs quartziteux appartenant très probablement à la base du Siegenien ; les bancs inclinent de 75 à 80 degrés vers le Sud-Ouest ; ces schistes sont affectés par une schistosité fruste, grossière, sensiblement verticale.

*c)* Plus loin apparaissent des grès appartenant à un niveau plus récent que les schistes du point *b*. Nous n'avons pas pu les examiner, mais il est peu probable, vu la nature lithologique, que l'on puisse y trouver trace de schistosité.

*d)* Au Sud de ce niveau gréseux affleurent les schistes calcaires avec bancs de calcaire noduleux, plus ou moins argileux

renfermant une faune abondante du Siegenien supérieur. Ces roches présentent une schistosité oblique aux strates particulièrement nette.

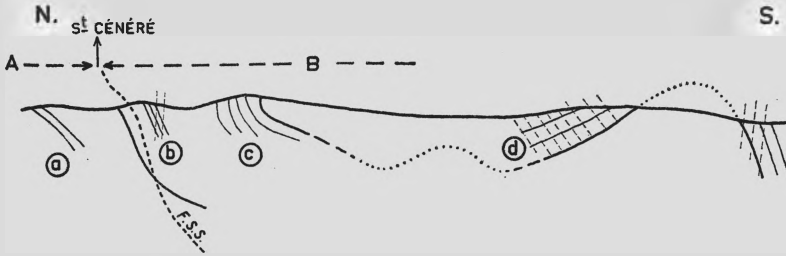


FIG. 2. — Coupe à St-Cénére. a, b, c, d, (voir dans le texte) ; F.S.S. = front supérieur de schistosité ; A = zone sans schistosité ; B = zone à schistosité. L'allure du clivage est indiquée en traits interrompus.

La coupe que nous venons de décrire est tout à fait démonstrative ; elle met admirablement en évidence la montée relativement rapide du front de schistosité dans la succession des terrains.

Cette particularité est encore confirmée par l'examen des terrains plus récents de la région de Laval.

Au Sud du Dévonien inférieur, affleure directement le Culm. Nous avons pu le voir à peu de distance au Nord de Laval où il se présente en allure synclinale. Les schistes se débitent en feuillets subverticaux correspondant à un clivage de fracture. Il est de toute évidence qu'en cet endroit du bassin de Laval, le front supérieur de schistosité atteint un niveau stratigraphique plus élevé encore que précédemment. Près de l'église d'Argentré, nous avons pu voir un bon affleurement de Culm, avec clivage de fracture dans les bancs de schiste.

Au Sud de Laval, entre L'Huisserie <sup>(1)</sup> et St-Pierre-le-Potier, les assises inférieures du Culm affleurent dans la vallée de la Mayenne <sup>(2)</sup>. Elles comprennent des schistes, des grès et des psammites en bancs très redressés. Les schistes sont marqués par une belle schistosité oblique, subverticale, permettant leur débitage en feuillets minces, à surface un peu luisante. A 400 mètres au Sud de la chapelle de St-Pierre-le-Potier, dans l'escarpement de la rive gauche de la Mayenne, ces schistes renferment de petits « nodules » de cordiérite ou de ses produits

<sup>(1)</sup> A 2 kilomètres au Sud de St-Pierre-le-Potier.

<sup>(2)</sup> A. PELHATE. Le Culm du Sud de Laval. Étude sédimentologique. *Bull. Soc. géol. et Minér. de Bretagne*, Nlle Ser., fasc. 1 et 2, 1961, Rennes.

d'altération ; ils rappellent absolument les schistes « tachetés » ou « noduleux » en relation avec les cornéennes tels que nous les avons signalés au voisinage des massifs granitiques de la région de Fougères, Croixille, etc. ; ils se débitent en feuillets minces à surface quelque peu luisante ; parfois cependant ils prennent un aspect compact, indice d'une tendance à la transformation en cornéenne.

Bien que ces schistes « noduleux » n'apparaissent que sur une très petite surface, ils constituent un indice des plus précieux pour l'explication de l'évolution géologique de cette partie du synclinorium de Laval.

A peu de distance plus au Sud, à Entrammes, les roches appartenant approximativement au même niveau stratigraphique sont du phyllade bleu-noir, avec une très belle schistosité de flux, la surface des feuillets étant marquée par la présence d'un longrain très visible. Le feuilletage fait un angle assez faible avec la stratification, angle dont la valeur peut varier quelque peu d'un point à un autre.

A 600 mètres au Sud d'Entrammes affleurent des schistes sériciteux, satinés, d'apparence plus métamorphique que les précédents. Ils sont caractérisés par une belle schistosité de flux permettant le débitage en feuillets minces sensiblement verticaux.

Eu égard aux variations importantes observées à propos de la schistosité dans les roches carbonifères au voisinage de Laval et au Sud de cette ville, une série d'échantillons ont été examinés en lame mince sous le microscope.

a) *Au pied de l'église d'Argentré*, les roches à l'échelle de l'affleurement sont marquées par une schistosité de fracture, bien apparente. Examiné au microscope le schiste apparaît comme une pélite dont l'élément dominant est le quartz, mais des phyllites et en particulier la chlorite et la séricite sont aussi très abondantes. On y observe quelques rares paillettes de biotite de petite taille, et des paillettes de muscovite plus grandes que les autres éléments et qui sont disposées en tous sens, mais montrent aussi une extinction roulante.

b) *A St-Pierre-le-Potier*, rive gauche de la Mayenne, à 200 mètres environ au Sud de la chapelle, sur le flanc de l'escarpement qui borde la rivière.

La roche se débite aisément en feuillets minces à surface lisse, sur laquelle se voient très nettement des « nodules » ou « taches »

en saillie dont la taille n'excède pas 2 millimètres. Le contour, souvent parfaitement sphérique de ces « taches » est souligné par une auréole plus foncée.

A l'examen microscopique, la roche s'avère formée essentiellement de quartz détritique dans un ciment de minéraux phylliteux.

Le quartz se présente sous forme de petits cristaux, sans orientation particulière. Les phyllites (chlorite, biotite, séricite, muscovite) moulent les éléments détritiques.

Comme autres éléments, il y a lieu de citer : le rutile en très petits grains, le zircon assez abondant, la tourmaline assez rare, la pyrite, la muscovite en paillettes assez grandes, des traînées de limonite.

Les « nodules » ont la composition suivante : un noyau, qui occupe la plus grande partie du nodule, constitué essentiellement de quartz microcristallin, de paillettes de chlorite parfois très petites, des grains de quartz un peu gros, avec quelques inclusions de rutile, quelques débris de pyrite bien souvent associés à de la chlorite à couleur de biréfringence bleu-verdâtre (sans doute de la pennine) ;

Tous ces minéraux sont disposés au hasard dans ce noyau central.

Autour du noyau, se voit une auréole plus ou moins épaisse de produits phylliteux à allongement et orientation radiales (mélange intime de muscovite, de séricite, de chlorite) ; parfois un peu de quartz microcristallin.

Entourant cette auréole, se voit une zone de phyllites disposées tangentiellement par rapport au centre de la sphère, couche soulignée par sa couleur brun-foncé due aux sels de fer ; elle se prolonge en avant et en arrière du nodule pour donner une sorte de « queue » remplie essentiellement par des phyllites.

Ces apparences d'étirement paraissent généralement orientées suivant la schistosité car leur position est sensiblement constante dans toute l'étendue de la lame.

Les muscovites paraissent disposées au hasard et non pas suivant une direction privilégiée, ce qui peut faire penser qu'elles sont de néoformation.

Quant aux « nodules » le fond microcristallin des noyaux, provenant vraisemblablement d'une recristallisation et l'orientation radiale des phyllites composant leur couronne sont en faveur de leur genèse postérieurement à la production de la schistosité.

M. le Professeur P. Michot, de l'Université de Liège, qui a bien voulu examiner l'un de ces échantillons nous écrit à son sujet :

« La roche en question a bien comme provenance un schiste gréseux (petits grains de quartz détritiques relativement abondants disséminés dans une pâte de type argileux).

» Elle a subi un métamorphisme de contact, avec formation de ces petits nodules que l'on voit, bien zonés, à la loupe. Ces nodules sont très probablement si pas certainement, des cristaux de cordiérite dont je n'ai malheureusement pas pu retrouver de trace. Ils ont été altérés complètement par voie hydrothermale en une association de muscovite, typiquement à structure hydrothermale, disposée en structure radiaire orientée perpendiculairement à la périphérie ; dans la partie plus centrale, vient de façon prédominante une pennine et en même temps du quartz de néo-cristallisation, contemporain de la transformation de la cordiérite.

» Cette transformation de la cordiérite s'est faite avec un apport de K qui s'est fixé immédiatement en périphérie interne, tandis que dans la partie plus centrale se formait la pennine (chlorite).

» Postérieurement à la transformation de la cordiérite en muscovite-chlorite-quartz s'est produit une texture schisteuse, qui a contourné les nodules cordiéritiques, mais a traversé une pâte qui devait être également influencée par l'action thermique ; on y reconnaît également de la muscovite hydrothermale disloquée et de la chlorite, qui, associée avec de menus filaments de muscovite fibreuse, disposée en sandwich, me paraît bien pouvoir être interprétée comme de la biotite chloritisée. »

c) *A environ 800 mètres à un kilomètre au Nord d'Entrammes, le long de la route de Laval, les schistes de la partie inférieure du Culm ont un aspect métamorphique ; ce sont des schistes satinés, sériciteux se débitant en feuillets très minces, correspondant à une schistosité de flux.*

Sous le microscope, la roche est une pélite très siliceuse, dans laquelle l'élément détritique dominant est le quartz ; la taille des éléments est très faible tant pour le quartz que pour les phyllites qui forment l'essentiel du fond et du ciment de la roche (chlorite, séricite, muscovite).

A remarquer en lame mince la présence de cristaux de quartz, peu nombreux, mais beaucoup plus gros et plus frais que les autres quartz de la préparation ; ils ne renferment aucune

inclusion ou impureté, contrairement aux quartz détritiques, presque toujours envahis par de la chlorite et de la séricite ; d'autre part la plus grande dimension de ces cristaux de plus forte taille ne correspond pas à l'orientation de la schistosité ; il semble donc bien qu'il s'agit de minéraux de néoformation postérieurs au clivage.

Un caractère particulier mérite de retenir l'attention en plus de ceux qui viennent d'être signalés : certains de ces gros éléments de quartz, sont accompagnés à deux extrémités opposées, d'une cristallisation de type « chevelu », formée essentiellement d'un mélange de quartz en grains allongés, de chlorite et de séricite (voir photos 7 et 8).

Une telle disposition en rapport avec l'allure de la schistosité paraît, au premier abord, constituer la preuve que les gros éléments de quartz existaient dans le schiste au moment où s'est produite la schistosité oblique aux strates et qu'ils n'ont pas été engendrés au cours d'une phase posttectonique. A l'encontre d'une telle conclusion, il y a lieu de faire observer que ce quartz n'a pas d'extinction roulante, mais qu'il s'éteint franchement à la fois dans le gros cristal et dans le « chevelu » situé dans son prolongement. C'est là un indice en faveur d'une origine posttectonique. Cette dernière solution doit, semble-t-il être préférée, quitte à chercher une explication adéquate aux prolongements en « chevelu » des grains volumineux du quartz. C'est, d'ailleurs, là, un phénomène général, semble-t-il dans les schistes métamorphiques.

d) *Près du pont sur la Mayenne, le long de la route d'Entrammes à Nuillé.* Schiste noir ardoisier à belle schistosité de flux faisant un angle de 10 à 12 degrés avec la stratification, montrant des traces très nettes d'étirement.

Sous le microscope, la roche présente l'aspect d'une pélite dont l'élément détritique le plus important est le quartz. Ce minéral se présente le plus souvent en amandes allongées dans le sens de la schistosité, étroitement enserrées entre des bandes de phyllites (muscovite, séricite, chlorite et un peu de biotite). Ces produits phylliteux sont très nettement orientés suivant la direction de schistosité. Un élément particulièrement abondant est le graphite contribuant à donner à la roche sa couleur noire.

Certains des grains de quartz sont prolongés à leurs deux extrémités par des zones à cristallisation « chevelue » constituées



par des quartz fins, mêlés à des paillettes de chlorite ou de séricite.

Le graphite se présente, dans certains échantillons tout au moins, sous forme de très nombreux et assez gros cristaux ; ils sont accompagnés de poches d'étirement comparables à celles observées pour le quartz. D'après la façon dont le graphite se présente dans le schiste, il semble bien qu'il soit contemporain de l'étirement et du métamorphisme du schiste.

Par contre, la muscovite est le plus souvent orientée indifféremment par rapport à la schistosité ; en plus de sa fraîcheur un trait semble indiquer son origine néoformationnelle ; en effet, un quartz détritique est traversé de part en part par une paillette de muscovite, le coupant littéralement en deux.

On peut conclure de là que, si le graphite est syntectonique, la muscovite s'est formée au cours d'une phase posttectonique. Ces roches ont ainsi enregistré les deux phases distinguées ci-avant dans la mise en place du granite.

*En résumé*, suivant la vallée de la Mayenne, nous avons traversé la série des terrains du Briovérien au sommet du Dinantien, série discontinue sans doute du point de vue stratigraphique puisqu'elle renferme des lacunes importantes, continue cependant du point de vue tectonique.

Dans le cas d'une série affectée uniquement par la schistosité régionale, résultant de la charge des terrains surincombants lors de la tectogenèse, le clivage devrait aller en s'atténuant du terrain le plus ancien au terrain le plus récent. Or, l'étude des affleurements distribués ainsi le long de la Mayenne, nous conduit à une conclusion tout opposée. C'est dans le Carbonifère (Culm) au Sud de Laval, notamment près d'Entrammes que la schistosité atteint le stade de schistosité de flux le plus caractéristique.

On pourrait certes supposer une variation très rapide de l'épaisseur des terrains suivant une coupe méridienne correspondant à une subsidence différentielle particulièrement marquée. Une telle hypothèse a été émise pour d'autres régions où le clivage schisteux est très accusé dans les terrains les plus jeunes de la série sédimentaire à l'endroit d'une aire synclinale, alors qu'il est à peine indiqué ou inexistant dans des formations plus anciennes aux flancs d'un tel pli. Il en est ainsi dans le syncli-

norium de Dinant en Belgique <sup>(1)</sup> ; une constatation analogue a été faite en Westphalie dans le bassin namurien d'Arnsberg <sup>(2)</sup>.

Dans le cas présent, nous croyons devoir faire appel à l'influence de la granitisation en profondeur suivant le principe que nous avons déjà rappelé ci-avant. Et cela pour plusieurs raisons :

a) C'est au Sud d'Entrammes que la schistosité de flux est le plus développée. Or cet endroit se trouve sur le flanc sud du synclinal carbonifère ; d'autre part sur l'autre flanc du même pli, la schistosité de flux est remplacée par une schistosité de fracture. Cet argument serait cependant de faible valeur à lui seul.

b) Par comparaison avec d'autres parties du Massif Armoricain, l'hypothèse de l'intervention du granite nous paraît la plus probable si l'on s'en rapporte aux faits exposés dans un mémoire déjà cité à plusieurs reprises <sup>(3)</sup>. Nous voyons incontestablement l'influence de la mise en place d'un granite circonscrit, posttectonique, dans la présence de schistes « tachetés » près de St-Pierre-le-Potier ; les « nodules » que l'on aperçoit dans ces schistes ne montrent pas trace de déformation ; ils résultent de la mise en place d'un massif de roche de nature granitique, caché en profondeur, qui apparaîtrait en surface si l'érosion avait été suffisamment intense à son endroit.

Il est loisible d'admettre que ce granite est une émanation d'une zone de granitisation syntectonique supposée en profondeur et qui aurait facilité la production de la schistosité de flux si bien développée à quelque distance au Sud d'Entrammes.

D'autre part, la présence de minéraux de néoformation dans les roches à clivage de flux du Sud d'Entrammes comme dans les roches à clivage de fracture d'Argentré plaide encore en faveur de l'extension en profondeur de ce granite posttectonique.

On se trouve ainsi dans des conditions semblables à celles décrites pour les massifs granitiques de Fougères, de Vire et

(1) P. FOURMARIER. L'allure du front supérieur de schistosité dans le Paléozoïque de l'Ardenne. *Bull. Cl. Sc. Acad. Roy. Belgique*, 5<sup>e</sup> sér., t. XXXIX, 1953.

(2) P. FOURMARIER et W. VAN LECKWIJCK. La schistosité dans le Namurien d'Arnsberg (Westphalie) et dans les terrains sous-jacents. *Bull. Cl. Sc. Acad. Roy. Belgique*, 5<sup>e</sup> sér., t. 41, Bruxelles 1955.

Voir aussi : P. FOURMARIER. L'intérêt de l'étude des déformations mineures des roches pour la compréhension de l'évolution des régions plissées. *Archives des Sciences*, vol. 14, fasc. 3, 1961, Genève.

(3) P. FOURMARIER, Cl. PAREYN et Fr. DORÉ. *op. cit.*

d'autres où l'influence du granite au cours de deux stades successifs se montre d'une façon particulièrement suggestive.

c) Nous devons aussi faire observer que dans les deux exemples rappelés ci-avant : la coupe de la vallée de la Meuse en Belgique et le bassin d'Arnsberg en Westphalie, la schistosité observée au niveau stratigraphique le plus élevé est un clivage de fracture, bien différent du clivage de flux qui caractérise les schistes au Sud d'Entrammes. D'autre part, dans ces deux exemples on a de bonnes raisons d'admettre qu'au-dessus des roches les plus jeunes atteintes par le clivage il a existé une épaisseur de sédiments suffisante pour donner la charge nécessaire. Dans le synclinorium de Laval nous n'avons aucune indication permettant de dire qu'il en fut de même, bien au contraire, comme nous le montrerons ci-après, en étudiant les affleurements situés plus près de la bordure du Bassin de Paris.

Ajoutons encore que pour une partie du synclinorium de Laval tout au moins, on se rend compte, comme dans l'entourage de grands massifs granitiques de l'Armorique, des deux facteurs que nous avons déjà signalés dans la construction d'une zone plissée :

a) Granitisation syntectonique en profondeur donnant aux roches une déformabilité capable de leur permettre de prendre la schistosité de flux sous une charge statique insuffisante, comme c'est le cas au Sud d'Entrammes ;

b) Après l'achèvement de la phase tectonique principale, des massifs circonscrits s'élèvent à partir de cette zone de granitisation et ont pour effet de modifier les roches affectées de schistosité en leur donnant une compacité plus grande, pouvant atteindre l'état de la cornéenne massive à schistosité résiduelle ; en outre, il peut y avoir formation de schistes « tachetés » ou « noduleux » par la concentration de minéraux tels la cordiérite, par exemple.

Sur la carte géologique au 80.000<sup>e</sup> un sill de microgranulite est figuré dans l'Ordovicien du flanc sud-ouest du bassin de Laval. D'après quelques fragments que nous avons eu l'occasion d'examiner, il semble bien que les éléments de cette roche sont orientés ; nous pensons, en conséquence qu'elle pourrait s'être mise en place au cours de la phase de granitisation syntectonique. On pourrait y voir un argument supplémentaire en faveur de notre manière d'interpréter les faits observés.

Pour compléter l'étude du synclinorium de Laval, nous nous sommes efforcés de lever une autre coupe méridienne passant à l'Est de la précédente, non loin de la bordure occidentale du Bassin de Paris.

Un examen de la carte géologique permet de voir que, si le synclinorium de Paléozoïque continue à s'élargir jusqu'à sa disparition sous les terrains secondaires, la présence de petits îlots de Dévonien pointant dans le Carbonifère indique une tendance à un relèvement de ce grand pli dans la direction de l'Est.

Nous avons signalé précédemment le comportement des schistes briovériens vis-à-vis de la schistosité dans la partie orientale de la bande de Fougères-Fresnay-sur-Sarthe, ainsi que celui du Paléozoïque qui les recouvre. Nous avons pu mettre ainsi en évidence la montée progressive du front supérieur de schistosité dans la succession des formations sédimentaires dans ce grand pli de premier ordre, comme nous le constatons également dans le synclinorium de Laval.

Au Sud de Parennes apparaît le Paléozoïque. Près de Ste-Suzanne, nous avons vu un affleurement de schiste cambrien dont la stratification est bien apparente grâce à la présence de bancs de grès interstratifiés dans le schiste. Alors que les bancs inclinent de 70° Sud, les feuillets de clivage ont un pendage nord de 80° à 85°. Il s'agit en l'occurrence d'un clivage de fracture.

A 5 kilomètres à l'Est de ce point, notamment à l'entrée ouest du village de Viviers-en-Charnie <sup>(1)</sup>, les schistes sombres du même étage sont caractérisés par un feuilletage plus fin, qui marque déjà une légère tendance vers la schistosité de flux.

A Viré, par contre, un peu au Sud de cette localité, les schistes calcareux, très fossilifères du Siegenien moyen, à *Athyris undata* sont dépourvus de tout clivage oblique à la stratification ; la roche se débite en feuillets grossiers, à surface mate, parallèle aux bancs ; les fossiles ne présentent aucune trace de déformation. Cet affleurement est, par conséquent, au-dessus du front supérieur de schistosité.

Il est intéressant d'établir une comparaison avec le même niveau stratigraphique observé près de St-Cénére et appartenant à la même bande de Dévonien inférieur du versant nord du synclinorium. On a l'impression qu'en suivant cette bande de

(1) A 6 kilomètres à l'est de Ste-Suzanne.

l'Ouest vers l'Est, le front de schistosité s'abaisse progressivement dans la série stratigraphique.

Il remonte cependant vers le Sud, car à environ 8 kilomètres du lieu précédent, près d'Auvers-le-Hamon, des schistes appartenant au Viséen supérieur et peut-être même à la base du Namurien sont affectés d'une schistosité fruste du type clivage de fracture, faisant un angle faible avec la stratification.

On voit donc que le niveau du front supérieur de schistosité varie de façon très irrégulière, d'autant plus qu'à proximité de Sablé-sur-Sarthe des schistes rapportés au Gedinnien et d'autres en relation avec les calcaires dinantiens sont dépourvus de clivage ou n'en sont atteints que de façon imparfaite.

A cet égard, il paraîtra sans doute peu raisonnable de croire que la charge statique ait pu varier, sur une distance d'une douzaine de kilomètres tout au plus, dans des proportions suffisantes pour que le clivage se développe dans le Culm de l'axe de la zone d'allure synclinale et non pas dans les terrains plus anciens qui l'encadrent.

Ajoutons à ce propos qu'à 7 kilomètres environ au Sud-Ouest de Sablé-sur-Sarthe, le Briovérien bordant au Sud le bassin de Laval ne présente qu'une schistosité de fracture assez grossière, voire un débitage en baguettes paraissant indiquer la proximité du front supérieur de schistosité.

De manière générale, il semble donc bien y avoir un abaissement du front supérieur de schistosité dans la partie orientale du bassin de Laval par rapport à la région de Laval-Entrammes.

Dans les pages qui précèdent nous avons dit que deux hypothèses peuvent s'affronter pour rendre compte des variations importantes du niveau atteint par le front supérieur de schistosité : une charge statique extrêmement variable ou l'intervention d'un magma granitique en profondeur. Cette deuxième hypothèse a retenu spécialement notre attention et nous en avons dit les raisons ; en sa faveur, nous croyons avoir trouvé un autre argument en comparant l'aspect du clivage schisteux dans les couches tout à fait supérieures du Dinantien à Auvers-le-Hamon et celui des couches inférieures du Culm (base du Dinantien) au Sud d'Entrammes où un clivage de flux est spécialement bien développé.

D'après la connaissance que possède l'un de nous (A. P.) de la stratigraphie du Carbonifère du bassin de Laval, la succession

des couches comprises entre ces deux niveaux ne doit pas avoir une puissance supérieure à 500 mètres. D'après l'expérience acquise à la suite d'observations dans de nombreuses régions il ne paraît pas possible d'expliquer une différence d'aspect du clivage de cette importance par un supplément de charge de cet ordre de grandeur.

Aussi, sans vouloir négliger une légère influence du poids supplémentaire de sédiments en un point par rapport à l'autre, nous croyons-nous autorisés à faire appel à l'intervention d'un autre facteur, en l'occurrence l'influence d'une granitisation syntectonique.

*En conclusion*, nos observations sur l'aire synclinoriale de Laval et sa bordure briovérienne, nous conduisent à supposer l'influence d'une granitisation syntectonique dont le centre d'activité maximale se marque au Sud de Laval, dans les environs d'Entrammes, là où les schistes sont atteints par le métamorphisme le mieux caractérisé et où le clivage de flux se marque de la façon la plus nette. La direction de la zone d'effet maximal semble être Ouest-Est, un peu oblique à l'axe tectonique du synclinorium de Laval.

Dans la région voisine de Parennes, l'influence de la granitisation syntectonique paraît évidente pour expliquer le développement de la schistosité à un niveau stratigraphique plus élevé qu'à Fougères. Nous n'avons constaté là que l'intervention de la première des deux phases dont nous avons fait mention antérieurement (page 8). Par contre, à Entrammes comme à Fougères nous voyons les effets superposés des deux phases successives :

a) Intervention de la phase syntectonique pour expliquer la schistosité du Culm, plus développée que celle des terrains plus anciens au bord nord du synclinorium de Laval ;

b) Influence d'une phase posttectonique ayant provoqué la formation des schistes « tachetés » aux dépens d'une roche déjà affectée par la schistosité de flux sous l'influence de la granitisation syntectonique.

## CHAPITRE III

### **Le Briovérien de la zone Rennes-Château-Gontier**

La ville de Rennes est bâtie sur une large bande de Briovérien séparant le Bassin paléozoïque de Laval d'une autre aire synclinoriale complexe, de même constitution stratigraphique, que nous désignons sous le nom de synclinorium du Sud de Rennes (sensu lato) (voir plus haut page 7).

Suivant sa limite méridionale, le Bassin de Laval est mis en contact avec le Briovérien par une faille importante, que l'on suit sur une très grande longueur.

Dans la zone briovérienne de Rennes, à quelque distance à l'Ouest de cette ville, se trouve le granite de Goméné ainsi que de petits pointements annexes. A leur contact, le Briovérien est transformé en schistes cristallins avec foliation ou microplissement ; à plus grande distance, les schistes du même niveau se débitent en feuillets suivant un clivage oblique aux strates.

La même disposition s'observe au contact du massif de Moncontour qui est situé au Nord du précédent et qui couvre une surface plus grande.

A titre de comparaison, nous avons procédé à un examen sommaire de la bordure de deux pointements de granite, un peu plus proches de Rennes ; l'un se trouve près de St-Jacut-du-Méné, l'autre à proximité de Plumaugat ; ces deux petits massifs sont, d'ailleurs, dans le prolongement l'un de l'autre suivant l'orientation générale du plissement. A leur contact, nous n'avons pas trouvé de cornéenne.

Bien que les observations de terrain fussent difficiles il nous a paru qu'au contact du granite de St-Jacut-du-Méné, les roches du Briovérien ont un aspect métamorphique qui rappelle, à première vue, celui d'un micaschiste. Sous le microscope, la roche paraît formée essentiellement de quartz en plages

étirées, écrasées, à extinction ondulante, et d'autres rappelant la structure d'un quartzite. Il s'agit d'une roche gréseuse ayant été fortement laminée.

On est tenté de faire un rapprochement avec les roches cristallophylliennes qui entourent les granites de Goméné et de Moncontour.

Au voisinage du massif de Plumaugat, les observations sont tout aussi difficiles et les roches, par suite de leur altération, se prêtent mal à un examen sous le microscope. Néanmoins, nous avons pu voir que le granite est bordé de schiste briovérien présentant une schistosité de flux ; à plus grande distance du granite, les roches du même niveau nous ont paru dépourvues de clivage oblique.

Au microscope, le schiste proche du granite se présente sous l'aspect de plages de quartz séparées par des lits phylliteux, possédant une orientation optique commune. On y relève cependant la présence de paillettes de muscovite ou de séricite, discordantes par rapport aux autres phyllites.

On peut admettre avec quelque vraisemblance qu'autour du granite de Plumaugat, le métamorphisme est moins marqué qu'au contact du massif de St-Jacut ; par contre la schistosité s'y marque mieux ; en outre la présence des paillettes de muscovite (ou séricite) aberrantes par rapport aux autres phyllites, indique une action posttectonique. On peut penser à l'intervention, en cet endroit, des deux phases distinguées à propos d'autres venues granitiques : d'abord l'influence du granite syntectonique qui a rendu possible la genèse de la schistosité et, par après, l'intervention du granite intrusif, posttectonique, qui a permis le développement de minéraux de néoformation, disposés de façon quelconque par rapport au feuilletage de la roche.

Nous avons l'impression que la situation se modifie progressivement de l'Ouest vers l'Est, entre Goméné et Rennes, l'influence du granite intrusif paraissant s'être manifestée à une distance de plus en plus grande du granite syntectonique de l'Ouest vers l'Est, suivant le principe exposé dans un mémoire antérieur <sup>(1)</sup>.

Il est à noter ici que les deux petits massifs dont il vient d'être question sont situés au Sud et à proximité de l'important accident

(1) P. FOURMARIER, Cl. PAREYN et Fr. DORÉ. *op. cit.* Voir spécialement la figure 13.



tectonique qui limite au Sud le synclinorium de Laval sur une partie de sa longueur, au moins jusque près d'Argentré du Plessis à l'Ouest de Laval. Or, le massif granitique de St-Jacut a produit des effets comparables à celui de Moncontour situé au Nord de la faille ; les roches entourant celui de Plumaugat s'apparentent mieux à celles des environs de Rennes, s'étendant également au Nord de l'accident tectonique. On est porté à en conclure que ce dernier n'a eu aucun effet sur la distribution des zones d'influence du granite que nous décrivons ici. Peut-être conviendrait-il de le considérer comme plus récent que la mise en place de ces venues. A cet égard, on pourrait éventuellement se risquer à une comparaison avec la grande fracture qui, dans les Vosges hercyniennes met en contact les schistes de Steige avec les phyllades de Villé, et dont l'âge post-granite paraît aujourd'hui démontré <sup>(1)</sup>.

Plus près de Rennes, entre Montauban-de-Bretagne et Montfort-sur-Meu, les schistes briovériens sont affectés par une schistosité de fracture, proche déjà de la schistosité de flux, mieux marquée au Sud qu'au Nord. De même le Cambrien discordant sur le Briovérien est atteint par une schistosité de fracture très apparente.

A Rennes même, non loin de l'entrée de la route de Vitré, le Briovérien est formé de schiste phylladeux avec belle schistosité à pendage nord ; au carrefour de Brécé, un peu plus à l'Est, il se présente sous le même aspect.

Par contre, au Nord de Rennes, à peu de distance de Chevaigné, le Briovérien se débite en feuillets grossiers, mats, parallèles à la stratification ; il ne montre aucun indice de clivage schisteux.

Il est remarquable de constater une telle différence de comportement des roches dans une même unité tectonique sur une distance inférieure à dix kilomètres. Les observations faites au voisinage du massif granitique de Goméné portent déjà à admettre en l'occurrence que les actions de granitisation jouent un rôle capital. Une preuve supplémentaire en est donnée au voisinage immédiat de Rennes. A la sortie nord de la ville, le granite affleure au sommet du mamelon portant la tour de télévision. A son contact immédiat, les schistes briovériens sont

<sup>(1)</sup> P. FOURMARIER et M. RUHLAND. Le granite et les déformations mineures des roches dans les Vosges hercyniennes. *Mém. Cl. Sc. Acad. Roy. Belgique*, coll. in 8°, t. XXXIV, fasc. 7, 1964.

transformés en cornéenne massive ; à plus grande distance ils sont de moins en moins compacts et passent progressivement à des schistes bien clivés ; plus loin encore, dans la direction du Nord, la schistosité oblique disparaît. On se trouve là en présence d'une disposition décrite en maints endroits du Massif Armoricain <sup>(1)</sup>.

Nous donnons ici les résultats de l'examen en lame mince de quelques échantillons pris au voisinage de ce petit massif de granite.

L'échantillon le plus éloigné du granite a été prélevé dans une excavation le long de la route de Coesmes, à environ 800 mètres du granite. Le schiste apparaît compact, affecté par un feuilletage grossier assimilable à une schistosité résiduelle. Au microscope, le métamorphisme résultant de la présence proche du granite est pratiquement insensible, ce qui semble indiquer que ce massif n'est qu'une petite apophyse d'une masse plus étendue située en profondeur.

Des échantillons prélevés à proximité plus grande du granite, dans le chemin d'accès à la Tour de Télévision, laissent voir une influence de plus en plus nette du granite voisin ; le schiste est de plus en plus compact et passe progressivement à la cornéenne. En lame mince, on y distingue des minéraux de métamorphisme : tourmaline, magnétite, muscovite, qui ont pour effet de masquer mieux encore la schistosité développée dans un stade antérieur, et dont la trace se voit encore par l'examen macroscopique des échantillons les moins influencés. Au microscope, les minéraux de néoformation sont orientés en tous sens, indice certain de la mise en place posttectonique du massif granitique.

A une distance intermédiaire entre les deux affleurements dont il vient d'être question, nous avons pu voir un petit filon de granite très peu épais recoupant les schistes du Briovérien. Son influence est manifeste, mais réduite par rapport à celle du massif de la Tour de Télévision. A son contact, le schiste est devenu beaucoup plus compact, dur, conservant cependant la trace d'une schistosité antérieure à la mise en place du filon. Au microscope, la roche se montre riche en biotite dont les cristaux ont été déformés par de gros cristaux ou plages xénomorphes de quartz formés sous l'influence de la venue granitique.

(1) P. FOURMARIER, Cl. PAREYN et Fr. Doré. *op. cit.*

En parcourant le terrain s'étendant entre le petit massif de Rennes et le grand massif granitique de Fougères situé plus au Nord, on voit les mêmes zones d'influence se répéter de façon symétrique. L'intervention du granite dans le développement du clivage oblique à la stratification apparaît évidente du fait de ces observations. Nous devons ajouter que, dans une coupe méridienne, le front de schistosité, dans ce même Briovérien, s'élève progressivement du Nord vers le Sud. Cette remarque est conforme à ce qui a été signalé le long de la Mayenne, dans la traversée du synclinorium de Laval.

Nous avons déjà dit qu'à la sortie de Rennes dans la direction de Vitré, notamment au carrefour de Brécé (1), les schistes du Briovérien sont affectés par un clivage bien apparent. Il y a là un changement complet par rapport à ce que l'on voit au Nord de Rennes, en dehors de l'influence apparente du granite.

A Châteaubourg, un affleurement nous a permis de voir que les schistes briovériens se débitent en feuillets suivant un clivage de fracture assez fruste oblique à la stratification. Encore faut-il que les bancs aient une certaine épaisseur car, dans les bancs minces intercalés entre des niveaux de grès, le feuilletage suit exactement l'allure des couches.

Au Sud de Rennes, dans la vallée de la Vilaine, la carrière des Landes, près de Pont Réan nous a fourni une coupe remarquable, car on y voit parfaitement la superposition en discordance du Cambrien sur le Briovérien. Ce contact est souligné par une différence à la fois en inclinaison et en direction des deux étages. C'est ainsi que les bancs du Briovérien ont la direction Ouest-Est et inclinent au Sud de 75 degrés environ, pouvant même atteindre la verticale ; les couches du Cambrien sont orientées N-60°-W avec inclinaison sud d'environ 45 degrés.

Dans les schistes briovériens, on note la présence d'une schistosité bien marquée inclinant au Sud de 85° ; dans le Cambrien, la direction du feuilletage est très semblable, mais l'inclinaison est de 85 à 70 degrés vers le Nord.

Le feuilletage paraît plus grossier dans les schistes cambriens que dans leur substratum ; il faut probablement attribuer cette différence à la nature lithologique ; dans la carrière Samson, à proximité de la précédente, les schistes rouges du Cambrien montrent déjà un clivage plus parfait bien qu'il soit parfois

(1) A 4 kilomètres, à l'Ouest de Châteaubourg.

encore assez grossier. En bref, la situation observée ici est comparable à celle décrite à Montfort-sur-Meu, où la disposition relative des terrains est la même.

Au Sud de la carrière des Landes affleure l'Ordovicien, au delà duquel apparaît le Gothlandien formé principalement de schistes du type des ampélites. Ces diverses formations sont affectées par le clivage schisteux. Cependant l'ampélite gothlandienne se caractérise par un débitage en longues baguettes ; on peut y voir l'indice du voisinage du front supérieur de schistosité. Cette observation permet d'estimer l'importance du décalage entre le niveau atteint par celui-ci au Nord de Rennes, d'une part, au Sud de la zone anticlinoriale Rennes-Château-Gontier, d'autre part. Nous aurons l'occasion d'y revenir en décrivant les observations plus fragmentaires que nous avons pu faire dans le Paléozoïque qui s'étend largement au Sud de cette zone. Auparavant, nous allons compléter la documentation recueillie sur le Briovérien à l'Est de la Vilaine.

Au delà de Châteaubourg, au Sud de la route joignant cette localité à Vitré, les schistes du Briovérien ont un aspect ardoisier et se débitent en feuillets minces. Un peu au Sud-Ouest de Vitré à l'endroit dénommé Les Rues, sur la route de Janzé, dans une ancienne carrière, les schistes de la même formation ont aussi l'aspect ardoisier, se débitant en feuillets à surface luisante inclinant au Nord de 85°.

Leur aspect est tout autre que celui des schistes briovériens affleurant au Nord de Rennes, même au voisinage du granite, là où l'influence de ce dernier se fait encore sentir sur la genèse des déformations mineures.

A l'Est de ce point, un peu au delà d'Argentré du Plessis, nous avons observé des phyllades de couleur verte, se débitant en feuillets comme ceux des affleurements précédents ; toutefois la roche nous a paru plus compacte et nous pensons à une relation probable entre ce fait et la présence d'un petit massif granitique situé tout à proximité, allongé dans la direction du Sud-Est. A l'affleurement de phyllade, la direction des bancs et celle du feuilletage sont anormaux ; on peut se demander si le petit massif granitique voisin, incontestablement posttectonique, n'est pas responsable de cette anomalie.

Dans l'axe du massif granitique en question, à son autre extrémité, nous avons observé des phyllades très semblables

aux précédents, à l'endroit dénommé Beaulieu-S/O. Ils sont d'aspect moins compact que les précédents et nous pensons que la raison doit en être cherchée dans leur distance un peu plus grande au granite.

La roche phylladeuse est formée de quartz, de biotite, de chlorite avec un peu de tourmaline. Le quartz semble parfois avoir été déformé, étiré et englobé dans les phyllites, ce qui donne des sortes de poches d'étirement à noyau de quartz et bordure de biotite ; la chlorite résulte de l'altération de la biotite ; la tourmaline se trouve en petits cristaux assez rares ; la roche renferme aussi quelques grains d'albite.

Quoique l'influence du granite soit bien marquée, il apparaît cependant qu'elle consiste essentiellement en une augmentation de la compacité des schistes, sans atteindre néanmoins le stade de transformation en cornéenne. Il n'en résulte pas moins que l'on ne peut pas négliger l'intervention du granite, d'abord syntectonique, puis posttectonique pour expliquer l'évolution lithologique et microtectonique de la région.

La situation se modifie rapidement quand on s'avance vers le Sud, pour se rapprocher du synclinorium du Sud de Rennes. En effet à La Guerche, à la sortie Ouest du bourg, à proximité de l'hôpital, affleurent les schistes sombres du Briovérien se débitant en longues baguettes délimitées d'une part par les joints de stratification et d'autre part par des joints obliques, espacés, représentant un clivage rudimentaire. Nous avons déjà eu l'occasion de faire observer qu'un tel débitage s'observe d'ordinaire tout à proximité du front supérieur de schistosité.

A l'Ouest de ce point, un peu au-delà de Visseiche, les schistes du Briovérien ne présentent aucune trace de schistosité. D'autre part, à Marcillé-Robert, à environ 3 kilomètres à l'Ouest du point précédent un affleurement de Briovérien nous a permis de voir dans un banc de schiste intercalé entre des bancs de grès, une schistosité assez fine faisant un angle faible avec la stratification.

A 4 kilomètres au Sud de Janzé, le long de la route départementale 92, un affleurement de Briovérien est caractérisé par une stratification bien visible et par une schistosité, assez fruste en apparence, qui fait avec elle un angle de 40 degrés environ. L'allure du front supérieur de schistosité qui est parallèle au plissement sur près de 10 kilomètres à l'Ouest de La Guerche,

se modifie ainsi brusquement pour décrire une courbe à concavité tournée vers l'Est-Sud-Est.

Un tel changement ne peut pas s'expliquer par une modification de la charge car la distance est trop faible, ni par une accentuation anormale des efforts. Force nous est de penser à l'intervention du facteur supplémentaire auquel nous avons déjà fait appel à maintes reprises : la granitisation. Nous trouvons dans un échantillon recueilli au Sud de Janzé, la preuve de ce que nous avançons.

Tout d'abord ce schiste briovérien présente à la surface du sol, une compacité, voire une dureté anormale dans le Briovérien, au point qu'il est exploité localement pour l'empierrement des chemins. D'autre part la roche a un toucher soyeux, qui n'est généralement pas compatible avec une schistosité de fracture.

En outre, le schiste se caractérise par la présence de petites taches, dont chacune, sous le microscope, s'avère être un agglomérat de petits cristaux ou plages de quartz, de chlorite, de séricite. Ces taches sont certainement postérieures au phénomène ayant donné naissance à la schistosité, car les phyllites de la pâte de la roche se trouvent écartées au bord de ces taches. La roche est, d'autre part, riche en paillettes de muscovite nettement discordantes par rapport aux autres phyllites constituant le fond de la roche.

Ces caractères font penser à un métamorphisme de contact ; le schiste aurait eu une tendance à se transformer en cornéenne, en même temps que se sont formées les « taches » et les muscovites indépendantes du clivage et recoupant celui-ci.

Il paraît rationnel de voir là l'intervention successive des actions de granitisation en profondeur qui ont permis le développement de la schistosité, puis celle d'un massif circonscrit qui n'est pas monté assez près de la surface pour être atteint par l'érosion, mais qui s'est manifesté par un durcissement du schiste, la tendance à une réduction de sa schistosité et par l'apparition de minéraux indépendants de l'allure du clivage, postérieurs par conséquent à la formation de celui-ci. C'est bien là les effets typiques de l'intervention des deux phases successives que nous avons distinguées dans la mise en place des granites : phase syntectonique, puis phase posttectonique. On peut voir là une disposition analogue à celle signalée ci-avant entre St-Pierre-

le-Potier et Entrammes et dont l'influence se marque sur le Briovérien de la même bande au Nord de Château-Gontier.

Poursuivant nos recherches vers l'Est, nous avons noté la présence d'un clivage de fracture bien développé dans les schistes briovériens au Sud de Cossé-le-Vivien, le long de la route de Craon, à 7 kilomètres de cette dernière ville. Les bancs de grès intercalés dans le schiste permettent de voir nettement la stratification inclinant de  $85^{\circ}$  vers le Sud-Ouest, tandis que le clivage schisteux incline de  $85^{\circ}$  vers le Nord-Est.

Le long de la route secondaire de Craon à Livré, à la sortie ouest de Craon, le Briovérien est affecté par une belle schistosité de fracture, tendant déjà vers la schistosité de flux. Par contre dans la ville même de Craon, un petit affleurement bien dégagé au pied d'une maison de la place du Marché nous a permis de constater qu'en cet endroit le schiste briovérien se feuillette parallèlement à la stratification. Il semble que la schistosité disparaisse brusquement, sur une distance très courte, dans des bancs en continuité presque parfaite.

A 2 kilomètres au Sud de Craon, le long de la route de Segré, le rafraîchissement de la tranchée nous a permis de voir le Briovérien très tectonisé, ce qui rend impossible toute observation utile pour notre étude. Toutefois, la disparition de toute schistosité vers l'Est ne nous a pas étonné car le long de la grand' route de Laval à Angers, à 7 kilomètres environ au Sud de Château-Gontier, les schistes du Briovérien ne présentent aucune trace de clivage oblique à la stratification. Fait intéressant à signaler dès à présent, bien que nous ayons à y revenir plus loin, les schistes à Calymènes de la digitation du synclinal de Martigné-Ferchaud qui affleurent à la Jaille-Yvon en bordure de la Mayenne sont également dépourvus de clivage schisteux.

Par contre, le long de la vallée de la Mayenne en amont de Château-Gontier, la situation se modifie rapidement. Déjà à 2 kilomètres au Nord de la ville, le clivage de fracture apparaît dans les schistes du Briovérien.

Plus au Nord encore, à Villiers-Charlemagne, les schistes de la même formation sont affectés par une schistosité assez grossière ; mais près de Houssay <sup>(1)</sup>, les mêmes schistes ont un aspect plus phylladeux et se débitent en feuillets représentant

(1) Village situé au bord de la Mayenne, à 5 kilomètres à l'Ouest de Villiers-Charlemagne.

un clivage de flux ou tout au moins un clivage de fracture qui s'en rapproche beaucoup.

Un autre affleurement entre Houssay et Origné <sup>(1)</sup> nous a permis de voir que l'évolution des schistes briovériens est plus avancée encore, car ils se débitent en feuillets très minces, à surface luisante, c'est-à-dire suivant un clivage de flux. Il est à remarquer que ce point d'observation est très proche de la limite méridionale du synclinorium de Laval et aussi de la partie de celui-ci où le clivage est le plus développé, comme nous l'avons signalé au Sud du village d'Entrammes situé à peu de distance.

Il semble donc bien que le facteur ayant agi sur les schistes du Culm pour leur donner une belle schistosité de flux décrite précédemment (page 18) a eu des effets analogues sur le Briovérien tout proche. Nous n'avons malheureusement pas pu voir s'il en est de même pour les terrains du Paléozoïque ancien situés entre ces deux formations et où le facies gréseux paraît prédominant.

A l'Est de la vallée de la Mayenne nous n'avons pu voir qu'un petit nombre d'affleurements. Nous signalerons que le long de la route du Lion d'Angers à Sablé-sur-Sarthe, à 8 kilomètres de cette dernière ville, entre Souvigné et St-Denis-d'Anjou nous avons noté la présence d'une schistosité de fracture assez fruste dans les schistes briovériens. Nous avons même eu l'impression d'être assez près du front supérieur de schistosité, ce qui s'accorde avec nos observations sur les terrains plus récents des environs de Sablé-sur-Sarthe.

Sur la carte annexée (fig. 6) nous avons tenté de tracer une limite approximative entre la zone briovérienne sans schistosité et celle où le clivage schisteux est bien apparent. On se rend compte de l'irrégularité de cette limite, bien que, en allure générale, elle soit conforme à la direction générale du plissement. Sur une carte géologique d'ensemble, on remarque que les massifs granitiques intrusifs s'allongent aussi suivant l'orientation tectonique générale. Il n'y a aucune raison de supposer qu'il puisse en être autrement des granites syntectoniques dont dépendent, en dernière analyse, les granites en massifs circonscrits.

(1) Origné se trouve à 5 kilomètres au Nord de Houssay sur la rive droite de la Mayenne.



Notre tracé marque une tendance à l'abaissement du front supérieur de schistosité dans la zone comprise entre La Guerche et Sablé-sur-Sarthe tandis qu'il s'élève à l'Ouest, cette disposition est peut-être en rapport avec les ondulations transversales si apparentes dans le synclinorium de Châteaubriant.

De cet exposé sur la zone briovérienne de Rennes-Château-Gontier, il résulte que la granitisation syntectonique a, selon toute probabilité, joué un rôle important dans le développement des déformations mineures alors que la seule charge statique eut été insuffisante. Il convient évidemment de ne pas perdre de vue que les variations de puissance des terrains sédimentaires, constituant précisément cette charge, doivent avoir ajouté leurs effets à ceux du granite syntectonique.

## CHAPITRE IV

### L'aire synclinoriale du sud de Rennes

Après avoir étudié le comportement de la schistosité dans la zone précambrienne de Rennes-Château-Gontier, nous avons examiné de façon plus sommaire la partie nord de la zone synclinoriale complexe du Sud de Rennes, afin de voir si elle peut apporter quelques données complémentaires à notre thèse.

La carte géologique d'ensemble laisse voir que, de part et d'autre d'une ligne subméridienne Vitré-Châteaubriant-Ancenis, les plis secondaires présentent un relèvement axial vers l'Est d'un côté, vers l'Ouest de l'autre, de telle sorte que le Précambrien apparaît rapidement suivant l'axe des anticlinaux secondaires du pli principal.

Du point de vue tectonique, il y a lieu de rappeler que le Cambrien est discordant sur le socle précambrien, comme il est apparu à la carrière des Landes au Sud de Rennes. D'autre part le Namurien du bassin d'Ancenis est, à son tour discordant sur les formations plus anciennes.

Nous aurons à chercher dans quelle mesure ces discordances intéressent le développement des déformations mineures des roches sédimentaires. Pour la clarté de l'exposé, nous décrirons nos observations successivement dans le substratum précambrien, puis dans la série du Cambro-Dévonien, pour terminer par quelques mots concernant le Namurien.

#### A. LE BRIOVÉRIEN

Nous savons déjà qu'au Sud de Rennes dans la vallée de la Vilaine, à la bordure même du synclinorium de Châteaubriant, le Briovérien est affecté par une belle schistosité de fracture, qui tend vers la schistosité de flux. Ce point est important car il permet d'estimer le changement dans le niveau atteint par le

clivage schisteux dans une coupe par le méridien de Rennes, comme nous l'avons signalé précédemment (page 32).

En avançant vers le Sud, nous retrouvons un bel affleurement du Briovérien dans un anticlinal secondaire du synclinal de Martigné-Ferchaud. C'est ainsi que le long de la Vilaine, au rocher d'Uzel, près de S<sup>t</sup>-Malo-de-Phily <sup>(1)</sup>, le Briovérien se présente sous un aspect nettement phylladeux ; il est affecté par un beau clivage oblique à la stratification, qui peut être considéré comme clivage de flux.

En poursuivant la coupe vers le Sud, nous avons encore rencontré le Précambrien à divers endroits, le long de la route de Rennes à Redon, entre cette localité et le village de Pipriac. A hauteur de ce dernier le Briovérien, formé de schiste avec intercalations de bancs gréseux est affecté par une schistosité de fracture bien apparente inclinant d'environ 50° nord, tandis que les bancs, à l'endroit de nos observations, inclinent de 75 à 80° dans la même direction. Ces roches appartiennent à la zone anticlinale secondaire Ploërmel-Guipry qui s'ennoie assez rapidement vers l'Est, c'est-à-dire vers l'axe du synclinal transversal de Châteaubriant.

A l'Est de la vallée de la Vilaine, cet anticlinal briovérien disparaît rapidement sous la couverture des terrains paléozoïques. Par suite du relèvement axial des plis dans la direction de l'Est à proximité de Châteaubriant, il réapparaît sans tarder non loin de cette ville. Nous en avons vu un affleurement avant d'atteindre le bourg de Pouancé. Le schiste est affecté par un clivage vertical qui apparaît bien être déjà du type du clivage de flux, car de petits cristaux de pyrite nous ont paru accompagnés d'une auréole d'étirement.

On est frappé de la différence observée, dans le même horizon, en deux points relativement proches l'un de l'autre et situés très approximativement sur un même axe tectonique longitudinal. Il paraîtra difficile dans ces conditions d'expliquer cette anomalie apparente par une simple différence de charge statique au moment de la tectogenèse. L'explication par l'influence des actions de granitisation syntectonique paraît ainsi devoir être envisagée, d'autant plus que les exemples abondent dans une zone plus occidentale du Massif Armoricaïn où les granites affleurent largement.

(1) Au bord de la Vilaine, à 8 kilomètres à l'ouest de Poligné.

Dans la vallée de la Mayenne, nous avons déjà signalé qu'un peu au Sud de Château-Gontier, le Briovérien est dépourvu de schistosité ; nos observations nous ont permis de préciser que, dans la bande anticlinale de Rennes-Château-Gontier, il est possible de distinguer des zones allongées suivant le plissement et dans lesquelles le Briovérien n'a pas de clivage oblique. Or, en suivant la Mayenne vers le Sud, au delà d'une étroite bande de Paléozoïque également dépourvu de schistosité, le Briovérien affleure de nouveau au voisinage du Lion d'Angers où le feuilletage très redressé des schistes peut être considéré comme un clivage proche du clivage de flux.

Quand on envisage seulement la région située immédiatement à l'Ouest de Châteaubriant, on est tenté de croire à l'existence d'une schistosité de type régional, présentant de faibles variations dans son aspect, par suite de changements minimes dans l'importance de la charge au cours de la phase de plissement. Cependant, les observations le long de la Mayenne où un changement profond se manifeste sur une distance de quelques kilomètres seulement portent à réfléchir, d'autant plus que le Briovérien est traversé par des veines d'orthophyre pouvant être en relation avec un massif granitique situé en profondeur.

En passant en revue les affleurements de Paléozoïque, notamment dans les environs de Candé nous trouverons des arguments en faveur de l'intervention d'un facteur supplémentaire en relation avec la profondeur ; il en sera question plus loin.

Aux environs d'Angers, dans l'axe d'un autre anticlinal secondaire séparant le synclinal de St-Julien de Vouvantes de celui d'Ancenis, nous avons pu faire également quelques observations intéressantes pour la solution du problème qui nous occupe.

A la sortie de la ville, l'un de nous (P. F.) en 1959, au cours d'une excursion du Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, a pu prélever de bons échantillons de schiste briovérien provenant d'une fouille. Ils sont caractérisés par le microplissement, tandis que, plus au Nord, au Lion d'Angers, comme près de Guéméné-Penfao, la schistosité de flux caractérise ce terrain. Il faut admettre, par conséquent une accentuation vers le Sud-Est, des conditions favorables à la genèse des déformations mineures.

La carte géologique signale l'existence de deux petits massifs

de granite dans le prolongement l'un de l'autre, à quelque kilomètres à l'Ouest d'Angers. Nous avons essayé de nous rendre compte de leur action éventuelle sur la genèse de la tectonique mineure des terrains situés à leur voisinage immédiat.

Le massif oriental est un granite-gneiss, passant à un granite plus homogène bien qu'on y observe toujours une tendance à l'orientation des éléments constituants. A peu de distance au Nord, à l'endroit dénommé La Meignanne <sup>(1)</sup>, des schistes noirs rapportés au Gothlandien, ont un aspect compact et ne semblent pas affectés par le clivage schisteux.

En opposition avec le précédent, le granite du massif occidental (granite de Becon) a une structure homogène. A environ 800 mètres à l'Ouest-Sud-Ouest de cet affleurement, nous avons constaté que les schistes du Briovérien ont un aspect nettement métamorphique (séricitoschiste). L'influence du granite de Becon rappelle ainsi celle que l'on peut voir au Sud de la Loire <sup>(2)</sup>. Ajoutons cependant que l'examen au microscope y décèle la présence de petites paillettes de muscovite nettement discordantes par rapport à l'alignement général des autres minéraux. Il y aurait donc ici des indices de l'influence d'une phase de granitisation posttectonique, se superposant à celle de la phase syntectonique suivant la règle déjà énoncée.

#### B. LE CAMBRO-SILURIEN ET LE DÉVONIEN.

Dans l'exposé de nos observations sur l'anticlinorium briovérien de Rennes-Château-Gontier, nous avons, à propos de sa bordure méridionale, pénétré quelque peu dans le Paléozoïque qui s'étend au Sud et qui le recouvre en discordance de stratification. La coupe de la vallée de la Vilaine est particulièrement instructive à cet égard car elle nous a permis de mettre en évidence les variations du niveau stratigraphique auquel s'est arrêté le front supérieur de schistosité au Nord de Rennes d'une part, au Sud de cette ville d'autre part, dans une même coupe méridienne.

Nous allons reprendre avec plus de détails l'exposé de nos observations dans le Paléozoïque qui se développe largement

<sup>(1)</sup> Ce village est situé à 10 kilomètres au nord-ouest d'Angers.

<sup>(2)</sup> P. FOURMARIER. Le granite et les déformations mineures des roches (schistosité, microplissement, etc.). *Mém. Cl. Sc. Acad. Roy. Belgique*, coll. in 8° t. XXXI, fasc. 3, 1959. Voir spécialement p. 56.

entre le Briovérien de Rennes-Château-Gontier et celui de Ploërmel-Guipry.

Nous avons déjà dit précédemment que le long de la Vilaine au Sud de Rennes, le front de schistosité semble se trouver dans le Gothlandien ou à un niveau un peu supérieur. Une étude détaillée montre aussi des variations notables dans l'aspect de la schistosité.

Au Tertre de Poligné affleure le Gothlandien dont la présence marque le passage de l'axe d'un large synclinal orienté approximativement N-40 à 50°-W. Comme nous l'avons signalé, les schistes ampélitiques de ce niveau sont caractérisés par une schistosité de fracture et un débitage en longues baguettes, ce qui nous a toujours paru un indice de la proximité du front supérieur de schistosité.

Immédiatement au Sud-Est de cet affleurement, nous avons pu voir les schistes à Trinucleus de l'Ordovicien supérieur à Pancé <sup>(1)</sup> où ils furent exploités pour ardoises ; ce sont des schistes noirs, d'aspect phylladeux ; ils ne présentent cependant pas d'étirement bien apparent d'après les échantillons que nous avons pu recueillir dans les tas de déblais provenant des anciennes exploitations.

Au Sud de Pancé, un affleurement des schistes à Calymènes de l'Ordovicien moyen nous a fourni des échantillons renfermant des trilobites qui semblent avoir été déformés en relation avec le feuilletage de la roche. On se trouve ici en présence d'une schistosité de flux bien proche encore cependant du clivage de fracture.

Les schistes de l'Ordovicien supérieur à Trinucleus que nous avons vus à Martigné-Ferchaud présentent le même aspect que ceux de Pancé tant du point de vue de leur évolution lithologique que de la schistosité.

Dans la vallée de la Vilaine, au village de Pléchatel <sup>(2)</sup>, au Nord-Ouest de Pancé, les mêmes couches de l'Ordovicien ont aussi l'aspect de phyllades.

Par contre, à Bourg-des-Comptes, dans une situation plus septentrionale, les schistes de l'Ordovicien, dessinant un beau synclinal déjeté au Sud, sont aussi caractérisés par un clivage oblique très apparent, surtout sur le flanc sud du pli où il fait

(1) A 2 kilomètres au sud-est du Tertre de Poligné.

(2) A 4 kilomètres au sud de Bourg-des-Comptes.

un angle très fort avec la stratification. Si bien marqué que soit ce clivage, il s'apparente davantage à la schistosité de fracture qu'à la schistosité de flux.

En suivant la vallée de la Vilaine au Nord de Bourg-des-Comptes, on rencontre les deux niveaux du grès armoricain ; dans l'assise schisteuse qui les sépare, nous n'avons observé qu'un clivage de fracture.

Plus au Nord encore, les schistes du Cambrien sont caractérisés par une schistosité bien apparente quoique assez grossière, comme nous l'avons vu dans la carrière des Landes et dans la carrière Samson qui lui fait face. La nature du schiste, plus grossier que celui de l'Ordovicien, peut être responsable de la différence d'aspect du clivage schisteux. Toutefois nous devons ajouter que près de Guichen les schistes ordoviciens ont un clivage de fracture assez fruste.

On voit par ces observations qu'il existe au Sud de Rennes, dans la partie nord du synclinorium du même nom une aire optima pour la schistosité, là où l'Ordovicien supérieur de caractère phylladeux a pu être exploité pour ardoises.

Rappelons que dans le Briovérien de l'anticlinal Ploërmel-Guipry, qui s'étend au Sud, nous avons noté près de Pipriac une simple schistosité de fracture. Nous sommes ainsi amenés à une conclusion analogue à celle tirée de l'étude du synclinorium de Laval : la schistosité de flux existe dans la zone axiale d'un large pli synclinal alors que le clivage de fracture n'est pas dépassé dans les strates plus anciennes des deux flancs du pli.

Nous avons complété les données précédentes en étudiant quelques affleurements de Cambrien et d'Ordovicien le long de la route de Redon à Rennes, au Nord de la première de ces deux villes. Nous y avons observé la présence d'un synclinal serré (synclinal de Redon) dont la zone axiale est occupée par du Gothlandien. Il s'agit d'un schiste très finement feuilleté, dont la surface des feuillets est luisante, d'aspect soyeux ; il renferme de petites lentilles siliceuses orientées suivant le débitage de la roche. Bien que l'affleurement fut en assez mauvais état, nous avons l'impression très nette que ces schistes sont affectés par un clivage de flux caractéristique.

A peu de distance au Sud, non loin de l'étang de Renac, affleurent les schistes à Calymènes du flanc sud de ce synclinal, aux couches renversées. Le feuilletage du schiste est parallèle à

la stratification et la surface de ces feuillets est mate. Il ne semble pas y avoir de schistosité ; de toute manière, il ne peut pas être question de schistosité de flux comme dans les schistes gothlandiens qui sont cependant situés plus haut dans la série stratigraphique.

D'autre part, au flanc nord de ce même pli synclinal, les schistes à Calymènes en bancs peu inclinés sont relativement compacts, avec débitage en baguettes grossières suivant la stratification d'une part, un début de schistosité d'autre part.

Dans le Cambrien situé au Nord, les schistes sont de nature siliceuse et la schistosité de fracture y est très grossière pour cette raison. Elle n'en existe pas moins ; il nous a de même paru que les galets contenus dans la roche sont quelque peu étirés. Un peu plus au Nord, affleure le Briovérien dont il fut question précédemment (page 32) et dans lequel nous avons noté la présence d'une schistosité de fracture.

Cette coupe s'étendant au Nord de Redon jusque Pipriac laisse voir ainsi une disposition très semblable à celle signalée ci-avant près de Pancé et Bourg-des-Comptes, comme à celle de la région d'Entrammes-Laval. On a l'impression que leur évolution s'est faite dans des conditions analogues.

Dans le petit synclinal, comme dans celui plus complexe de Pancé-Bourg-des-Comptes, nous voyons la même disposition, anormale en apparence : les couches occupant sensiblement le cœur du pli sont marquées par un clivage schisteux plus avancé que celles des flancs qui leur sont cependant inférieures du point de vue stratigraphique. Nous avons déjà montré à propos du bassin de Laval que divers facteurs sont à prendre en considération pour expliquer cette disposition. Nous allons reprendre la question pour le synclinorium du Sud de Rennes.

Une variation *importante* de la charge statique au moment du plissement nous paraît devoir être écartée si l'on tient compte de la proximité d'aspects très différents du clivage à un même niveau stratigraphique. Un serrage énergique des plis pourrait être envisagé pour le petit synclinal de la route de Redon ; il ne semble pas que le synclinal complexe plus important de Pancé fournisse quelque argument en faveur de cette hypothèse.

Nous avons examiné avec attention l'intervention possible d'un autre facteur : la composition minéralogique des sédiments. A cet effet, l'un de nous (B. A.) a fait une étude comparative



des schistes du Briovérien de la carrière des Landes, des schistes à Calymènes un peu au Nord de Bourg-des-Comptes et des schistes à Trinucleus (Ordovicien supérieur) de Poligné et de Bourg-des-Comptes. Il conclut qu'il n'y a pas de différence fondamentale entre ces différents schistes tant du point de vue minéralogique que du point de vue sédimentologique (granulométrie notamment). Il ajoute que cette remarque vaut pour toute la région faisant l'objet de cette étude.

Il en résulte que le facteur composition lithologique ne paraît pas avoir eu une action marquée dans le développement plus ou moins marqué du clivage schisteux et dans l'aspect de celui-ci.

Puisque les trois facteurs : variations de la charge statique, intensité des efforts dynamiques, composition lithologique semblent n'avoir joué qu'un rôle très accessoire nous sommes amenés à admettre l'influence du granite syntectonique, comme nous l'avons fait pour le bassin de Laval où nous avons trouvé un argument décisif dans la présence des schistes « noduleux » au Sud de St-Pierre-le-Potier.

C'est pourquoi, sans vouloir rejeter l'influence possible de variations de charge, de composition minéralogique, de serrage tectonique, nous persistons à croire à l'influence toute prépondérante du granite. D'ailleurs, la description donnée ci-avant de l'échantillon de Briovérien recueilli au Sud de Janzé sur la route G. C. 92, indique avec beaucoup de probabilité l'intervention du granite posttectonique.

Nous pouvons apporter encore quelques données supplémentaires à l'appui de notre thèse.

Nous avons vu qu'à Craon, les schistes du Briovérien présentent un clivage de fracture. Si l'on s'avance au Sud-Ouest de ce bourg, on atteint rapidement la bordure septentrionale d'une bande de Paléozoïque, digitation du synclinorium de Martigné-Ferchaud. Dans les schistes à Trinucleus de l'Ordovicien supérieur, sont ouvertes les grandes ardoisières de Renazé ; la roche exploitée présente tous les caractères typiques des phyllades. Non loin de là, à Congrier <sup>(1)</sup>, un sondage récent a traversé les schistes à Calymènes ; la roche a le caractère ardoisier très net, se débitant en feuillets minces suivant un clivage sensiblement perpendiculaire à la stratification voisine de l'horizontale. Il s'agit bien là d'un clivage de flux. Aussi peut-on accepter en toute certitude

(1) A 5 kilomètres à l'ouest-nord-ouest de Renazé.

qu'au Sud de Craon la schistosité passe rapidement du type clivage de fracture dans le Briovérien au type clivage de flux dans l'Ordovicien.

Cette observation est à comparer à celle rapportée ci-avant : dans la vallée de la Mayenne, au Sud de Château-Gontier, les schistes à Calymènes comme les schistes du Briovérien sont dépourvus de schistosité. On trouvera sans doute là un argument en faveur de l'intervention d'une cause profonde, c'est-à-dire de la granitisation syntectonique.

Certes la tectonique très complexe, avec notamment la présence de plis très serrés, pourrait faire penser à l'intervention d'une action tectonique. Les différences observées entre Congrier-Renazé et les endroits les plus proches où la schistosité est atténuée nous portent à supposer que le facteur tectonique n'a joué qu'un rôle secondaire, intéressant cependant du point de vue exploitabilité du niveau ardoisier.

Quelques autres points d'observation méritent de retenir l'attention. A la sortie sud de Segré, là où la route d'Angers croise la voie ferrée de Châteaubriant, un bel affleurement de schiste à Calymènes laisse voir une schistosité très apparente oblique à la stratification. Celle-ci incline de 65 à 70° vers le Nord avec direction Ouest-Est, tandis que les joints de clivage dirigés N-70°-W inclinent au Nord de 80°. On se trouve là au flanc sud d'un petit synclinal secondaire du pli principal du Sud de Rennes, en réalité à peu de distance de la Jaille-Yvon où le même niveau stratigraphique du petit synclinal voisin est dépourvu de schistosité.

En suivant la route de Segré à Renazé, à 2 kilomètres au Sud-Est de Bouillé-Ménard, dans un bel affleurement, le Briovérien est affecté d'un feuilletage parallèle à la stratification, avec pente de 70° Nord de direction N-70°-W. De même, le long de la route de Craon à Segré, à 7 kilomètres et demi environ au Nord de cette dernière ville, au lieu-dit Hôtellerie de F. (Carte Michelin) les schistes à Calymènes se débitent suivant un feuilletage ardoisier, absolument concordant avec la stratification, comme dans le pointement précédent ; la direction y est N-40°-W et l'inclinaison proche de la verticale.

A première vue, on serait tenté de croire que ces deux derniers affleurements sont situés au-dessus du front supérieur de schistosité. Cependant le feuilletage très fin du schiste et son aspect ardoisier nous font plutôt croire à une concordance

occasionnelle entre schistosité et stratification, comme nous l'avons noté en d'autres endroits du Massif Armoricain. Aussi admettons-nous, provisoirement du moins, que ces affleurements sont situés en dessous du front supérieur de schistosité et s'apparentent davantage au faciès microtectonique de Renazé et de Congrier qu'à celui de la région située au Sud de Château-Gontier (Briovérien) et à la Jaille-Yvon.

Nous pouvons encore mettre en évidence les variations du niveau stratigraphique auquel atteint le front supérieur de schistosité en signalant quelques autres faits d'observation.

C'est ainsi que, près de Grand-Auverné au Sud de Moisdon, l'un de nous (P. F.) a noté autrefois la présence des schistes phylladeux noirs, bien clivés de l'Ordovicien. D'autre part, en collaboration avec Fr. Doré, il a fait des remarques intéressantes pour le développement de la schistosité au voisinage de la petite ville de Candé-sur-Erdre.

A mi-distance entre Angrie et Candé, c'est-à-dire à environ 3 kilomètres et demi à l'Est de cette localité, affleure l'Ordovicien à *Synhomalonotus (Calymène) Tristani* ; il s'agit d'un phyllade noir se débitant en feuillets minces, d'aspect métamorphique ; les feuillets renferment des cubes de pyrite avec auréole d'étirement ; la disposition de ces cristaux suivant des alignements en travers du feuilletage laisse à penser qu'ils soulignent l'allure de la stratification. Les schistes sont, par conséquent, affectés par un clivage de flux très développé.

A trois kilomètres environ de la localité d'Angrie, un peu au Nord de la route du Lion d'Angers, des calcaires d'âge gothlandien ont été exploités dans une carrière, peu accessible au moment de cette visite datant de 1957. Le calcaire est accompagné de schiste phylladeux se débitant facilement en feuillets parallèles à la stratification, ce qui pourrait faire croire à l'absence de schistosité. Cependant la présence de larges veines d'étirement dans de minces bancs calcaires entre bancs de phyllade permet de dire que la roche a subi des efforts tectoniques importants et que le débitage du schiste en feuillets peut être assimilé à un clivage schisteux, voire à une pseudofoliation.

Les roches de cette carrière se trouvent ainsi, quant aux déformations mineures, dans les mêmes conditions que les schistes phylladeux de l'Ordovicien situés un peu à l'Ouest, entre Angrie et Candé.

Par contre, si l'on se reporte à la sortie nord de Candé, le niveau à *Synhomalonotus Tristani* de l'Ordovicien est encore formé de phyllades noirs avec intercalations de bancs quartzitiques, d'aspect moins métamorphique et à clivage moins bien développé qu'à l'Est de la ville. En outre à 4 kilomètres au Nord de Candé, le long de la route de Challain-la-Potherie, au carrefour de la Grande Haie, les couches du sommet de l'Ordovicien sont des schistes grossiers, dans lesquels la stratification est soulignée par la présence de bancs de nature plus siliceuse. On y voit une schistosité assez fruste qui ne dépasse pas le stade de schistosité de fracture. Ce point se trouve à moins de 4 kilomètres des affleurements signalés ci-avant, caractérisés par une belle schistosité de flux. Il serait difficile d'imaginer une variation de puissance (charge) assez rapide pour expliquer une variation aussi brusque dans les caractères des déformations mineures. Force nous est de faire appel à une autre cause, et nous pensons, par application de ce qui a été mentionné précédemment, à l'influence de roches granitiques restées en profondeur. Nous trouvons un indice en faveur de cette manière de voir, dans ce fait que la carte géologique indique la présence de petits pointements granitiques dans l'Ordovicien entre Candé et Angers.

Nous reportant plus à l'Est, nous avons quelques données sur la région d'Angers. Le niveau ardoisier de l'Ordovicien montre un clivage de flux. Les schistes calcareux de l'Emsien sont marqués par une belle schistosité de fracture passant au clivage de flux, car les fossiles contenus dans la roche sont nettement étirés.

A 8 kms au Sud d'Angers, le Gothlandien (carrière des Roches) est affecté par une schistosité de fracture se rapprochant déjà de la schistosité de flux. Par contre à l'Est de Chalennes, les schistes accompagnant le calcaire du Dévonien supérieur se feuilletent suivant la stratification. Il est difficile de certifier qu'il y eut ici influence des phénomènes de granitisation. Toutefois la présence des petits massifs granitiques situés à l'Ouest d'Angers et dont il a été question à propos du Précambrien rend cette hypothèse très plausible. Il est à remarquer qu'en cet endroit du Massif Armoricaïn, le Gedinnien et le Siegenien font défaut. Il en est vraisemblablement de même pour une partie du Dévonien supérieur ; le Carbonifère est discordant

sur les formations sous-jacentes. Il serait difficile de trouver ici la charge suffisante pour expliquer la nature du clivage schisteux tel qu'on l'observe dans l'Ordovicien et le Dévonien inférieur (Emsien).

### C. LE CARBONIFÈRE.

A l'occasion de visites antérieures dans la région, l'un de nous (P. F.) a pu observer le Carbonifère du bassin d'Ancenis en deux endroits différents.

Le premier se trouve à 2 kilomètres au Nord d'Ancenis, le long de la grand' route de St-Mars. Ce sont des schistes rouges et verts avec bancs de grès à grain fin, rapportés au Dinantien. Les schistes ne présentent pas de clivage oblique à la stratification.

Le second se trouve au Sud de Montjean sur la rive gauche de la Loire ; il appartient au Namurien. Les schistes ne sont pas clivés obliquement aux strates.

Ces observations sont intéressantes, car le Carbonifère est discordant sur les terrains plus anciens. On en déduit forcément que là où ceux-ci sont affectés par la schistosité jusqu'à un niveau très élevé, il n'a pas existé au-dessus d'eux une charge suffisante pour provoquer l'apparition du clivage des schistes lors du plissement. On ne peut alors faire autre chose que d'invoquer l'influence du facteur profond auquel nous avons fait appel à plusieurs reprises au cours de cet exposé.

## CONCLUSIONS

Des faits décrits dans les chapitres précédents, nous croyons pouvoir tirer les conclusions suivantes :

1. Dans la partie du Massif Armoricaïn faisant l'objet de cette étude, le front supérieur de schistosité ne se situe pas à un niveau constant de la série stratigraphique. Dans la région de Fougères comme aux environs de Mayenne, il se trouve dans le Briovérien ; vers le Sud, suivant la vallée de la Mayenne, il s'élève rapidement au point d'atteindre le sommet du Dinantien, voire la base du Namurien dans la zone axiale du synclinorium de Laval.

D'autre part dans le massif ante-cambrien qui borde ce grand pli du côté sud, le front supérieur de schistosité redescend rapidement pour se situer dans le Briovérien au voisinage de

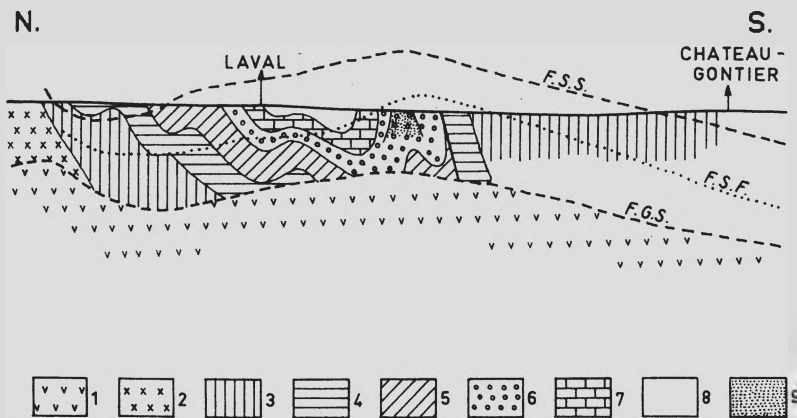


FIG. 3. — Coupe du bassin de Laval suivant la vallée de la Mayenne.

*Légende* : 1 : granite syntectonique ; 2 : granite posttectonique de Martigné ; 3 : Briovérien ; 4 : Ordovicien-Silurien ; 5 : Dévonien inférieur ; 6 : Culm ; 7 : calcaire dinantien ; 8 : Namurien ; 9 : schistes « tachetés » ; F.S.S. : front supérieur de schistosité ; F.S.F. : Front de schistosité de flux ; F.G.S. : Front de la granitisation syntectonique.

Château-Gontier. Enfin, près d'Angers, il est remonté à nouveau dans la série et atteint pour le moins le niveau de l'Emsien.

Ces variations si manifestes dans une coupe tracée suivant la Mayenne se rencontrent aussi dans des coupes parallèles. Il y a donc là une disposition systématique.

La même constatation s'impose lorsqu'on essaye de tracer une coupe parallèle à la direction du plissement en suivant approximativement le plan axial du synclinorium de Laval. Le front de schistosité s'élève assez rapidement de l'Ouest vers l'Est jusqu'un peu au-delà de la Mayenne, passant du Briovérien au Carbonifère. Plus à l'Est, il montre une tendance à redescendre dans la série des couches et ce mouvement est en relation avec un léger relèvement du synclinorium vers l'Est.

Dans le grand synclinorium du Sud de Rennes, on observe des variations analogues dans la position du front supérieur de schistosité, que l'on envisage une coupe transversale ou une coupe longitudinale. Certaines de ces variations sont extrêmement rapides comme nous l'avons signalé au passage de l'Ordovicien au Gothlandien à l'endroit d'un petit pli synclinal au Nord de Redon, le long de la route de Rennes ; nous avons rapporté une disposition semblable près de Candé-sur-Erdre et au Sud de Craon.

## 2. Il y a lieu de rechercher la cause de ces variations.

On peut penser tout d'abord à l'influence de la nature lithologique. On sait, en effet, que les schistes argileux, et aussi les schistes calcareux prennent plus facilement le clivage oblique que les schistes siliceux. Une telle intervention est souvent à prendre en considération dans le cas de roches appartenant à des affleurements voisins. Dans le bassin de Laval, comme dans le complexe synclinal du Sud de Rennes, il se trouve des schistes de même nature lithologique à divers niveaux, du Briovérien au Carbonifère. Les variations importantes observées dans la hauteur du front de schistosité ne peuvent pas être attribuées à cette cause dont l'intervention est bien plus localisée.

Un autre facteur susceptible de faire varier notablement le développement du clivage est un serrage anormal des plis. Nous n'avons aucune raison de faire intervenir ce facteur d'après ce que nous savons de la tectonique de la région, si ce n'est peut-être, et encore avec doute, à l'échelle très locale, sous l'influence d'une faille par exemple. Dans l'ensemble, les variations observées pour le clivage sont sans relation avec la forme des plis.

Comme nous l'avons dit en cours d'exposé, il n'est pas exclu de faire intervenir une variation relativement rapide de la charge statique. Nous avons rappelé à cette occasion deux exemples décrits antérieurement, en Westphalie d'une part, en Belgique d'autre part.

Les variations observées dans le bassin de Laval sont parfois si rapides, comme nous l'avons montré dans la coupe partielle passant par St-Cénére que l'on hésite à considérer ce facteur comme étant intervenu en ordre principal. D'autre part, aux environs mêmes de Laval, le clivage du Culm est à considérer comme clivage de flux à Entrammes sur le versant méridional du synclinorium, alors que, sur le versant nord, les mêmes couches ne laissent apparaître qu'un clivage de fracture ; une variation aussi marquée s'opère cependant sur une distance de 7 à 8 kilomètres seulement, mesurée perpendiculairement à la direction des couches.

Aussi pensons-nous indispensable de faire appel à un autre facteur qui a vraisemblablement joué le rôle primordial : les actions de granitisation en profondeur, c'est-à-dire la formation d'un granite syntectonique qui a donné aux roches surincombantes une déformabilité exceptionnelle qui a compensé largement le déficit de charge pour permettre la genèse de la schistosité.

Les pointements de roches magmatiques en divers endroits sont un argument en faveur de cette hypothèse. D'autre part, comme il est établi pour les auréoles des massifs granitiques affleurant dans l'Ouest du Massif Armoricaïn de même qu'à Fougères, Martigné, etc., la granitisation en profondeur a été suivie de la mise en place de massifs circonscrits qui ont provoqué une modification des déformations mineures engendrées pendant le plissement ; ils ont provoqué la formation de cornéenne massive et de schistes « tachetés » pendant une phase post-tectonique.

Le fait de trouver à St-Pierre-le-Potier, le long de la Mayenne, une zone où le Culm est transformé en schiste « tacheté » tendant déjà vers la cornéenne prouve à l'évidence la présence d'un massif circonscrit à son endroit, dans le sous-sol, massif que l'érosion n'a pas encore dégagé. La preuve de la phase post-tectonique étant acquise, il serait bien difficile de ne pas admettre que le clivage si développé du Culm au Sud d'Entrammes n'est pas dû à la présence en profondeur d'un



« centre de granitisation » suivant l'expression employée par l'un de nous (P. F.) dans ses travaux antérieurs.

La même conclusion s'impose si l'on tient compte des faits signalés autour de Candé-sur-Erdre, dans le synclinal de Redon, comme pour les affleurements proches de Janzé.

Il nous semblerait inacceptable de ne pas admettre l'intervention du granite sous les synclinoriums de Paléozoïque de Laval et du Sud de Rennes alors que partout ailleurs dans le Massif Armoricain, là où affleure largement le granite, son intervention en deux phases successives se voit de façon particulièrement claire, à la suite d'observations nombreuses et concordantes.

3. La question se pose alors de savoir pourquoi, dans le cas du synclinorium de Laval, les effets de la granitisation syntectonique se sont marqués au maximum à l'endroit de l'axe du pli ou au voisinage de cet axe.

Un simple schéma (fig. 4) suffit pour faire comprendre qu'il ait pu en être ainsi, à condition d'admettre que la granitisation en profondeur s'est manifestée dès le début de l'orogénèse.

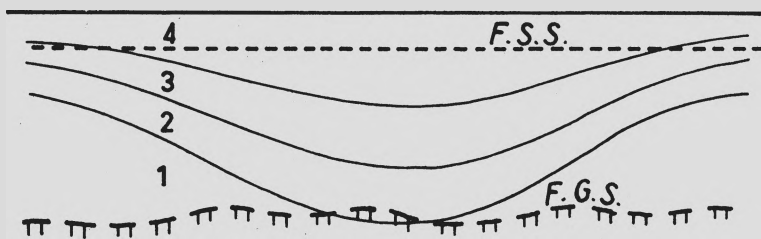


FIG. 4. — Schéma montrant la disposition probable du front de granitisation au début de la transformation d'une aire synclinoriale en orogène.

F.S.S. = Front supérieur de schistosité.

F.G.S. = Front de granitisation syntectonique.

Dans le cas d'une zone à subsidence différentielle, la granitisation aurait rendu les roches susceptibles de prendre le clivage schisteux à des niveaux stratigraphiques divers, le plus élevé se trouvant à proximité de l'axe de l'aire de subsidence.

Quand le plissement est achevé, les niveaux les plus récents peuvent de ce fait être marqués par un clivage très développé, notamment par le clivage de flux dans la zone axiale d'un synclinorium, alors que des niveaux plus anciens ne le sont pas dans les aires anticlinales qui l'encadrent.

Au moment de la surrection de l'orogène c'est dans la zone axiale de l'aire de subsidence que le mouvement ascensionnel fut le plus marqué ; c'est là que, du fait de l'érosion, apparaissent actuellement les effets les plus évidents de la granitisation syntectonique sur le développement de la schistosité. C'est là aussi que se voient les schistes « tachetés » produits par la montée d'un granite discordant en relation avec la zone de granitisation syntectonique restée en profondeur. C'est ce que nous avons observé entre Laval et Entrammes.

4. Cette disposition si remarquable observée dans une section transversale existe aussi, dans une coupe orientée suivant l'axe même du synclinorium de Laval (fig. 5).

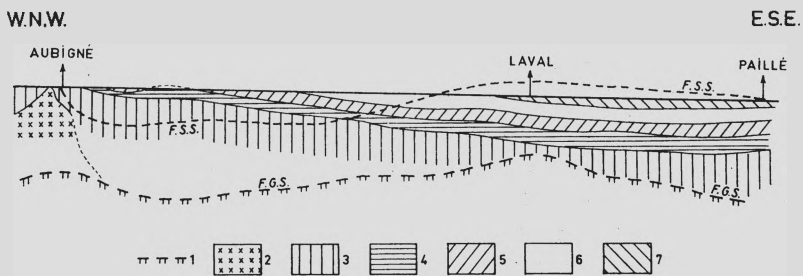


Fig. 5. — Coupe du bassin de Laval suivant approximativement son plan axial.

1 : granitisation syntectonique ; 2 : granite posttectonique ; 3 : Briovérien ; 4 : Cambro-Silurien ; 5 : Dévonien inférieur ; 6 : Dinantien ; 7 : Namurien ; F.S.S. = Front supérieur de schistosité ; F.G.S. = Front de granitisation syntectonique.

En décrivant nos observations sur le Paléozoïque de ce grand pli, nous n'avons pas manqué d'attirer l'attention sur son ennoyage relativement rapide de l'Ouest vers l'Est jusqu'au-delà de la vallée de la Mayenne, mouvement s'atténuant ensuite pour se transformer en une légère remontée à l'approche du Bassin de Paris.

Nous avons montré que cette disposition manifeste ses effets sur le front supérieur de schistosité qui tend à s'abaisser dans cette même direction au delà de la Sarthe.

Les variations ne suivent évidemment pas une règle rigide ; on ne peut s'empêcher cependant d'admettre une relation entre les traits généraux de la tectonique et le développement du clivage schisteux.

Nos observations plus sommaires sur la zone synclinoriale du Sud de Rennes nous confirment dans cette opinion. Indépendamment des changements brusques dans l'aspect de la schistosité qui ont retenu notre attention aux environs de Candé, nous croyons avoir trouvé des indices assez apparents de variations de plus grande ampleur en relation avec la tectonique générale.

C'est ainsi qu'au Sud de Château-Gontier le Briovérien n'a pas de clivage oblique à la stratification ; il en est de même dans l'étroite bande d'Ordovicien que traverse la Mayenne à l'Ouest de Marigné, et qui est une digitation de la partie septentrionale du synclinorium de Martigné-Ferchaud.

Par contre, plus près de Châteaubriant, à Renazé et Congrier notamment, les formations ordoviciennes équivalentes et même les couches de base du Gothlandien, sont marquées par une schistosité bien apparente.

Sur le versant occidental du pli transversal de Châteaubriant, au Nord de Redon, les schistes à Calymènes de l'Ordovicien moyen, sont parfois dépourvus de schistosité, alors que celle-ci est bien développée dans le même niveau stratigraphique au voisinage de Châteaubriant, comme nous venons de le rappeler.

Bien que des exceptions locales remarquables laissent des doutes dans notre esprit, nous avons l'impression que, dans le synclinorium du Sud de Rennes, le front supérieur de schistosité atteint son niveau le plus élevé à l'endroit où le grand pli apparaît avec sa plus grande profondeur, c'est-à-dire dans les environs de Châteaubriant, que l'on envisage une coupe transversale aux plis ou orientée suivant la direction générale du plissement.

La règle approximative qui nous est apparue pour le synclinorium de Laval semble s'appliquer aussi au pli de Châteaubriant, mais peut-être avec moins de précision.

Le croquis de la fig. 4 pourrait s'appliquer à une section longitudinale tout aussi bien qu'à une coupe en travers du synclinorium.

La relation entre la disposition du front supérieur de schistosité et l'allure transversale et longitudinale des synclinoriums de Paléozoïque (Laval et Sud de Rennes *pro parte*), nous conduit à établir une comparaison avec les observations faites par l'un de nous dans la région de l'Avesnois <sup>(1)</sup>. Dans cette partie du

(<sup>1</sup>) P. FOURMARIER. — Les variations du niveau stratigraphique du front supérieur de schistosité dans l'Ouest du synclinorium de Dinant. *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 257, séance du 13 novembre 1963.

socle paléozoïque de l'Ardenne, il apparaît clairement, par le tracé du front supérieur de schistosité, que les synclinaux transversaux, comme les synclinaux longitudinaux de premier ordre de la tectonique hercynienne correspondent à des aires de subsidence plus grande au cours même de la sédimentation.

En appliquant le même principe aux parties du Massif Armoricain où dominent largement les terrains paléozoïques, on peut admettre que le front de granitisation s'élève plus haut dans la série stratigraphique à l'endroit des aires d'ennoyage, ce qui semble, d'ailleurs, tout à fait rationnel.

Il s'agirait en l'occurrence d'une action relativement hâtive puisque la granitisation syntectonique, seule susceptible d'influencer la production de la schistosité, débute vraisemblablement avec les manifestations tectoniques et peut-être les précède quelque peu. S'il en est ainsi l'aire d'ennoyage devait être pour le moins esquissée au moment où a débuté la tectogenèse et la granitisation en profondeur.

Qu'il s'agisse de schistosité régionale, comme c'est le cas dans l'Avesnois, ou de schistosité d'influence granitique comme dans le bassin de Laval, les aires d'ennoyage visibles sur la carte géologique seraient alors le reliquat des aires de subsidence préférentielle pendant la sédimentation.

Certes, il s'agit là d'une simple hypothèse. Nous la soumettons néanmoins à ceux de nos confrères qui seront amenés au cours de leurs travaux à étudier des régions analogues à celle qui fait l'objet de ce mémoire.

5. Dans la bande de Briovérien séparant les deux grandes zones de Paléozoïque de Laval et du Sud de Rennes, nous sommes efforcés de tracer de façon toute sommaire, entre Janzé et la vallée de la Mayenne, la limite séparative entre la zone à Briovérien exempt de schistosité et la zone où il en est affecté, c'est-à-dire le front supérieur de schistosité. La carte de la figure 6, toute schématique qu'elle soit, montre cependant que la disposition générale de ce front est en relation avec la structure tectonique d'ensemble du pays.

Une telle allure ne peut, semble-t-il, que confirmer notre hypothèse quant à l'intervention de la granitisation dans le développement du clivage schisteux.

Il est remarquable que le front supérieur de schistosité passe sans déviation du Briovérien dans le Paléozoïque discordant.

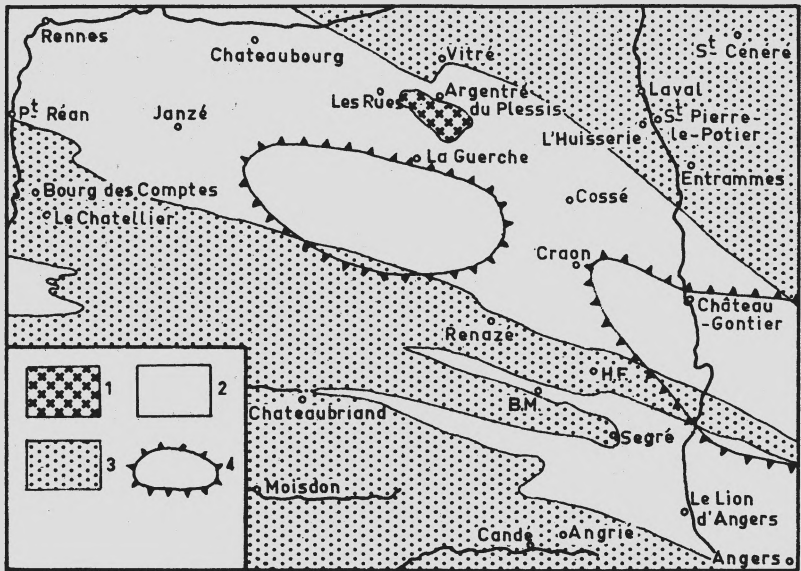


FIG. 6. — Carte montrant l'allure approximative du front supérieur de schistosité entre la Mayenne et Janzé.

1 : granite ; 2 : Briovérien ; 3 : Paléozoïque ; 4 : front supérieur de schistosité (les points des flèches indiquent la direction dans laquelle se développe la schistosité).

On est tout naturellement porté à en conclure que, dans cette petite partie du territoire armoricain, la schistosité dans le Briovérien d'une part, dans sa couverture paléozoïque d'autre part, est l'effet d'une même cause. Il serait néanmoins fort exagéré de vouloir étendre cette conclusion à d'autres parties de l'Armorique. On sait en effet que les granites en massifs circonscrits n'y sont pas tous de même âge. D'un autre côté J. Cogné n'a pas manqué de faire observer, dans l'ouvrage cité ci-avant, que chaque phase orogénique est accompagnée de phénomènes de granitisation.

6. Nos études antérieures <sup>(1)</sup> nous ont permis de dire que dans l'Ouest du Massif Armoricain les auréoles d'influence autour des pointements granitiques ne se présentent pas partout dans des conditions identiques, si l'on examine d'une part les granites

<sup>(1)</sup> P. FOURMARIER. Le granite et les déformations mineures des roches. *Mém. Cl. Sc. Acad. roy. Belgique*, coll. in 8°, t. XXXI, fasc. 3, 1959.

P. FOURMARIER, Cl. PAREYN et Fr. DORÉ, *op. cit.* Voir p. 58 et suiv. et spécialement la figure 14.

de la partie septentrionale (Vire, Fougères, etc.) et, d'autre part ceux qui affleurent dans le Sud du Massif (Pontivy, Rostrenen, Goméné, Moncontour, St-Carreuc, etc.).

Dans le Nord, comme nous l'avons rappelé pour le massif de Fougères, la cornéenne massive, accompagnée des schistes « tachetés », se trouve directement en contact avec le granite, qu'elle sépare de la zone de schistosité. Dans le Sud, la roche granitique est bordée par des roches marquées par la foliation, parfois avec microplissement, suivies par une zone de schistosité où apparaissent successivement le clivage de flux, puis le clivage de fracture. Entre ces deux zones extrêmes, il en existe une troisième de type intermédiaire où le granite est entouré de roches atteintes par la foliation, qui le séparent de schistes en voie de transformation en cornéenne suivis à plus grande distance encore de roches avec schistosité oblique à la stratification. C'est ce que l'on peut observer également dans le Nord-Ouest du Massif Central Français <sup>(1)</sup>.

Les différences observées ont été expliquées par une variation de l'écart de température entre le granite intrusif et les roches avec lesquelles il vient en contact ; en fait il s'agit d'une question de profondeur ou plus exactement de proximité du front de la zone de granitisation.

On trouve la confirmation de cette idée dans ce que P. Pruvost <sup>(2)</sup> a écrit à propos de la granulite de Pontivy ; cette roche serait syntectonique en bordure sud du massif où elle a été elle-même influencée par les efforts tectoniques ; elle se trouve à proximité de la zone de transition entre le granite syntectonique et le granite posttectonique profond représenté par le massif de Rostrenen.

Nous aimons à citer ici l'article de J. Cogné sur le métamorphisme et la granitisation en Bretagne méridionale <sup>(3)</sup>.

<sup>(1)</sup> P. FOURMARIER et P. M. ANTHONIOZ. Remarques au sujet des schistes cristallins et des migmatites de la vallée de la Gartempe (Basse Marche, France). *Bull. Cl. Sc. Acad. Roy. Belgique*, 5<sup>e</sup> sér., t. XLIX, n<sup>o</sup> 8, 1964.

Les auteurs de ce travail ont signalé à proximité l'un de l'autre le type intermédiaire et le type à cornéenne, conséquence de deux phases successives dans la mise en place des roches granitiques.

<sup>(2)</sup> E. JÉRÉMINE et P. PRUVOT. Observations géologiques et pétrographiques sur la région de Rostrenen. *Bull. Serv. carte géol. France*, n<sup>o</sup> 243, t. LIII, 19

<sup>(3)</sup> J. COGNÉ. Métamorphismes et granitisations en liaison avec l'évolution orogénique en Bretagne méridionale. *Bull. Soc. géol. France*, 7<sup>e</sup> sér., t. II, pp 213 à 228, 1960.

Nos conclusions s'accordent bien avec les siennes. Par l'observation des déformations mineures nous arrivons à conclure à la prépondérance de plus en plus marquée de l'action du granite syntectonique vers le Sud, tandis que, vers le Nord, dominent les effets des granites posttectoniques. Notre savant confrère déclare qu'en Bretagne méridionale, il n'y a pas de granites réellement posttectoniques.

Si nous nous reportons plus à l'Est, c'est-à-dire plus près de la bordure du bassin de Paris, nous constatons des variations notables entre le pays situé au Nord de Rennes-Saint-Jean de Mayenne d'une part, et celui qui s'étend au Sud de cette ligne. Bien que les observations soient dans certains cas peu concluantes à première vue du fait de la rareté des affleurements de roches granitiques et de leur très faible extension en surface, nous constatons que, dans le Nord, les cornéennes sont bien développées au contact du granite et qu'elles sont accompagnées de schistes « tachetés » ; dans le Sud, au contraire, notamment sur la rive gauche de la Loire les massifs granitiques sont entourés directement par des schistes cristallins sans qu'on y trouve trace de cornéenne ou de roches en voie de transformation en cornéenne.

Il est remarquable de trouver ici, dans les grandes lignes tout au moins, une situation analogue à celle rappelée ci-avant dans une partie plus occidentale du Massif Armoricaïn.

---

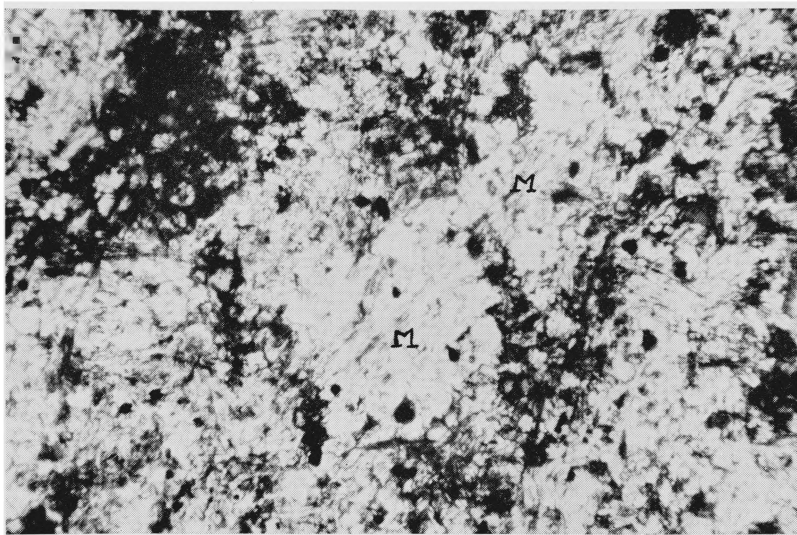


PHOTO 1. — *Rennes.*

Schiste briovérien métamorphisé au contact du petit massif granitique de la Tour de Télévision.

Muscovite en grandes lames (M).

L. P.  $\times 10$ .

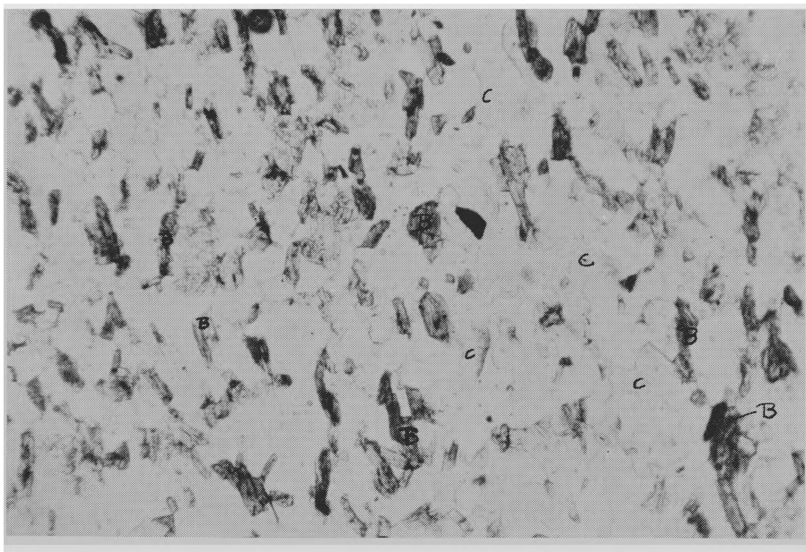


PHOTO 2. — *Route de Rennes à Antrain.*

Grande carrière au Nord de Sens de Bretagne.

Schiste à petites lamelles de biotite dans un fond essentiellement chloriteux.

L. N.  $\times 10$ .



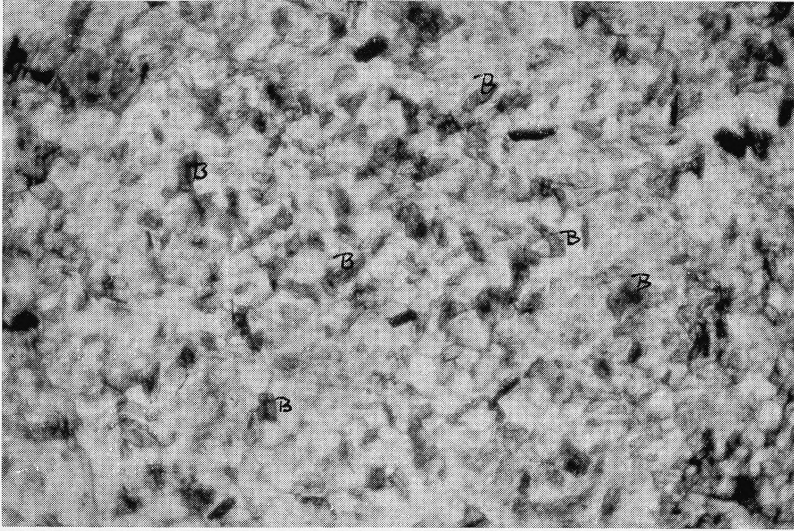


PHOTO 3. — *Fougères* (sous le château).

Fond microcristallin de cornéenne à petits cristaux de biotite (B) orientés en tous sens (à comparer à la photo n° 2).

L. N.  $\times 10$ .

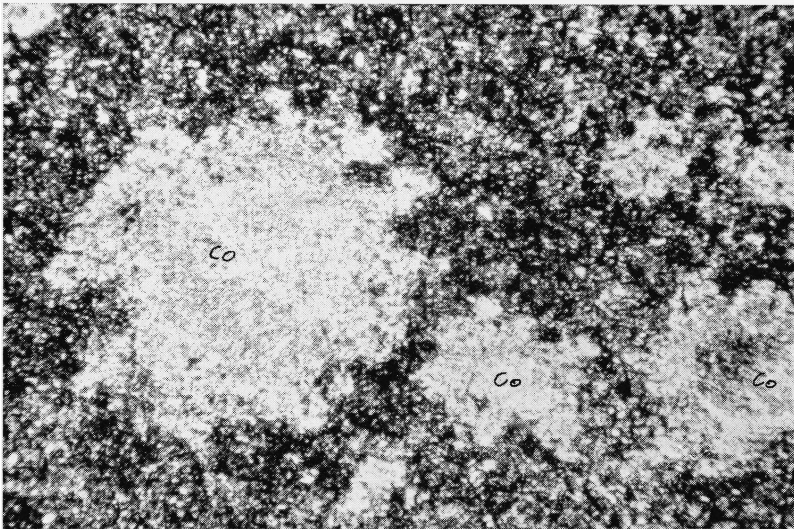


PHOTO 4. — *Fougères* (sous le château).

Même échantillon de cornéenne que la photo précédente : grandes taches de cordiérite. (Co).

L. P.  $\times 10$ .

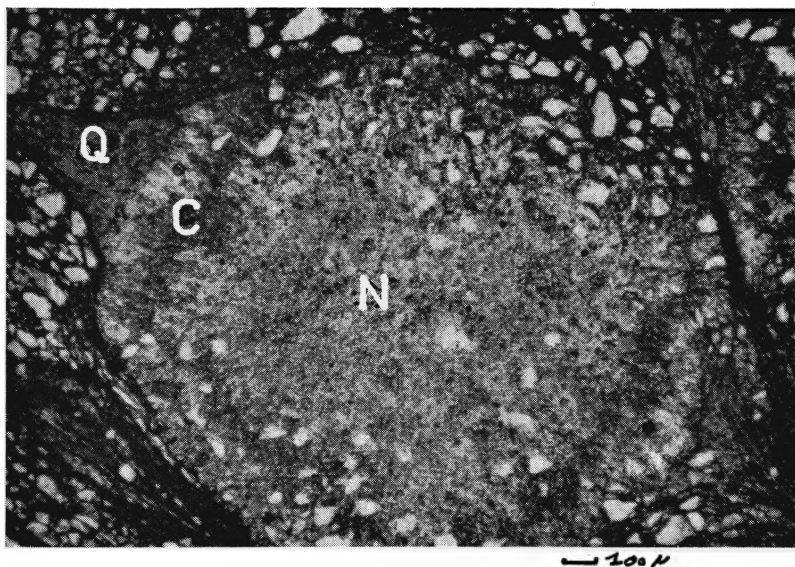


PHOTO 5. — *Saint-Pierre-le-Potier*.

Schiste « tacheté » du Culm. Vue d'ensemble d'un « nodule ». N = noyau ;  
C = Couronne ; Q = queue de cristallisation.

L. N. × 3,5.

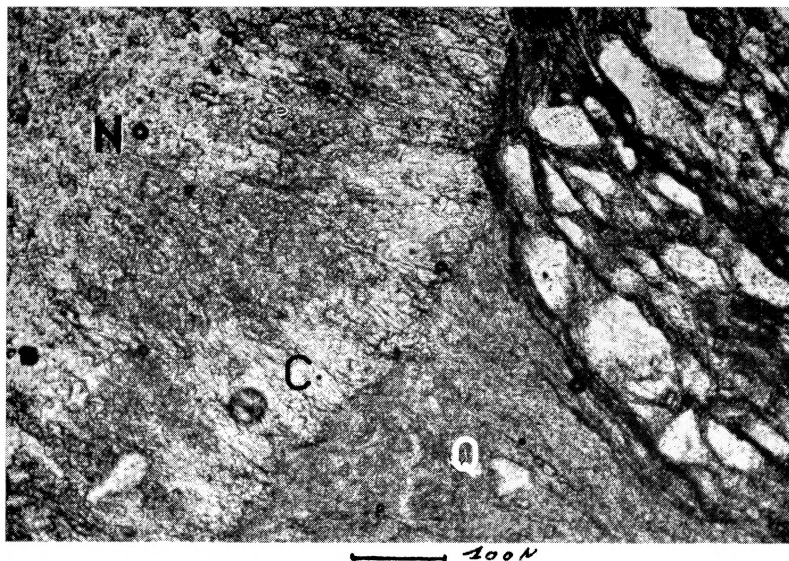


PHOTO 6. — *Saint-Pierre-le-Potier*.

Schiste tacheté du Culm.

Détail d'une « queue » de cristallisation. N = noyau ; C = couronne ; Q =  
queue de cristallisation.

L. N. × 10.

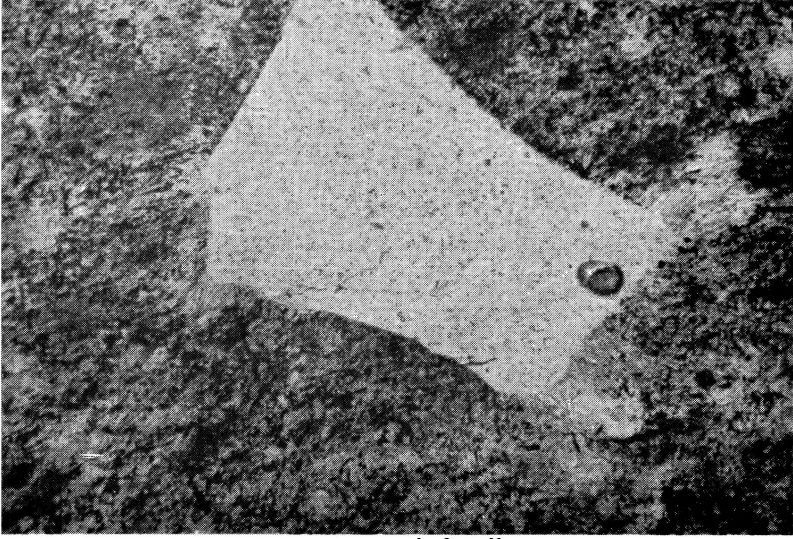


PHOTO 7. — *Route de Laval à Entrammes.*

à 800 mètres de cette dernière localité.  
Quartz avec « queue » de cristallisation. L. N.  $\times 10$ .

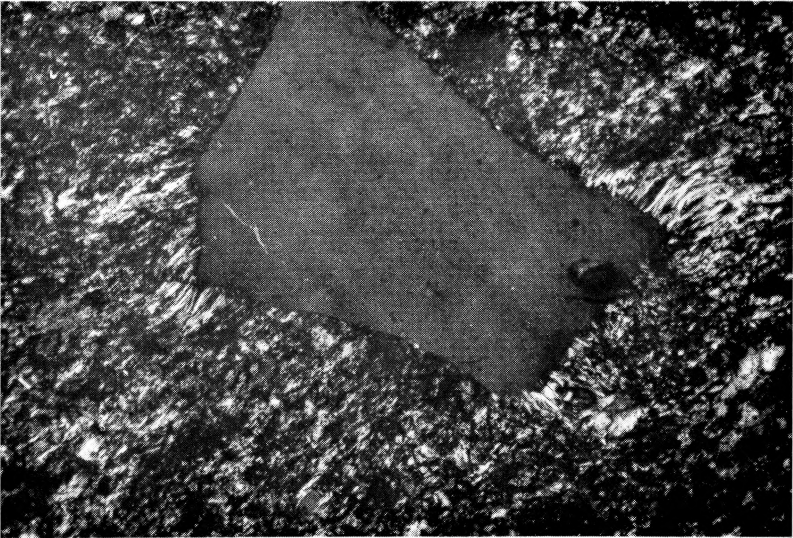


PHOTO 8. — Môme échantillon L. P.  $\times 10$ .



PHOTO 9. — *Route d'Entrammes à Nuillé*  
près du pont sur la Mayenne.

Schiste phylladeux à cristaux de graphite.  
Cristal de graphite avec poche d'étirement.  
L. N. × 10.

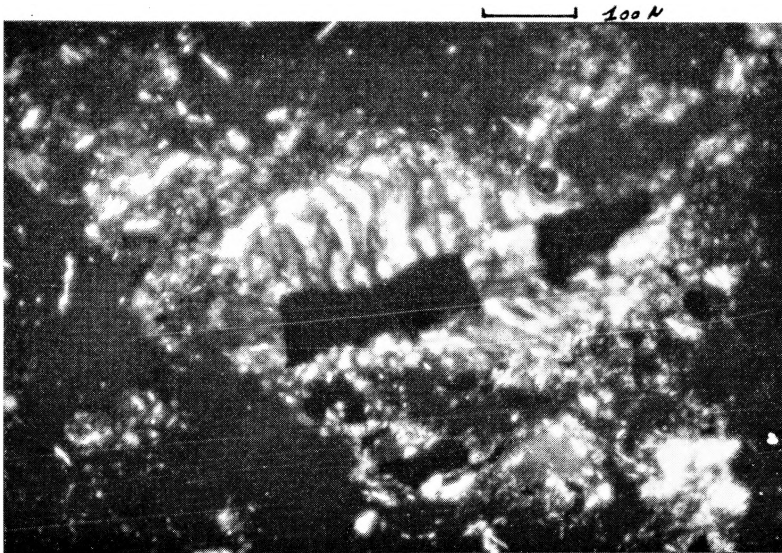
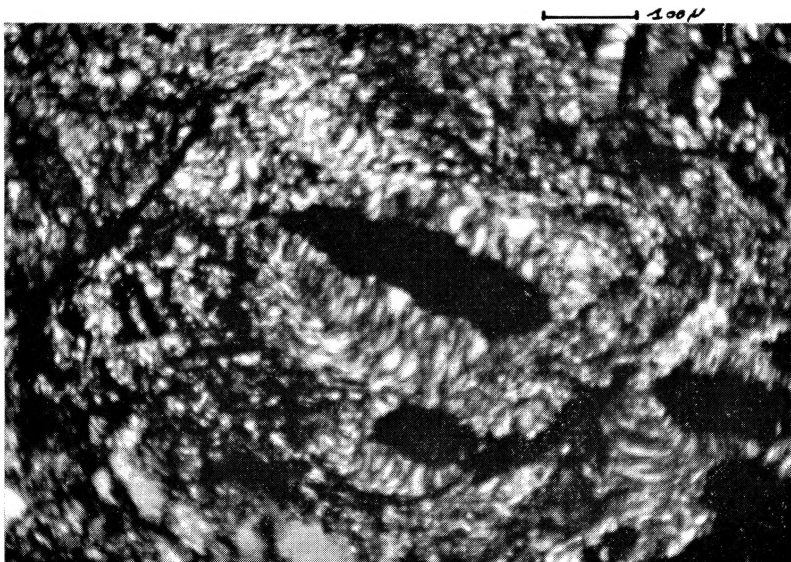


PHOTO 10. — *Entrammes.*

Phyllade graphiteux.  
Graphite avec poche d'étirement.  
L. N. × 10.



РНОТО 11. — Мème échantillon que photo 10.

L. P. × 10.

7. 1646. **Jeuniaux, Ch.** Sur la chitinase et la flore bactérienne intestinale des mollusques gastéropodes; 1954; 3 fig., 45 p. .... 40 »
8. 1655. **Duchesne, J.** Les vibrations et les spectres électroniques des molécules polyatomiques; 1955; 23 fig., 76 p. .... 60 »

TOME XXIX

1. 1656. **Demal, J.** Essai d'Histologie comparée des Organes Chémorécepteurs des Gastéropodes; 1955; 12 fig., 7 pl.; 83 p. .... 80 »
2. 1657. **Fraeijs de Veubeke, B.** Aspects Cinématique et Énergétique de la Flexion sans Torsion; 1955; 3 fig., 48 p. .... 40 »
3. 1659. **Tits, J.** Sur certaines classes d'espaces homogènes de groupes de Lie; 1955; 268 p. .... 200 »
4. 1661. **Kestens, J.** Le Problème aux Valeurs propres normal et Bornes supérieures et inférieures par la Méthode des Itérations; 104 p.; 1 fig., 1956 ..... 80 »
5. 1665. **Monfils, A.** Contribution à l'étude de la structure du monochlorosilane par spectroscopie infrarouge à grande dispersion; 52 p.; 20 fig.; 1956 .... 80 »
6. 1666. **Guillaume, M.** Sur les Topologies définies à partir d'une relation d'ordre; 44 p.; 1956 ..... 40 »
7. 1667. **Grandjean, J.** Vitesses différentielles dans l'atmosphère de *n* Aquilae et de Geminorum; 59; 4 fig.; 1956 ..... 50 »
8. 1671. **Backes, F.** Recherches de Géométrie Anallagmatique; 36 p.; 195 ..... 40 »

TOME XXX

1. 1673. **Marcq, P.** Contribution à l'étude de la corrélation angulaire Bêta-Gamma; 1956; 9 fig., 40 p. .... 40 »
2. 1677. **Léonard, J.** Genera des Cynometreae et des Amherstieae africaines; 1957; 47 pl.; 314 p. .... 260 »
3. 1679. **Breny, R.** Contribution à l'étude de la diapause chez *Neodiprion sertifer* Geoffr. dans la nature; 1957; 5 fig., 88 p. .... 80 »
4. 1680. **Duculot, C.** Méthode de détermination directe des représentations irréductibles associés aux harmoniques et combinaisons de vibrations moléculaires; 1957; 90 p. .... 80 »
5. 1682. **Janssens, P.** Sur le rôle des corrélations en turbulence homogène; 1957; 17 fig.; 112 p. .... 100 »
6. 1684. **Colloque Jules Boulvin.** 1957; 117 fig.; 8 diagr.; 262 p. .... 100 »
7. 1689. **Burnelle, Louis.** Le Spectre Électronique de la Molécule de Thiophos-gène; 1958; 11 fig.; 68 p. .... 80 »

TOME XXXI

1. 1691. **Streel, M.** Étude phytosociologique de la Fagne Wallonne et de la Fagne de Clefay; 1959; 21 g.; 109 p. .... 160 »
2. 1692. **Deprit, A.** Contribution à l'étude de l'Algèbre des Applications linéaires continues d'un Espace localement convexe séparé — Théorie de Riesz — Théorie spectrale; 1959; 160 p. .... 120 »
3. 1693. **Fourmarier, P.** Le granite et les déformations mineures des roches (schistosité, microplissement, etc.); 1959; 22 fig.; 101 p. .... 100 »
4. 1694. **Coz, M.** Une classe de modèles euclidiens pour métriques variationnelles; 1959; 42 p. .... 40 »
5. 1695. **Backes, F.** Sur les congruences pseudosphériques; 1959; 31 p. .... 40 »
6. 1698. **Fraeijs de Veubeke, B.** Flexion et extension des plaques d'épaisseur modérée; 1959; 3 fig.; 38 p. .... 40 »
7. 1708. **Waelbroeck, L.** Étude spectrale des Algèbres complètes; 1960; 142 p. .... 120 »

TOME XXXII

1. 1710. **Distèche, A.** Contribution à l'étude des échanges d'ions hydrogène au cours du cycle de la contraction musculaire; 1960; 74 fig.; 169 p. .... 200 »
2. 1713. **Gillis, J.** Lettres d'Adolf Baeyer à son ami Jean Servais Stas; 1 h. t., 48 p. ... 40 »
3. 1715. **Gallarati, D.** Ricerche sul contatto di superficie algebriche lungo curve; 1960; 80 p. .... 60 »
4. 1718. **Demeur, Marcel.** Réactions directes et modèles nucléaires; 1960; 40 p. ... 40 »
5. 1722. **Kestens, Jean.** Le Problème naturel aux valeurs propres; 1961; 5 fig.; 122 p.; ..... 120 »
6. 1724. **Lebrun, J.** Les deux flores d'Afrique tropicale; 1961; 84 p. .... 70 »
7. 1726. **de Hemptinne, Xavier.** Hydrogénations électrochimiques et catalyse; 1961; 22 fig.; 44 p. .... 70 »
8. 1729. **Fraeijs de Veubeke, B.** Théorie des Coques prismatiques minces renforcées par Lisses et Diaphragmes; 1961; 7 fig.; 100 p. .... 100 »

## TOME XXXIII

1. 1731. Crawford, R. M. M. Morphological and metabolic changes in the apical bud with relation to photoperiodism in *Salvia splendens*; 1961; 38 fig.; 128 p. 160 »
2. 1733. Coz Marcel, Métriques variationnelles régulières et équations intégrales; 1961; 6 fig.; 123 p. 100 »
3. 1734. Application à la Biochimie et à la Chimie structurale de la spectroscopie des radiofréquences; 1961; 363 p.; fig. 300 »
4. 1741. Fourmarier, P., Pareyn, Cl. et Doré, Fr. Observations complémentaires au sujet de l'influence du granite sur les déformations mineures des roches dans le Massif Armoricain; 1962; 15 fig.; 66 p. 80 »
5. 1743. Teodorescu, N. Théorie des primitives aréolaires bornées; 1963; 60 p. 60 »
6. 1744. Mathot, Victor. Propriétés thermodynamiques de solutions de gaz liquéfiés; 1963; 13 fig.; 36 p. 50 »
7. 1745. Labrique, J.-P. Mesures électriques sur le poil urticant d'*Urtica pilulifera* L.; 1963; 4 photos; 28 fig.; 87 p. 100 »
8. 1746. Houziaux, Léo. Contributions à l'étude des étoiles à enveloppe; 1963; 4 planches; 6 fig.; 104 p. 100 »

## TOME XXXIV

1. 1747. Michot, J. Les feldspaths dans les sédiments dévonien et carbonifères de la Belgique; 1963; 3 fig.; 11 microphotos; 56 p. 80 »
2. 1748. Maubeuge, Pierre L. Études stratigraphiques et paléontologiques sur la « Marne sableuse de Hondelange » (Lias inférieur et moyen) dans la province de Luxembourg. Avec une étude des *Eoderocevatidae* Lotharingiens et de deux formes du Lias moyen; 1963; 5 pl.; 26 p. 50 »
3. 1752. Burger, J. et Van Tiggelen, A. Contribution à l'étude de la combustion des poudres composites; 1964; 13 fig., 47 p. 100 »
4. 1759. Mayné. Le problème de la séparation des variables pour les systèmes dynamiques à deux et trois degrés de liberté; 1964; 127 p. 120 »
5. 1762. Donnelly, M. C. Astronomical observatories in the 17<sup>th</sup> and 18<sup>th</sup> centuries; 1964; 26 fig.; 37 p. 180 »
6. 1763. Godeaux, L. La Géométrie différentielle des surfaces considérées dans l'espace réglé; 1964; 84 p. 80 »
7. 1766. Fourmarier, P. et Ruhland, M. Le granite et les déformations mineures des roches dans les Vosges hercyniennes; 1964; 7 fig.; 41 p. 80 »
8. 1772. Goffaux, R. Mécanismes physiques dans les poudres électroluminescentes; 1965; 13 fig.; 40 p. 100 »

## TOME XXXV

1. 1774. Ishiguro, K. On the summability methods of divergent series; 1965; 43 p. 60 »
2. 1775. Deconninck, G. Étude expérimentale des réactions  $\text{Be}^9(\text{an})\text{C}^{12}$ ,  $\text{C}^{13}(\text{an})\text{O}^{16}$  et  $\text{Li}^6(\text{ad})\text{Be}^9$  et leur interprétation par les théories d'interaction directe; 1965; 32 fig.; 76 p. 120 »
3. 1776. Fourmarier, P., Pelhate, A. et Auvray, B. Schistosité et granitisation dans le synclinorium de Laval et ses abords; 1965; 1 pl., 6 fig., 11 ph.; 60 p. 140 »

## PUBLICATIONS DE LA FONDATION A. DE POTTER

1. Pelseneer, P. Essai d'éthologie zoologique d'après l'étude des Mollusques; 1935; 662 p. 200 »
2. De Wildeman-É. Études sur le genre *Coffea* L., 1941; 6 pl., 104 fig., 496 p. 200 »
3. Baudoux, P. Notes sur les systèmes modernes d'unités électriques; 1950; 4 tabl. 15 p. 20 »