

## ANALYSE STRUCTURALE AU BORD SUD DU MASSIF DE ROCROI (ARDENNES FRANCAISES)

par D. DELVAUX de FENFFE et D. LADURON (\*)

RESUME. - Une étude structurale a été réalisée au bord sud du Massif de Rocroi dans les Ardennes françaises, le long de la coupe Nouzonville - Monthermé. C'est au Rocher de l'Hermitage à Bogny-sur-Meuse, où passe la discordance du Gedinnien sur le Revinien, que l'on peut distinguer les structures qui appartiennent au cycle calédonien des structures qui appartiennent au cycle hercynien. Les premières qui n'apparaissent que dans le Cambrien résultent de deux phases de déformation  $D_1$  et  $D_2$  tandis que les secondes, présentes aussi bien dans le Cambrien que dans le Dévonien, résultent de deux phases ultérieures  $D_3$  et  $D_4$ .

ABSTRACT. - A structural study has been made of the southern flank of the Rocroi Massif in the French Ardennes, along the section between Nouzonville and Monthermé. It is at the Rocher de l'Hermitage at Bogny-sur-Meuse, where the unconformity of the Gedinnian on the Revinian is exposed, that the Caledonian structures can be distinguished from those belonging to the Hercynian cycle. The former, which only occur in the Cambrian rocks, result from two phases of deformation,  $D_1$  and  $D_2$ , while the latter, which are present in the Devonian as well as in the Cambrian, result from two later phases,  $D_3$  and  $D_4$ .

### INTRODUCTION.

La stratigraphie et la structure générale du Massif de Rocroi sont relativement bien connues (BEUGNIES, 1963). Néanmoins, l'importance respective des effets des orogénèses Calédonienne et Hercynienne est toujours sujette à discussion

(BEUGNIES, 1963; KLEIN, 1976 et 1980; HUGON et LE CORRE, 1979; MICHOT, 1980; HUGON, 1982). Une étude ponctuelle récente (MEILLIEZ, 1981) laisse supposer l'existence d'une tectonique complexe dans le Massif de Rocroi. La région étudiée est située le long de la vallée de la Meuse entre Monthermé au nord et Nouzonville au sud; elle peut, d'un point de vue géologique, être divisée en deux parties :

- le massif du "Rocher de l'Hermitage" à Bogny-sur-Meuse (fig. 1) constitué de Cambrien inférieur (Rv3 et Rv4) recou-

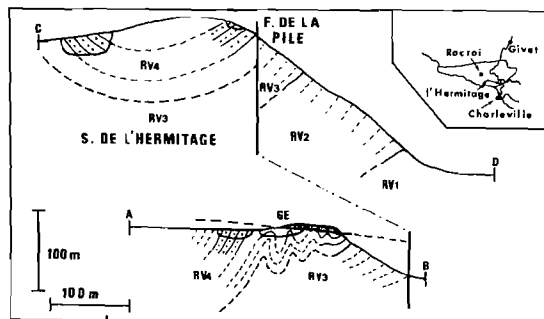
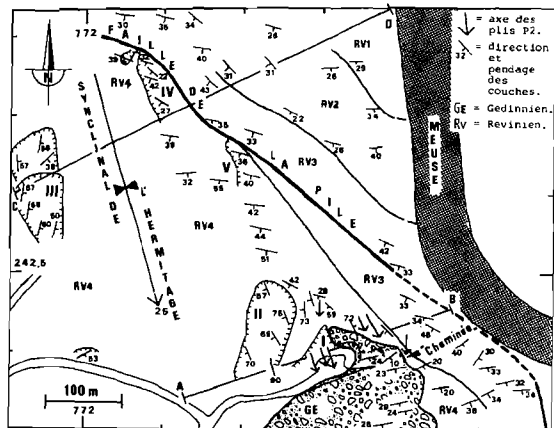


Fig. 1 - Carte structurale du massif du "Rocher de l'Hermitage" à Bogny-sur-Meuse et coupes ENE-WSW montrant les structures d'orientation méridienne.

(\*) Laboratoire de Pétrographie, U. C. L., place Louis Pasteur 3, B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgique.

vert en discordance par les couches de base du Gedinnien,  
 - la coupe Nouzonville - Bogny (fig. 2) dans le Dévonien inférieur du bord nord du synclinal de Neufchâteau (ASSELBERGIS, 1948).

Les termes "foliation", "clivage ardoisier" et "clivage de crénelation" sont utilisés dans le sens défini par HOBBS, MEANS et WILLIAMS (1976).

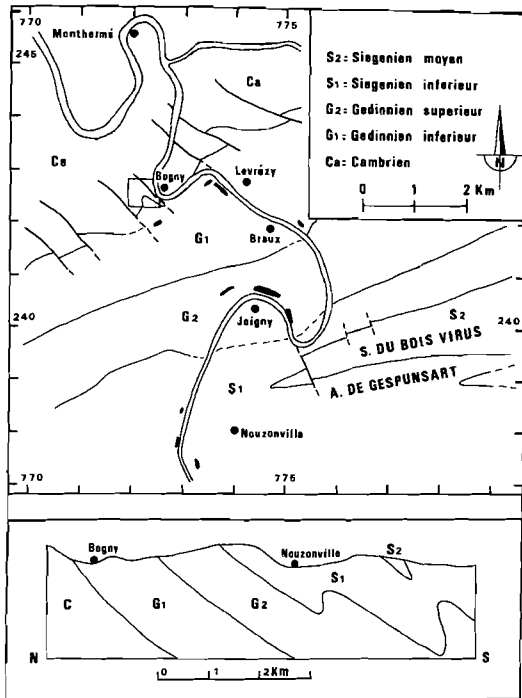


Fig. 2 - Esquisse géologique au bord sud du Massif de Rocroi et coupe de la Vallée de la Meuse entre Bogny-sur-Meuse et Nouzonville (d'après la carte géologique de la France au 1/50.000e).

## LES STRUCTURES DANS LE CAMBRIEN DE L'HERMITAGE.

### LA CHEMINEE DE BOGNY.

Un affleurement clef (coord. Lambert  $x = 242,425/y = 772,370$ ) à partir duquel ont été reconnues trois importantes phases de déformation, se situe au niveau de la discordance cambro-dévonienne, dans la partie supérieure des escarpements du Rocher de l'Hermitage, aux alentours de la "Cheminée de Bogny" (fig. 1).

La série revinienne y est constituée d'une alternance de bancs de quartzite pyriteux et de niveaux de phyllades et quartzo-phyllades noirs à chloritoïde qui appartiennent à l'assise de la Petite Commune, Rv4 (BEUGNIES, 1963). La série gedinnienne débute localement par un gros banc de poudingue dans lequel apparaissent des lentilles de phyllade microconglomératique. Un banc de grès supposé continu et surmonté par des schistes crinoïdiques, recouvre soit le poudingue, soit directement le socle cambrien en pseudo-concordance et constitue la base des phyllades de Levrézy.

La partie de l'affleurement située au sud-est de la "Cheminée de Bogny" est représentée à la figure 3. Elle est divisée en trois secteurs (A, B et C). Le secteur A a été lui-même subdivisé en cinq tronçons numérotés de 1 à 5 dans lesquels les attitudes des structures sont statistiquement homogènes.

Dans le secteur A, le poudingue recoupe nettement deux générations de plis qui ne sont présentes que dans le Revinien. Elles correspondent à deux phases de déformation D<sub>1</sub> et D<sub>2</sub> qui sont également représentées dans le

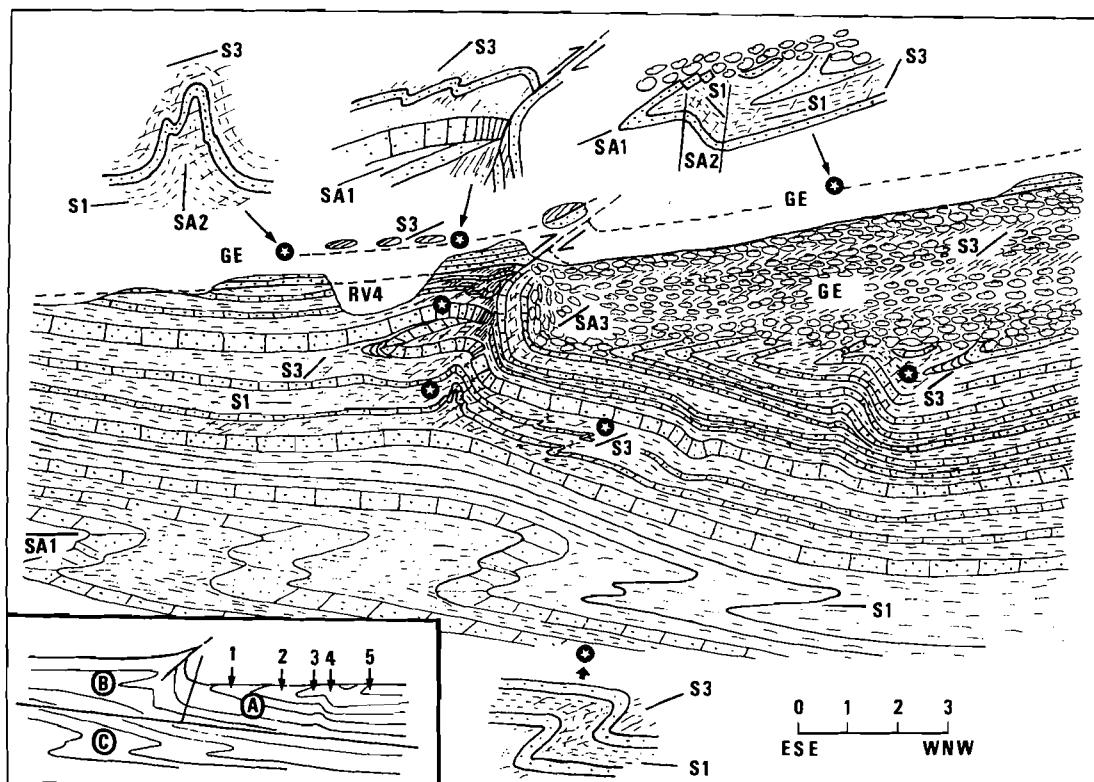


Fig. 3 - Croquis de l'affleurement-clef de la "Cheminée de Bogny" et stéréogrammes distincts pour les 3 secteurs délimités dans l'affleurement (A, B et C) ainsi que pour les 3 phases de déformation (D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> et D<sub>3</sub>).

Revinien du secteur B. La première phase de déformation  $D_1$  est matérialisée par des plis  $P_1$  isoclinaux à fermés, ayant un faible plongement axial vers le sud-est et une surface axiale normalement peu inclinée (figs. 3 A:D1, B:D1 et C:D1). Un clivage ardoisier plan-axial  $S_1$  qui devient parallèle à la stratification dans les flancs leur est associé. La deuxième phase de déformation  $D_2$  se caractérise par des plis  $P_2$  ouverts à serrés de direction axiale nord-sud et à surface axiale subverticale (figs. 3 A:D2, A:D2' et B:D2). Ils replissent les plis  $P_1$  ainsi que le clivage plan-axial  $S_1$ .

Une troisième phase de déformation  $D_3$  a intéressé aussi bien le Revinien que le Gedinnien. Dans le secteur B, elle se marque par la présence d'un pli-faille  $P_3$  qui a affecté la surface de discordance et par la présence de microplis dans le Revinien. Une foliation plan-axiale  $S_3$  - qui est un clivage ardoisier primaire dans le Gedinnien et un clivage de crénulation secondaire dans le Revinien - est associée à cette phase de déformation et recoupe les surfaces axiales des plis  $P_1$  et  $P_2$ . Une linéation d'étirement  $L_{3e}$  qui est matérialisée par des halos

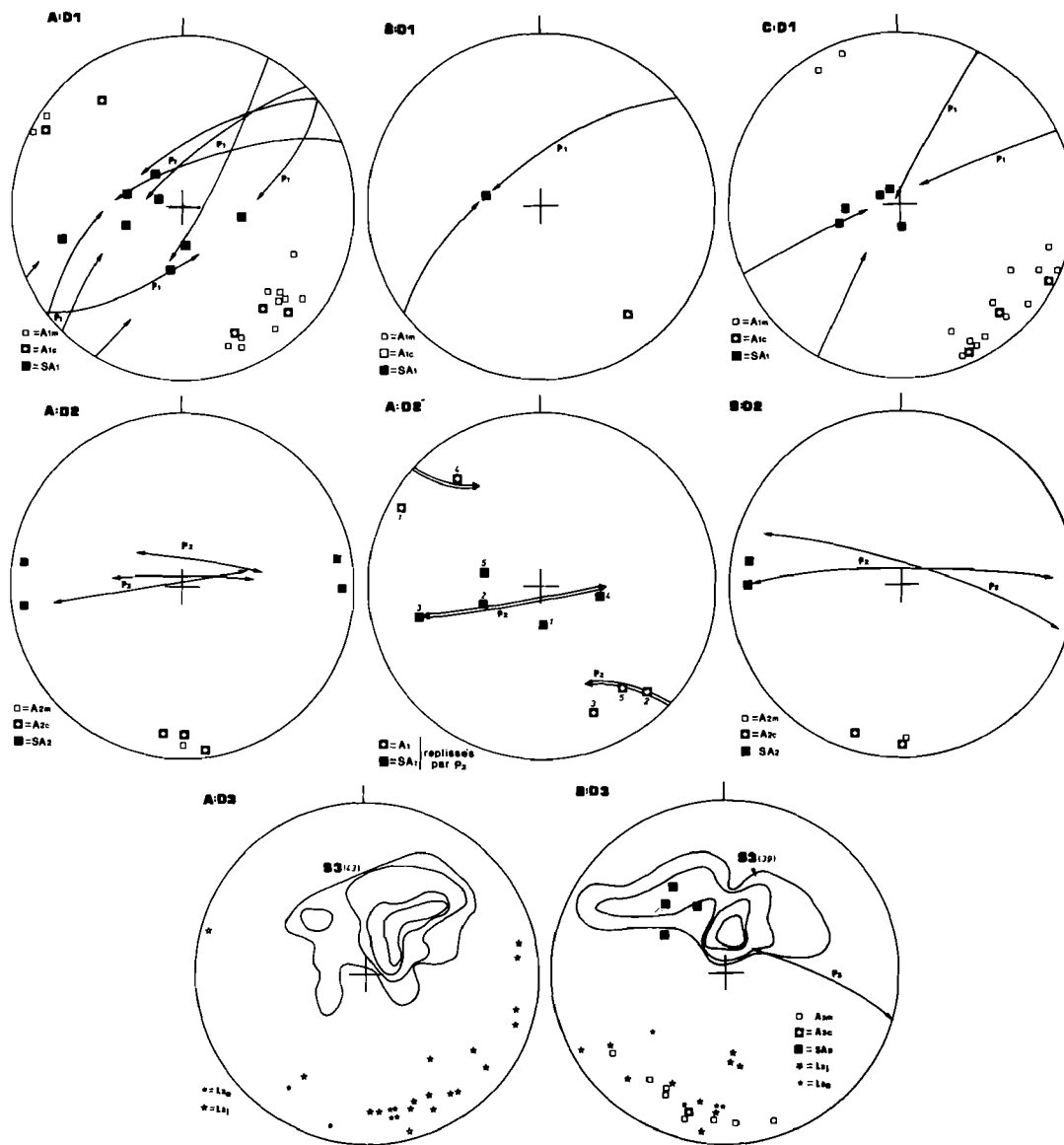


Fig. 3 - Le stéréogramme A:D2 exprime le plissement par  $P_2$  de la surface axiale  $SA_1$  et de la charnière  $A_1$  du pli  $P_1$ , les mesures provenant des 5 tronçons homogènes numérotés de 1 à 5 dans le secteur A de l'affleurement. Les pôles des surfaces axiales  $SA_1$  se répartissent sur un grand arc de cercle tandis que les axes  $A_1$  se répartissent sur un petit arc de cercle.

Légende des stéréogrammes (valables aussi pour les figs. 6, 7 et 8) :

Projection sur un canevas de Schmidt à partir de l'hémisphère inférieur et contourage des densités de points au moyen du canevas de Kalsbeek, le nombre de mesures étant indiqué entre parenthèses. Les portions d'arc de cercle terminées par des flèches recouvrent la zone de dispersion des pôles des plans de stratification d'un même pli, l'interruption de l'arc entre les deux flèches exprimant l'angle d'ouverture du pli.

$S_0$  = stratification - S = foliation - SA = surface axiale - A = axe de pli -

$L_i$  = linéation d'intersection -  $L_e$  = linéation d'étirement - B = axe de boudinage.

Les indices g et r correspondent respectivement au gedinnien et au revinien tandis que les indices 1, 2 et 3 correspondent aux phases de déformation  $D_1$ ,  $D_2$  et  $D_3$ . Pour les axes de plis, les indices m et c sont relatifs aux axes mesurés ou aux axes calculés (pôle  $\pi$ ).

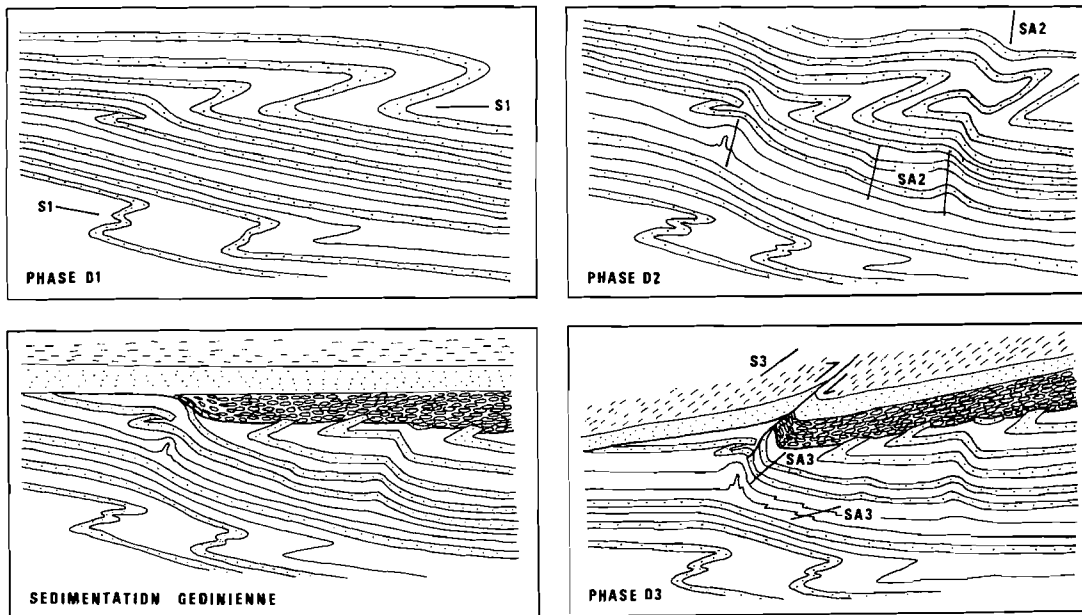


Fig. 4 - Affleurement-clef de la "Cheminée de Bogny" : reconstitution de la séquence des événements.

de décollement et des petits galets étirés, apparaît dans les plans de foliation. Cette foliation  $S_3$  et cette linéation  $L_{3e}$  ont des attitudes semblables de part et d'autre de la discordance avec cependant une forte dispersion dans le Revinien (figs. 3 A:D3 et B:D3). L'axe du pli-faille  $P_3$  plonge de  $15^\circ$  vers le sud mais les axes des microplis et des linéations d'intersection  $L_{3i}$  dans le Revinien reportés sur stéréogramme se répartissent selon un grand arc de cercle qui correspond à la trace du plan moyen de  $S_3$  (figs. 3A:D3 et B:D3).

La nature précise du contact discordant mérite d'être soulignée. Les galets de poudingue sont toujours disposés parallèlement à la surface de discordance même là où celle-ci est redressée. La surface d'érosion prégedinnienne est irrégulière à petite échelle. On remarque que des bancs de quartzite pointent dans le Gedinnien (fig. 3, secteur A) et sont entourés par le poudingue. Aucun indice de glissement au niveau de la discordance n'a d'ailleurs été observé.

Si l'on met ensemble les observations faites dans les secteurs A et B, on peut reconstruire la séquence des événements (fig. 4). Le socle revinien, plissé par une première phase de déformation  $D_1$  a été repris par une seconde phase  $D_2$ . Lors du dépôt en discordance du Gedinnien, des galets se sont déposés dans les parties déprimées du relief prégedinnien. Les sables grossiers et les argiles qui se sont ensuite déposés recouvrent soit le poudingue soit le socle revinien dans ses parties hautes. Une troisième phase de déformation  $D_3$  que l'on rattache aux contraintes hercyniennes se marque aussi bien dans le Gedinnien que dans le Revinien. Le pli-faille  $P_3$  se situe juste à l'endroit où le poudingue disparaît brutalement et où le banc de grès grossier susjacent entre directement en contact avec le Revinien. Dans la partie B, le relief de la surface de discordance a été accentué lors de cette déformation comme le montre la position

nettement redressée de la stratification du poudingue gedinnien.

Les relations entre la foliation  $S_3$  et les plis  $P_1$  sont bien illustrées par un échantillon provenant de la série des plis  $P_1$  serrés qui caractérisent le secteur C (figs. 3 et 5). Un clivage de crénulation est observé dans les rares lits pélitiques; il est accompagné de microplis dont le sens de vergence est inverse de celui des microplis parasites associés au pli  $P_1$ . Ce clivage de crénulation, dont l'attitude est identique à celle du clivage gedinnien, correspond donc à  $S_3$ .

Dans la partie de l'affleurement situé au N-W de la "Cheminée de Bogny", un pli à axe courbe est bien exposé sur plus de 20 m (fig. 6). Un clivage ardoisier primaire  $S_1$ , parallèle à la stratification, est déformé par ce pli. Un clivage secondaire plan-axial est surtout développé dans la zone charnière; il a un pendage de  $45^\circ$  vers le sud, ce qui est très proche de l'attitude de la foliation  $S_3$  présente dans la partie de l'affleurement décrit ci-dessus. Une linéation d'étirement  $L_{3e}$  qui plonge de  $30^\circ$  vers  $180^\circ$  est présente localement dans le plan  $S_3$ . Le stéréogramme montre que les axes mesurés en différents endroits du pli sont tous disposés sur un grand arc de cercle qui correspond à la trace du plan-axial; la courbure de la charnière est au minimum de  $130^\circ$  et elle se réalise de part et d'autre de la direction est-ouest qui est orthogonale à la direction de plongement de la linéation d'étirement  $L_{3e}$ .

#### LES CARRIERES DE L'HERMITAGE.

Dans la carrière I ( $x = 242,400/$   
 $y = 772,300$ ) où l'on exploitait un gros banc de quartzite  $Rv_4$ , vertical et de direction nord-sud, on observe un petit éperon constitué par un niveau de phyllade à chloritoïde (fig. 7). Dans celui-ci, un mince banc de quartzite souligne un pli fermé dont la surface axiale est verticale et de direction nord-sud et dont l'axe plonge vers le sud. Il a donc toutes les caractéristiques des plis  $P_2$  de l'affleu-

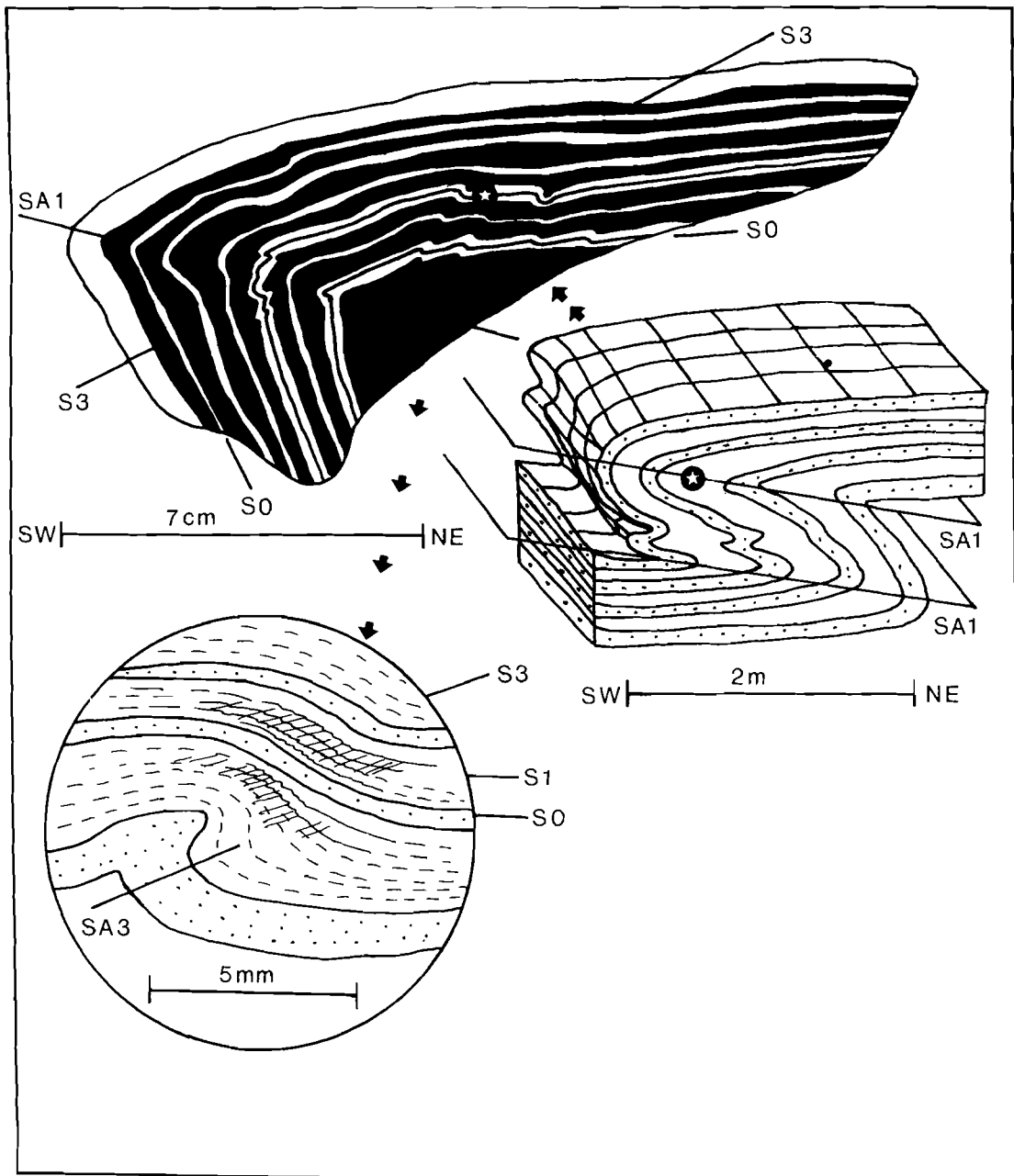


Fig. 5 - Relations entre les plis  $P_1$  et le clivage de crénulation  $S_3$  dans l'affleurement-clef de la "Cheminée de Bogny".

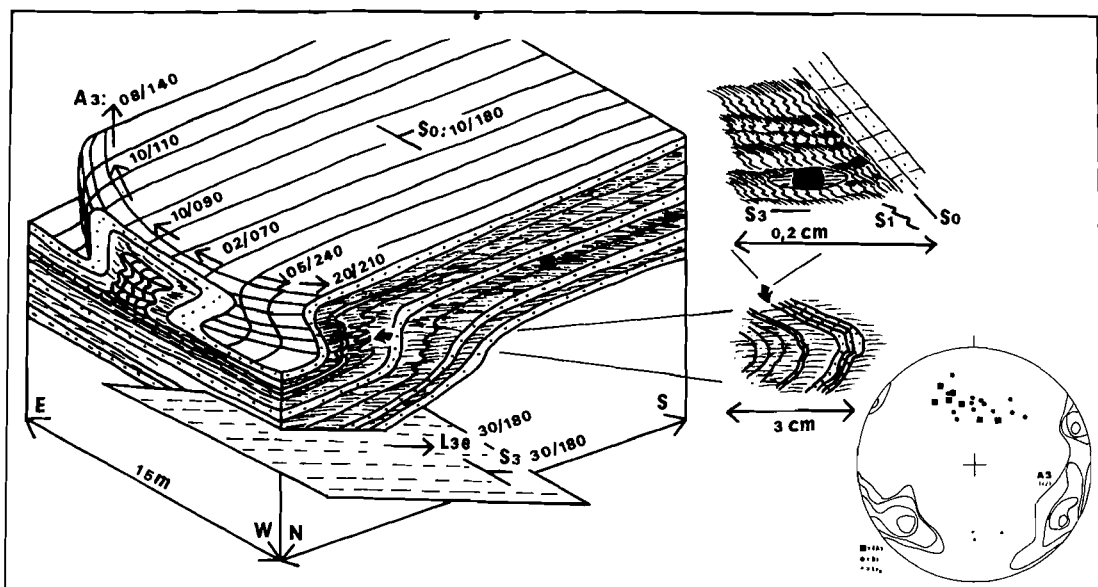


Fig. 6 - Pli à axe courbe appartenant à la phase  $D_3$  dans la partie NW de l'affleurement de la "Cheminée de Bogny" à l'Hermitage. Dans la zone axiale,  $S_3$  est un clivage de crénulation qui microplisse une première foliation  $S_1$  qui est subparallèle à la stratification  $S_0$ . Voir la légende des stéréogrammes de la figure 3.

rement de la Cheminée de Bogny. Il est également coupé par le Gedinnien qui est représenté ici par des bancs épais de poudingue grossier alternant avec des lits de phyllade à chloritofide.

Les phyllades reviniens du pli droit P<sub>2</sub> possèdent une première foliation S<sub>1</sub> qui est localement associée à des microplis P<sub>1</sub> (fig. 7). En tout point de ce pli P<sub>2</sub>, la foliation S<sub>1</sub> est disposée parallèlement au plan de stratification matérialisé par le banc de quartzite qui souligne le pli. La foliation S<sub>1</sub> est donc antérieure au plissement P<sub>2</sub> car elle a été elle-même plissée. De plus, dans ces mêmes roches, un clivage de crénulation s'est développé parallèlement au clivage ardoisier S<sub>3</sub> présent dans les phyllades gedinniens susjacentes. Ce clivage de crénulation est donc orthogonal au plan axial du pli P<sub>2</sub> qu'il recoupe. Sur l'affleurement, S<sub>3</sub> est surtout perceptible dans les flancs du pli P<sub>2</sub> grâce à la linéation de crénulation L<sub>3i</sub> qui lui est associée (Pl. Ia). Au niveau de la zone axiale, S<sub>3</sub> est subparallèle à la foliation primaire S<sub>1</sub> et dès lors aucune crénulation n'apparaît (Pl. Ib).

La carrière II (x = 242,450/ y = 772,225) prolonge vers le nord la carrière I en exposant les trois gros bancs de quartzite caractéristiques du Rv4. Ils ont également une direction méridienne et leur pendage oscille de 70°W à 90°. Au sein des phyllades interstratifiés, la foliation primaire est toujours parallèle à la stratification S<sub>0</sub>. Sur cette foliation apparaît localement une linéation d'intersection L<sub>3i</sub> à plongement sud, qui dénote l'existence d'un clivage de crénulation S<sub>3</sub>. Par endroits, ce sont de véritables microplis et même des plis plus importants qui lui sont associés. Leurs axes plongent vers le SSE mais les plans axiaux, de même que le clivage de crénulation, pendent modérément vers le sud (fig. 8:D3 Revinien). Ces structures ap-

partiennent donc à l'ensemble des déformations D<sub>3</sub>, comme le sont celles qui se sont superposées au pli P<sub>2</sub> décrit précédemment.

On retrouve à nouveau les trois gros bancs de quartzite du Rv4 dans la carrière III (x = 242,580/y = 771,925) avec une direction toujours subméridienne mais avec un pendage de 50° à 60° E. La foliation dominante est parallèle à la stratification et est assimilée à S<sub>1</sub>. On se trouve ici sur le flanc occidental d'un grand synclinal à axe subméridien plongeant de 25° vers le sud, que nous appelons synclinal de l'Hermitage (figs. 1 et 8:D2).

Les mêmes bancs de quartzite ont encore été exploités dans d'autres petites carrières IV (x = 242,725/ y = 772,065) et V (x = 242,630/ y = 772,180). Ils y ont des pendages allant de 30 à 40° vers le SW. Ces deux carrières, comme la carrière II, se situent sur le flanc oriental du synclinal de l'Hermitage. Par son attitude et par ses relations géométriques avec les foliations, ce synclinal doit être considéré comme étant une structure majeure de la phase D<sub>2</sub>. Il peut être relié aux plis mésoscopiques P<sub>2</sub> subméridiens décrits dans la carrière I, à la Cheminée de Bogny et observés également sous le poudingue gedinnien dans le prolongement NW de la falaise de l'Hermitage.

## LES STRUCTURES DANS LE DEVONIEN.

### LA COUPE NOUZONVILLE-BOGNY.

Au sud du Massif de Rocroi, les séries éodévoniennes ont été plissées en une série de plis majeurs fermés, déversés vers le nord et de direction axiale est-ouest (fig. 2). Ce sont, du nord au sud : le Synclinal de Bois Virus dont la surface de discordance du Rocher

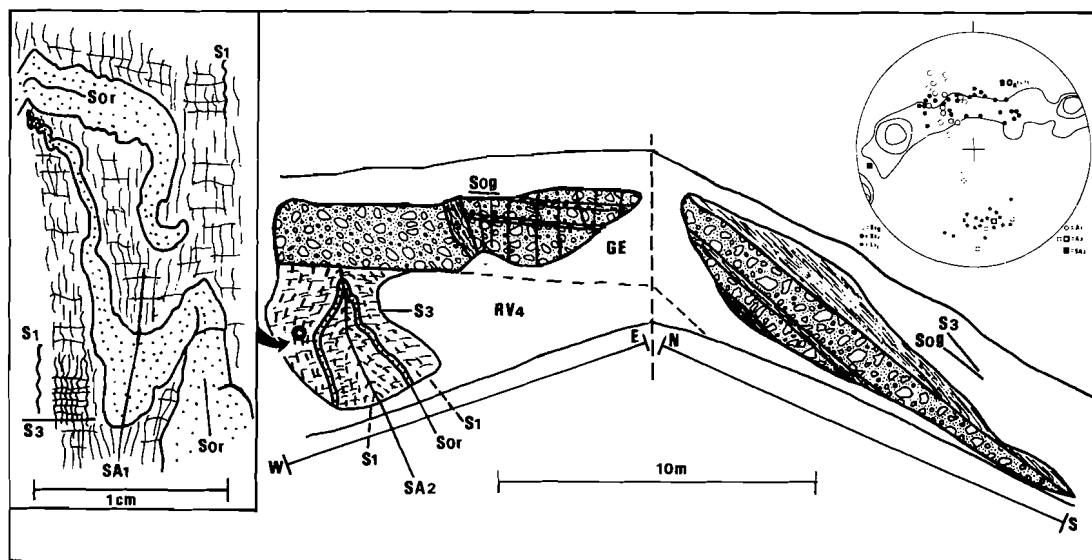


Fig. 7 - Dans la carrière I de l'Hermitage, le pli P<sub>2</sub> à surface axiale subverticale et à plongement sud est recoupé par le poudingue de base du Gedinnien interstratifié avec des schistes. Tout au long du pli dans le Revinien, la foliation S<sub>1</sub> est parallèle à la stratification S<sub>0</sub> et est elle-même plan-axiale de microplis P<sub>1</sub>. Le clivage S<sub>3</sub> qui recoupe l'ensemble est parallèle à la foliation S<sub>3</sub> du Gedinnien. Voir les pl. Ia et b pour le détail des foliations et la légende des stéréogrammes de la figure 3.

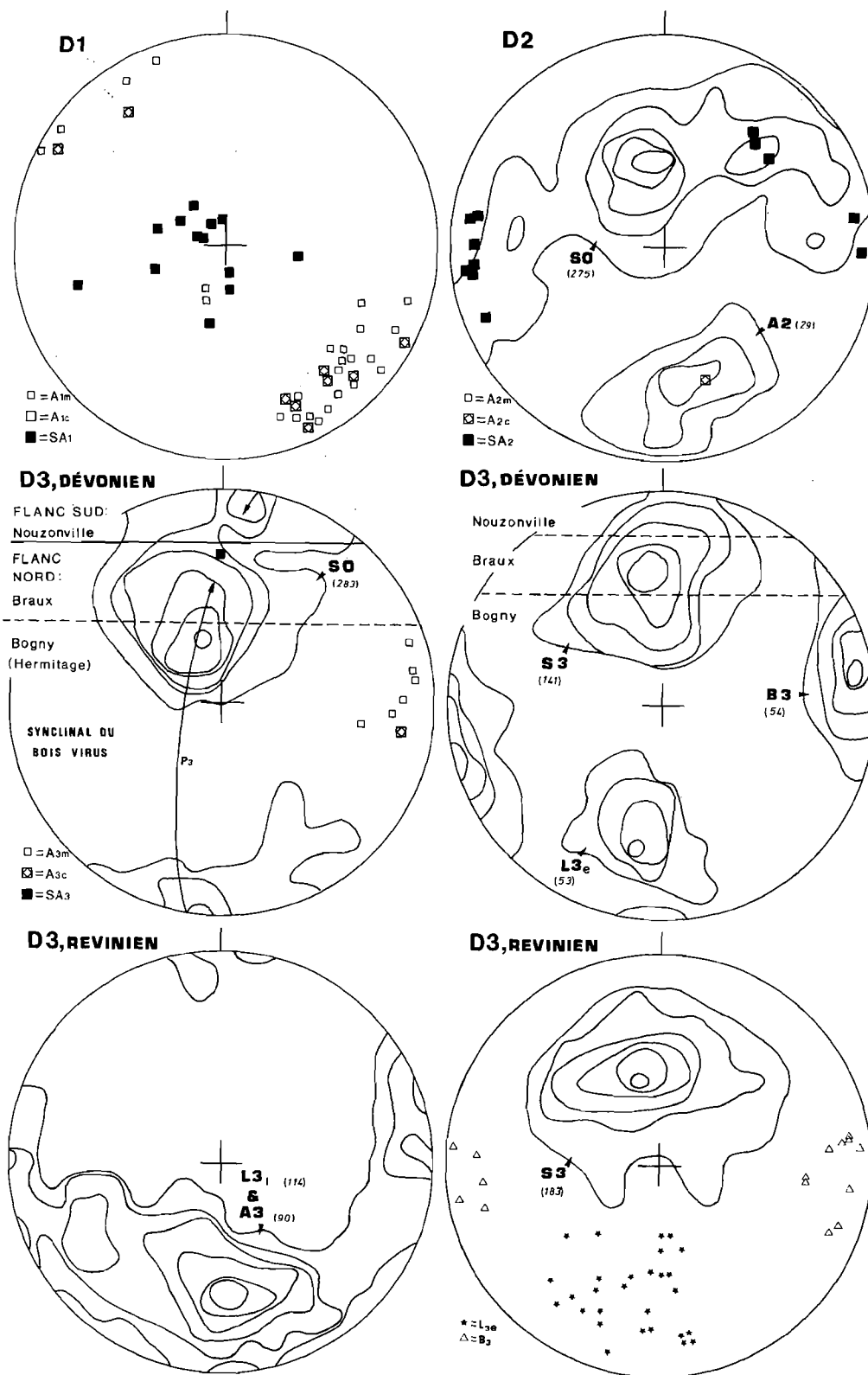


Fig. 8 - Stéréogrammes synthétiques reprenant l'ensemble des données relatives aux trois phases de déformation D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> et D<sub>3</sub>. Voir la légende des stéréogrammes de la figure 3.

de l'Hermitage constitue le flanc nord; et l'Anticlinal de Gespunsart exprimé à Nouzonville par des beaux plis mésoscopiques visibles le long de la Meuse ( $x = 237,750/y = 772,900$ ) et derrière la gare ( $x = 237,425/y = 773,150$ ) (fig. 8:D3 Dévonien). Ces derniers plis ont des directions axiales semblables à celles des macrostructures et, comme le soulignent HUGON et LE CORRE (1979), les flancs longs des plis sont boudinés. De beaux exemples de boudinage sont visibles à Nouzonville derrière la gare et au

Rocher des Grands Ducs en face de Joigny-sur-Meuse ( $x = 240,200/y = 775,050$ ). Les grands axes des boudins y ont une orientation est-ouest tout comme celle des mésostructures et des macrostructures (fig. 8:D3 Dévonien).

Un clivage ardoisier plan-axial est bien développé le long de la coupe; son pendage qui est de 80° S à Nouzonville diminue progressivement en direction du nord (55° S à Braux et Levrézy) pour atteindre 30° à 35° S à proximité de la dis-

cordance au Rocher de l'Hermitage à Bogny-sur-Meuse (fig. 8:D3 Dévonien). Comme cela a été défini précédemment en ce dernier point, le clivage ardoisier présent dans le Dévonien est primaire et correspond à  $S_3$ , ce qui permet de rattacher à la phase  $D_3$  les plis dont il est plan-axial. Une linéation d'étirement  $L_{3e}$  toujours observée sur le plan  $S_3$  est bien visible dans les Phyllades de Lévrézy entre Braux et Bogny ( $x = 242,800/y = 773,550$ ). Elle plonge invariablement vers le sud (fig. 8:D3 Dévonien).

Des déformations mineures que nous rattachons à une quatrième phase de déformation apparaissent en plusieurs endroits et sous diverses formes. Les plus répandues sont des bandes de kink qui déforment le clivage ardoisier  $S_3$  comme par exemple à Nouzonville, au bord de la Meuse ( $x = 237,750/y = 772,900$ ) et le long de la route de Braux à Bogny ( $x = 242,800/y = 773,550$ ). Les plans-axiaux des plis en chevron ont des pendages qui oscillent de  $60^\circ$  à  $70^\circ$  nord. Les kinks conjugués sont rares. Le long de la route entre Nouzonville et Braux, les effets de cette phase apparaissent sous la forme de bombements ou ondulations mésoscopiques d'axe est-ouest.

#### "LE POUDINGUE DE L'HERMITAGE".

Au Rocher de l'Hermitage, plusieurs gros bancs de poudingue séparés par des grès et des phyllades forment une dalle à pendage de  $10^\circ$  à  $30^\circ$  vers le sud (fig. 8:D3 Dévonien) dont l'attitude contraste avec l'allure fortement inclinée et la direction méridienne des couches reviniennes sous-jacentes qui apparaissent dans les carrières de l'Hermitage (fig. 8:D2).

Le pendage du clivage ardoisier des phyllades interstratifiés avec le poudingue ( $30-40^\circ$  sud) est plus fort que le pendage de la stratification ( $10-30^\circ$  sud), ce qui correspond bien à la position structurale sur le flanc nord du synclinal du Bois Virus. La linéation d'étirement  $L_{3e}$  apparaît dans ces phyllades sous la forme de halos de décollement et de petits galets étirés.

La quatrième phase de déformation n'est pratiquement pas représentée ici si ce n'est par quelques bandes de kink qui déforment la foliation  $S_3$  des lits de phyllade intercalés dans le poudingue de l'Hermitage. Par contre, le niveau de poudingue est découpé en parallélépipèdes par deux réseaux de plans subverticaux et orthogonaux entre eux. Le réseau orienté nord-sud correspond à des fractures auxquelles sont associées des bandes de brèche tectonique plus ou moins larges (de 1 à 50 cm). La "Cheminée de Bogny" se situe au niveau d'une de ces fractures méridiennes. Ce réseau nord-sud recoupe et déplace un réseau de fissures d'extension remplies par du quartz et orientées est-ouest. Les fractures nord-sud se prolongent souvent dans le Revinien sous-jacent tandis que les fissures ouvertes est-ouest n'ont leurs équivalents que dans certains bancs de quartzite où elles ressemblent davantage à du boudinage. Il faut relever que

les fissures d'extension ont une direction perpendiculaire vis-à-vis de la linéation d'étirement  $L_{3e}$  observée en de nombreux endroits tant dans le Gedinnien que dans le Revinien. Elles peuvent dès lors être rattachées à la phase de déformation  $D_3$  (fig. 8:D3 Dévonien et Revinien). Les fractures avec brèche sont, quant à elles, plus tardives et sont peut-être dues à des effets de la quatrième phase de déformation.

#### LES MICROSTRUCTURES.

Diverses observations réalisées en lames minces orientées grâce à l'appareil d'Ingerson (INGERSON, 1937) permettent de caractériser les éléments structuraux observés ainsi que les relations entre les recristallisations métamorphiques et les phases de déformation.

#### LES ROCHES DEVONIENNES.

Le clivage ardoisier  $S_3$  qui est en fait la première structure tectonique planaire à s'être développée dans les phyllades dévoniennes se caractérise par le réglage des minéraux phylliteux et par l'allongement des grains de quartz parallèlement au plan de clivage. Ce clivage ardoisier  $S_3$  est plan-axial vis-à-vis des quelques rares microplis  $P_3$  observés en lames minces (fig. 9).

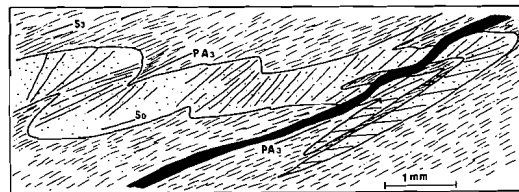


Fig. 9 - Micropli  $P_3$  dans un phyllade gedinnien.

Exceptionnellement,  $S_3$  a les caractères d'un clivage de crénulation (Pl. Ic). Dans ce cas, on doit supposer l'existence d'un réglage des phyllites avant la phase synschisteuse  $D_3$  comme l'ont observé LAMBERT et BELLIERE (1976) aux environs de Bastogne.

A côté des blocs et des galets de quartzite qui sont les plus abondants dans le poudingue de l'Hermitage, se trouvent aussi des fragments de phyllade cambrien. Un clivage de crénulation qui déforme un clivage ardoisier préexistant apparaît dans un de ceux-ci (Pl. Id), parallèlement au clivage  $S_3$  qui s'est développé dans la matrice du poudingue. Cette observation montre bien qu'une déformation synschisteuse a affecté le Cambrien avant le dépôt du Gedinnien.

La linéation d'étirement  $L_{3e}$  se matérialise entre autres par des cristallisations en zone abritée dans les "halos de décollement" autour de petits "porphyroblastes" les plus souvent altérés en limonite (Pl. Ie). En ce qui concerne les phyllades microconglomératiques de la base du Gedinnien, cette linéation  $L_{3e}$  se marque par



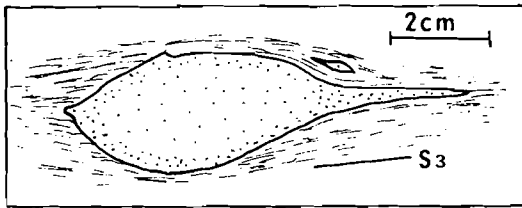


Fig. 10 - Galet étiré dans un phyllade microconglomératique de la base du Gedinnien.

l'allongement de quelques galets qui y sont présents (fig. 10).

Les relations structurales entre les chloritoïdes présents à la base du Gedinnien et le clivage  $S_3$  montrent que les chloritoïdes ont été réorientés sous l'effet de la déformation  $D_3$ .

#### LES ROCHES CAMBRIENNES.

Les caractères microstructuraux des roches cambriennes sont très divers car ils dépendent du type pétrographique considéré, de l'intensité des déformations qui s'y sont produites et de leur position dans le bâti structural.

Une idée de la texture sédimentaire est donnée par des échantillons de roche semi-pélitique peu déformée. Les grains de quartz y sont anguleux et la stratification  $S_0$  est soulignée par l'alignement des micas détritiques et des "sandwichs mica blanc - chlorite" (Pl. If). La structure antérieure à la déformation  $D_1$  est encore vaguement perceptible en certains endroits privilégiés, par exemple dans la charnière d'un pli  $P_1$  sous la forme d'un réglage très fin de phyllites parallèlement à la stratification  $S_0$  (fig. 11, niveau pélitique situé du côté convexe vis-à-vis d'un niveau de quartzite adjacent). Ce réglage a été microplissé lors de la formation du pli  $P_1$  en développant un clivage de crénulation  $S_1$  parallèle à la surface axiale de ce pli. Un porphyroblaste de chloritoïde qui a cristallisé au travers de cette microstructure montre clairement que sa genèse est postérieure à la déformation  $D_1$  exprimée ici exceptionnellement sous la forme d'un clivage de crénulation.

D'une manière tout à fait générale, le clivage ardoisier  $S_1$  des phyllades reviniens est défini par l'orientation préférentielle des phyllites et par l'allongement des grains de quartz. Il est plan-axial vis-à-vis des microplis  $P_1$  comme cela est confirmé en lame mince mais il est aussi souvent parallèle à la stratification vu que les plis  $P_1$  sont des plis fermés à isoclinaux.

Aucune microstructure ne résulte de la seconde phase de déformation  $D_2$  qui n'a provoqué qu'un replissement des couches et des éléments structuraux  $D_1$ .

Le clivage secondaire  $S_3$  qui a une attitude constante est pratiquement toujours oblique sur la stratification  $S_0$ . Son caractère et son intensité sont par contre très variables. Il apparaît comme un clivage de crénulation (Pl. IIA) mais

il est également possible que les foliations  $S_1$  et  $S_3$  soient confondues si le plan d'aplatissement maximal de la déformation  $D_3$  a été parallèle au clivage ardoisier  $S_1$  déjà existant (Pl. IIb). Il n'y a alors pas lieu de les distinguer. La linéation d'étirement  $L_{3e}$  qui correspond à des halos de décollement autour des chloritoïdes et des "sandwichs mica blanc - chlorite" apparaît surtout dans cette dernière situation.

Les relations entre les "sandwichs mica blanc - chlorite" et le clivage  $S_3$  ont pu être précisées en lame mince. Une fine alternance argilo-gréseuse qui forme un pli  $P_3$  contient un assez grand nombre de ces "sandwichs". Malgré la présence d'un clivage de crénulation plan-axial  $S_3$ , les "sandwichs mica - blanc - chlorite" gardent encore tout au long du niveau plissé une disposition grossièrement parallèle à  $S_0$  ainsi qu'à  $S_1$  lorsque celui-ci est visible. La Pl. IIc montre que le clivage de crénulation  $S_3$  contourne ces "sandwichs". Parfois même des halos de décollement se développent de part et d'autre du "porphyroblaste" et expriment la linéation d'étirement  $L_{3e}$ . D'autres échantillons (Pl. Ia et IIa) montrent à nouveau le clivage ardoisier  $S_1$  replissé par la déformation  $D_3$  et les "sandwichs mica blanc - chlorite" alignés selon  $S_1$  sont ployés et déformés dans les micro-charnières  $P_3$ . Les Pl. Ia et Ib permettent de constater que les porphyroblastes et chloritoïde sont postérieurs aux "sandwichs mica blanc - chlorite" dont le contour original est préservé dans le chloritoïde sous la forme de taches claires dépourvues d'inclusions sombres.

Les chloritoïdes ont pour leur part cristallisé sans orientation préférentielle au travers du clivage ardoisier  $S_1$ . Ils sont par ailleurs contournés par  $S_3$  avec des "halos de décollement"  $L_{3e}$ . Dans certains échantillons, la "schistosité externe" se poursuit à l'intérieur du porphyroblaste sous la forme de traînées d'inclusions d'allure sigmoïde. Il semble donc que la cristallisation du chloritoïde soit pré- à synchronématique vis-à-vis de la déformation  $D_3$  (fig. 12a, b et c).

Comme BEUGNIES l'a déjà signalé, des pseudomorphoses de chiastolite constituées entièrement de séricite ap-

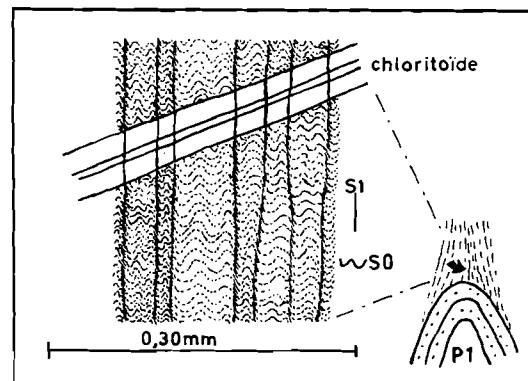


Fig. 11 - Micropli  $P_1$  dans le Revinnien avec clivage de crénulation  $S_1$  plan-axial et un porphyroblaste de chloritoïde post-cinématique vis-à-vis de  $D_1$ .

paraissent très localement dans les phyllades reviniens de la "Cheminée de Bogny". Elles sont fortement étirées dans le plan de clivage  $S_3$  selon la direction de la linéation d'étirement  $L_{3e}$  (Pl. IIId). Elles possèdent une "schistosité interne" qui est nettement oblique sur le clivage  $S_3$  de l'échantillon et qui présente une allure sigmoïde dans la zone centrale (Pl. IIe).

## SYNTHESE.

L'ensemble des observations décrites ci-dessus permet de reconstituer la suite des événements tectoniques et métamorphiques qui ont affecté les terrains cambriens et dévoniens du bord sud du Massif de Rocroi (tableau fig. 13 et fig. 8).

### LA PHASE DE DEFORMATION $D_1$ (FIG. 8:D1)

Limitée aux seuls terrains cambriens, la première phase de déformation est représentée par des plis serrés à isoclinaux qui n'ont été observés qu'à l'échelle mésoscopique à microscopique et auxquels est associé un clivage plan-axial  $S_1$ . Celui-ci est très souvent parallèle à la stratification  $S_0$  ce qui est la conséquence du style des plis. Les attitudes des surfaces axiales, du clivage  $S_1$  et des axes sont relativement variables, ce qui s'explique par l'existence des déformations ultérieures et plus particulièrement  $D_2$ .

### LA PHASE DE DEFORMATION $D_2$ (FIG. 8:D2)

N'affectant également que le Cambrien, la deuxième phase de déformation est particulièrement bien exprimée dans le Bois de l'Hermitage au S-W de la faille de la Pile où l'orientation méridienne des structures (stratification et plis) lui est directement imputable.

Plusieurs observations mésoscopiques montrent que les plis  $P_2$  ont un plongement axial vers le sud et une surface axiale subverticale d'orientation N-S. Aucun développement de foliation n'est lié à cette phase de déformation.

Il faut relever que la discordance avec la couverture gedinienne est mieux marquée là où la phase  $D_2$  est importante.

### LA PHASE DE DEFORMATION $D_3$ (FIG. 8:D3 DEVONIEN ET REVINIEN)

Cette phase de déformation est la première qui affecte la couverture dévonienne alors qu'elle est la troisième pour le socle cambrien. Dans ces deux ensembles, les attitudes des plans de clivage  $S_3$ , des surfaces axiales  $SA_3$ , des linéations d'étirement  $L_{3e}$  et des axes de boudinage  $B_3$  sont identiques.

Par contre les axes de pli  $A_3$  qui ont une attitude très constante dans le Dévonien, présentent, dans le Cambrien, une grande dispersion, tout en restant contenus dans un même plan  $SA_3$ .

Les plis mésoscopiques ou microscopiques  $P_3$  sont nettement plus fréquents

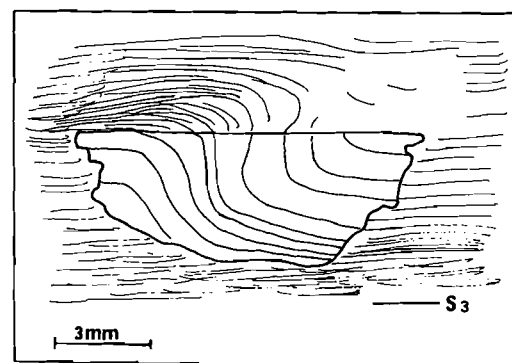
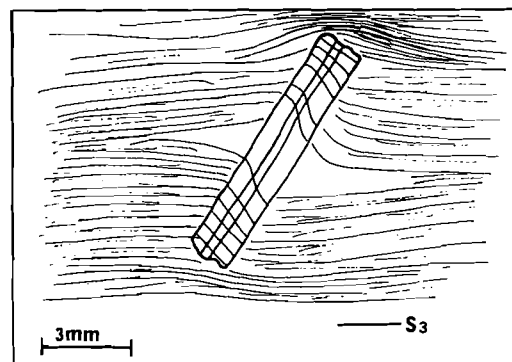
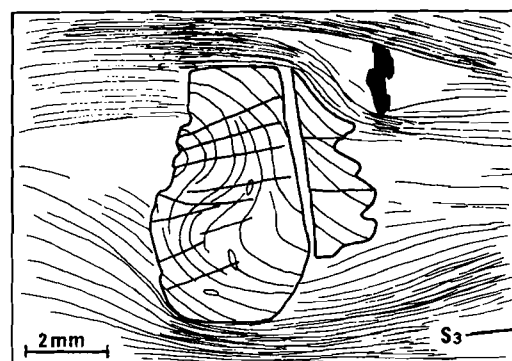


Fig. 12 - Exemples de porphyroblastes de chloritoïde à "schistosité interne" d'allure sigmoïdale.

dans le Cambrien que dans le Dévonien. On relèvera comme l'ont déjà fait HUGON et LE CORRE (1979) la présence dans le Cambrien de plis à axe courbe de dimension mésoscopique.

Dans le Revinien, les types de foliation  $S_3$  sont très variables; elles peuvent aller du clivage de crénulation au clivage ardoisier.

Bien que la foliation  $S_3$  dans le Dévonien soit généralement un clivage ardoisier primaire, elle peut apparaître parfois sous la forme d'un clivage de crénulation.

### LA PHASE DE DEFORMATION $D_4$ (FIG. 8:D4)

A cette phase  $D_4$ , nous rattachons les structures mineures tardives telles que les bandes de kink très fréquentes dans le Dévonien, les bombements est-ouest dans le Dévonien ainsi que le réseau de fractures méridiennes avec brèche du Rocher de l'Hermitage.

Bulletin de la Société belge de Géologie Bulletin van de Belgische Vereniging voor Geologie	T. 96 V. 96	fasc. 1 deel 1	pp. 53-54 blz. 53-54	Bruxelles 1987 Brussel 1987
--	----------------	-------------------	-------------------------	--------------------------------

**REPONSE A MESSIEURS Cl. LE CORRE et H. HUGON  
CONCERNANT LEUR ARTICLE  
«AU SUJET DE L'ANALYSE STRUCTURALE AU BORD SUD  
DU MASSIF DE ROCROI (ARDENNES FRANCAISES)»**

par D. DELVAUX de FENFFE (1) et D. LADURON (2)

La discussion que Cl. Le Corre et H. Hugon font à propos de notre article de 1984 "Analyse structurale au bord sud du Massif de Rocroi (Ardenes françaises)" comporte deux aspects. D'une part, elle concerne certains de nos arguments de terrain et microstructuraux et d'autre part, elle reprend leurs conceptions relatives au Massif de Rocroi sans pour autant apporter de nouvelles données (Hugon et Le Corre, 1979 ; Hugon, 1982). Comme le relèvent nos confrères, le désaccord fondamental réside au niveau de la nature et de l'intensité des déformations résultant des orogènes calédoniennes et hercyniennes.

Les conclusions auxquelles nous avons abouti sur la base d'observations faites uniquement dans la région de Bogny-sur-Meuse résultent de l'intégration de l'ensemble de celles-ci. Or, nos confrères, en ne relevant que les observations faites à la "Cheminée de Bogny" et sur le galet de phyllade cambrien trouvé dans le conglomérat gedinnien, tendent à faire croire que nos arguments sont peu nombreux et équivoques.

En ce qui concerne les arguments de terrain, la "Cheminée de Bogny" est bien sûr un affleurement-cléf où les faits tant macroscopiques que microscopiques nous ont permis de mettre en évidence les caractères propres et la succession des phases de déformation calédonienne (D1 et D2) et hercynienne (D3) et aussi de réaliser une reconstitution cinématique dont - pour nos confrères - la chronologie relative semble acceptable. Mais à côté de cet affleurement, il y a aussi la mégastucture qu'est le synclinal de l'Hermitage avec son plongement axial vers le Sud et - ce qui est plus important - son plan axial subvertical et que nous rapportons à la phase de déformation D2. A ce propos, la question se pose de savoir comment Cl. Le Corre et H. Hugon peuvent concilier cette structure méridienne avec leur modèle de chevauchement du S vers le N postérieur à la discordance ?

De même, en les suivant dans leur interprétation des petits plis P2 de la "Cheminée de Bogny", comment pourrait-on assimiler cette mégastucture D2 à des structures de blocage liées au fonctionnement de plis P3 post-discordance ? D'après nos observations, les effets de la déformation hercynienne traversent cette mégastucture et apparaissent, entre autres, sur les flancs de celle-ci sous la forme d'un clivage de crénulation (S3) orthogonale vis-à-vis de S1 et incliné vers le Sud (fig. 7). Si l'on sait en outre que le chloritoïde est pré- à synclinématique vis-à-vis de ce clivage de crénulation S3, on comprend facilement la distinction que nous sommes amenés à faire dans les roches à chloritoïde entre S1 clairement pré-chloritoïde (fig. 11) et S3. Ces données microstructurales rendent difficilement acceptable la solution proposée par Cl. Le Corre et H. Hugon à savoir que "cette déformation S1 représente effectivement la déformation hercynienne dans le Cambrien". Elles montrent en outre que "la déformation interne" calédonienne n'est pas toujours masquée par les effets hercyniens superposés (D3). Bien sûr, il y a les situations - comme dans la zone charnière du pli P2 de la carrière I de l'Hermitage (Pl. I.b) - où S3 est parallèle et se confond donc avec S1. Ces situations ne se comprennent bien que par rapport aux éléments structuraux observés, entre autres, sur les flancs des structures méridiennes D2 ou dans des cas semblables à celui représenté dans la figure 5.

Après ces considérations générales, nous voudrions commenter les remarques particulières faites par Cl. Le Corre et H. Hugon.

1. Lorsque nos confrères comparent la composition lithologique du Cambrien avec celle du Gedinnien, ils laissent enten-

(1) LABOFINA, Département de Géochimie - Chaussée de Vilvordé 100 - B-1120 Bruxelles.

(2) Laboratoires de Géologie Générale, U.C.L. - Place L. Pasteur 3 - B-1348 Louvain-la-Neuve.

tendre que le Gedinnien n'est que conglomératique et donc plus homogène que le Cambrien. Si c'est le cas bien sûr à l'échelle de l'affleurement de la "Cheminée de Bogny", il y a lieu cependant de considérer le problème à une échelle plus large avec ses conséquences sur un éventuel comportement rhéologique sensiblement différent. Et là, il faut bien admettre que le Gedinnien est, tout autant que le Cambrien, un "multicouche" caractérisé à sa base par une grande variabilité tant latérale que verticale (Meilliez, 1984). Il paraît donc difficile, voire un peu théorique, de vouloir opposer nettement le comportement rhéologique de ces deux ensembles. Cela ne veut cependant pas dire que le Gedinnien et le Cambrien aient un comportement rhéologique identique au cours de l'orogénèse hercynienne. Le fait que, dans notre interprétation, le Cambrien a déjà subi au cours de l'orogénèse calédonienne une "déformation interne" (D1) et un plissement à orientation méridienne (D2) doit être pris en compte lorsque l'on compare les effets de la déformation hercynienne respectivement dans le Cambrien et le Gedinnien.

2. Même si cela n'apparaît pas clairement sur les figures, on ne peut nier qu'à la "Cheminée de Bogny" la surface de discordance recoupe les axes de plis visibles dans le Cambrien. On rappellera en outre que les surfaces axiales SA1 y sont généralement peu inclinées et que certaines d'entre elles présentent même souvent un pendage Nord à Nord-Est, ce qui est une attitude bien différente de celle observée pour SA3 et S3 qui ont un pendage modéré vers le Sud (fig. 3, 5 et 8).
3. Quant à l'interprétation que nous avons faite du clivage de crénulation observé dans un fragment de phyllade présent dans le conglomérat dévonien, elle doit être replacée dans le faisceau des observations faites dans la région de Bogny. Il nous paraît à cet égard un peu facile de mettre en doute la provenance locale de ce fragment, quand on voit la taille des galets de quartzite constitutifs du conglomérat, et d'évoquer la possibilité d'une province éloignée. Cependant, nous reconnaissons que la nature tectonique de la structure initiale présente dans ce fragment de phyllade ne peut pas être démontrée, bien que cette structure ait tous les caractères d'un clivage ardoisier.

En conclusion, il faut souligner la convergence de nos observations respectives en ce qui concerne les caractères de la déformation hercynienne : foliation à pendage Sud, linéation d'étirement à plongement Sud, boudinage d'orientation Est-Ouest, et plis à axe courbe dans le Cambrien. Quant aux trois questions posées par nos confrères, nous ne pouvons que répondre :

- il existe des plis calédoniens dans le Cambrien du bord Sud du Massif de Rocroi ;

- il existe une "déformation interne calédonienne" liée à ce que nous avons défini comme D1 ;
- il y a des structures dans le Cambrien qui sont incompatibles avec un mécanisme unique d'âge hercynien.

En ce qui concerne l'application au Massif de Rocroi du mécanisme de cisaillement simple faite par Cl. Le Corre et H. Hugon, le fait que nos observations sont limitées à un petit secteur de son bord Sud ne nous permettent pas de nous prononcer sur son bien-fondé ni d'ailleurs sur celui du modèle qu'ils en tirent.

#### BIBLIOGRAPHIE

- DELVAUX de FENFFE, D. & LADURON, D. (1984) - Analyse structurale au bord sud du Massif de Rocroi (Ardennes françaises). *Bull. Soc. belge Géol.*, 93, 11-26.
- HUGON, H. & LE CORRE, Cl. (1979) - Mise en évidence d'une déformation hercynienne en régime cisailant progressif dans le Massif Cambrien de Rocroi (Ardennes). *C.R. Acad. Sci., Paris*, 289, D, 615-618.
- HUGON, H. (1982) - Structure et déformation du Massif de Rocroi (Ardennes). Approche géométrique, quantitative et expérimentale. Thèse de 3ème cycle, Rennes, 128 p.
- MEILLIEZ, F. (1984) - La Formation de Fépin (Gedinnien de l'Ardenne) : un marqueur régional lithostratigraphique et structural. *Ann. Soc. Géol. Nord*, 103, 37-53.