

MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

ADMINISTRATION DES MINES

Service Géologique de Belgique

13 rue Jenner - BRUXELLES 4

MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN

BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Aardkundige Dienst van België

Jennerstraat 13 - BRUSSEL 4

CYCLICITE DANS LE NAMURIEN DU SYNCLINAL DE
NAMUR (BELGIQUE)

K. FIEGE et W. van LECKWIJCK

PROFESSIONAL PAPER

1969 N° 7

**CYCLICITE DANS LE NAMURIEN DU SYNCLINAL DE
NAMUR (BELGIQUE)**

K. FIEGE et W. van LECKWIJCK



CYCLICITE DANS LE NAMURIEN DU SYNCLINAL DE NAMUR (BELGIQUE).

par K. FIEGE¹ et W. van LECKWIJCK²

<u>Sommaire.</u>	<u>Pages.</u>
Cadres géographique, stratigraphique, tectonique, sédimentologique et Plan de travail.....	2
<u>Première Division</u> : Cycle du type 60 m compris entre les horizons à <u>Nuculoceras nuculum</u> et à <u>Hudsonoceras proteum</u>	7
<u>Deuxième Division</u> :	
Première moitié : comprise entre les horizons à <u>Hd. proteum</u> et à <u>Homoceratoides prereticulatus</u>	29
Deuxième moitié : comprise entre l'horizon à <u>Ht. prereticulatus</u> et une bande à <u>Reticuloceras spp.</u>	42
<u>Troisième Division</u> : Cycle du type 60 m compris entre la bande à <u>Reticuloceras spp.</u> et l'horizon à <u>Reticuloceras bilingue</u> .	52
<u>Quatrième Division</u> : Cycle du type 60 m compris entre les horizons à <u>R. bilingue</u> et à <u>Reticuloceras superbilingue</u>	67
Considérations Générales.....	84
Index des ouvrages cités.....	88

1. Géol.Inst.d.Univer.Kiel.Olshausenstr. L'auteur remercie la Deutsche Forschungsgemeinschaft de la subvention qu'elle lui a accordée et qui lui a permis d'effectuer ses recherches en Belgique. Il remercie aussi très vivement son co-auteur de l'aide diverse très appréciée qu'il lui a procurée lors de ses recherches en Belgique, en partie par l'intermédiaire de l'Association pour l'Etude de la Paléontologie et de la Stratigraphie houillères, puis du Centre National de Géologie Houillère, dont il a été successivement le Directeur Scientifique.

2. Centre National de Géologie Houillère, Rue Vautier, 31, Bruxelles (4).

Liste des Planches.

Planche I. - Profils situés stratigraphiquement entre les horizons à Nuculoceras nuculum et à Hudsonoceras proteum.

Planche II. - Profils situés stratigraphiquement entre l'horizon à Hd. proteum et une bande à Reticuloceras spp.

Planche III. - Profils situés stratigraphiquement entre la bande à Reticuloceras spp. et l'horizon à Reticuloceras bilingue.

Planche IV. - Profils situés stratigraphiquement entre les horizons à R. bilingue et à Reticuloceras superbilingue.

✱

✱ ✱

Encadrement et Plan de Travail.

CADRE GEOGRAPHIQUE.- La région d'étude se situe dans le Sud de la Belgique, le long du sillon houiller dans lequel se sont creusées, au Quaternaire, les vallées de la Meuse et de son affluent la Sambre, et se sont installées, aux temps modernes, les industries charbonnières et métallurgiques de la Belgique méridionale. Du point de vue administratif, ce sillon houiller est divisé en districts, qui s'intitulent d'Ouest en Est : Charleroi, Basse Sambre, Andenne, Liège (voir sommet des planches I à IV).

CADRE STRATIGRAPHIQUE.- La succession des terrains qui nous occupe est la partie du Namurien détritique, ou à faciès paralique houiller, qui s'est accumulée pendant l'époque comprise entre les moments où se sont déposés l'horizon marin à Homoceras beyrichianum, dit horizon H_{1b} dans la littérature westeuropéenne, et l'horizon marin à Reticuloceras superbilingue, dit G_{1a}. Elle englobe donc pratiquement tout l'Etage H et

tout l'Etage R. L'horizon à H. beyrichianum passe à quelques mètres à peine sous le sommet du Namurien de base, qui est de facies différent, dit ampélique : constamment marin, formé de schistes noirs pyriteux et de calcaires en bancs ou en nodules, à faune de Goniatites et de Posidonies, dont l'étude stratigraphique est publiée ailleurs par les mêmes auteurs (1968). Sur trois colonnes (planche I), nous avons ajouté quelques mètres de coupe sous l'horizon à H. beyrichianum.

CADRE TECTONIQUE.— Le sillon houiller cité plus haut correspond au synclinal de Namur, dont le versant nord, régulièrement incliné vers le Sud, repose sur le Massif du Brabant et dont le versant Sud, très plissé, est divisé en une série d'écaillés chevauchantes vers le Nord, erronément appelées, elles aussi, massifs. Au cours de la période envisagée l'orogénèse varisque était active au Sud, provoquant des reliefs qui ont fourni une grande partie du matériel détritique (SCHEERE et van LECKWIJCK 1963). Le massif du Brabant constituait vraisemblablement une aire plus stable, qui a pu émerger à certains moments et livrer, elle aussi, du matériel terrigène.

CADRE SEDIMENTOLOGIQUE.— Le matériel est formé essentiellement de schistes et de grès, avec toutes les roches intermédiaires. Le calcaire n'intervient que dans les couches de l'extrême base, qui, comme déjà dit, appartiennent au Namurien ampélique, puis réapparaît, sous le même facies ampélique, au cours de l'épisode marin très important englobant les horizons à Homoceratoides prereticulatus et à Homoceras magistorum. En dehors de cela, la calcite se rencontre, très rarement, sous forme de ciment de certains grès ou quartzites. Par contre, la sidérose est très répandue, surtout dans les schistes, sous forme de barres, de lentilles et de nodules; la dolomie est beaucoup plus rare et se présente en grosses concrétions, souvent à structure cone-in-cone. Une mention spéciale doit être faite pour le charbon, qui tout en étant relativement fréquent, n'a pas l'abondance, ni en nombre, ni en épaisseurs, ni en pureté de veines, qu'il exhibera au Westphalien; toutefois.

les sols de végétation sont bien nets, sauf parfois dans les grès, et souvent de profondeur notable.

PLAN DE TRAVAIL.

Les successions étudiées ont été divisées en quatre "divisions" superposées, illustrées par les planches I à IV. Elles sont encadrées par des horizons marins, l'horizon marin supérieur ayant été pris sur chaque planche comme ligne de terre.

Les données lithologiques et paléontologiques ont été puisées dans les publications. Pour le district de Charleroi nous avons à notre disposition, les textes descriptifs de RENIER (in PASTIELS 1954) pour le Sondage des Viviers, de PASTIELS (1954) pour le Siège des Pays-Bas, de van LECKWIJCK et BIOT (1951) pour le Siège Panama; dans le district de la Basse Sambre nous avons utilisé les travaux de de DORLODOT et DELEPINE (1930) pour le Siège de Baullet, de DEMANET et BIOT (1951) pour la Galerie de Hordin, de DEMANET et van LECKWIJCK (1959) pour l'Affleurement de La Plante; pour le district d'Andenne nous avons l'embarras du choix : nous nous sommes servis de ANCIEN et van LECKWIJCK (1947a) pour la Galerie de Java, de STAINIER (1934) pour le Sondage de Java, de DELMER (in van LECKWIJCK 1952) pour le Sondage de Ben, de van LECKWIJCK (1952) pour la Galerie de Ben et le Siège Saint-Paul, de ANCIEN et van LECKWIJCK (1947b) et de descriptions de CHAUDOIR et van LECKWIJCK pour la Courte Galerie de Gives, du même ouvrage (1947b) et de descriptions de FIEGE pour la Carrière de Rieudotte; dans le district de Liège, les sources ont été : LAMBRECHT et CHARLIER (1956) et des descriptions de FIEGE pour la Tranchée du chemin de fer à Argenteau, et LAMBRECHT (1955, 1958 et 1966) et des notes de FIEGE pour les Affleurements de la Berwinne. Des révisions de descriptions de diverses couches ont pu être faites à des dates plus récentes par le deuxième auteur; celles-ci et l'ensemble des descriptions sont conservées dans les archives du Centre National de Géologie Houillère, à Bruxelles.

Il se fait, malheureusement, que les descriptions utilisées sont

de valeur très inégale pour le but visé dans le présent travail. En effet, hormis la coupe de La Plante et les descriptions inédites des auteurs du présent travail, aucun levé n'a été fait en vue d'une étude systématique de la stratonomie. En outre, si certaines coupes ont été examinées dans le détail, d'autres ont été levées plus sommairement, et certaines descriptions sont assez anciennes. De plus, il est évident qu'on ne peut obtenir autant de renseignements, surtout paléontologiques, de carottes de sondages que de travers-bancs miniers, de fronts de carrières et de parois de tranchées. S'ajoutent à cela les différences dans la terminologie lithologique employée par les auteurs et même par un même auteur à des époques diverses. Il s'agit évidemment de tenir compte de toutes ces difficultés dans l'appréciation des résultats présentés ci-après. Un simple regard jeté sur les planches suffira d'ailleurs à montrer les différences dans le détail et la précision du levé des profils.

Pour une explication des notions sur les cycles de 4 m, 10 m et 60 m, sur la division des cycles de 10 m en lithophases a, b, c, d et e, sur les biophases des horizons à fossiles animaux, nous renvoyons aux publications van LECKWIJCK 1964, FIEGE 1964 (où il est question aussi d'une biophase F, non figurée sur nos coupes mais qui peut se rencontrer au-dessus de la biophase E. Dans le présent travail la biophase B a été divisée en deux parties : B₁ phase nettement marine mais sans Goniatites, B₂ phase à dominance de Mollusques marins), van LECKWIJCK et FIEGE 1963, FIEGE 1960, van LECKWIJCK 1960, FIEGE, LAMBRECHT et van LECKWIJCK 1957 (avec bibliographie pour les ouvrages antérieurs). Ajoutons simplement que, dans le présent travail nous avons désigné par phases α , β , γ , les subdivisions des cycles de 60 m, qui ont parfois été appelées tranches dans des travaux précédents.

Sur les planches I à IV les profils sont rangés autant que possible de l'Ouest vers l'Est. Dans les districts de Charleroi et d'Andenne, toutefois, la situation est plus compliquée. Dans le district de Charleroi, le Sondage des Viviers a été foré dans l'écaille dite du Massif du Centre; les descriptions en provenance des Sièges miniers des

Pays-Bas et Panama ont été faites sur des coupes situées dans une écaïlle plus méridionale, le Massif du Gouffre, le Siège des Pays-Bas se trouvent sur la méridienne du Sondage des Viviers, le Siège Panama plus à l'Est. Dans le district d'Andenne, les écaïlles suivantes se succèdent du Nord au Sud : Massifs du Nord, de Marsinne, d'Antheit, de Java, d'Andenne. Les trois profils de la Galerie de Java se situent respectivement dans les trois premiers nommés de ces massifs, le profil du Sondage de Java dans le quatrième, les autres profils dans le cinquième; dans ce dernier la répartition est la suivante (toujours d'Ouest en Est) : au Nord : Carrière de Rieudotte, Courte Halerie de Gives; au Centre : Siège Saint-Paul, Sondage de Ben; au Sud : Galerie de Ben. La distance entre les profils extrêmes, Viviers à l'Ouest et Berwinne à l'Est, est d'une centaine de kilomètres.

■

■ ■

P R E M I E R E D I V I S I O N (Planche I)

C y c l e d u t y p e 60 m

compris entre les horizons à

Nuculoceras nuculum et à Hudsonoceras proteum.

La division inférieure, dont il est question ici, présente une base assez floue, puisqu'on y passe d'une suite schisto-calcaireuse sans roches arénacées ("assise de Chokier") à une série où se succèdent cycliquement schistes + sableux et graywackes + gréseuses ("assise d'Andenne").

D'autre part, sur les sept profils étudiés (planche I), il n'y en a que quatre qui atteignent cette base.

La limite supérieure de la division est par contre très nette. Il s'agit de l'horizon marin à Hudsonoceras proteum, qui surgit au-dessus d'une stampe continentale, où abondent les veines, veinettes et sols de végétation et qui comprend des niveaux à beaux végétaux et à faune non marine.

Partant de ces données, il semblerait avantageux de commencer la description de cette première division par le haut. Toutefois, il est logique de faire l'exposé des événements, et par conséquent la description stratigraphique, en partant des niveaux les plus anciens. Aussi abordons-nous les descriptions de cycles en commençant par les plus inférieurs.

Les deux premiers Cycles du type 10 m.

La série schisto-calcaireuse ("assise de Chokier") a été recoupée dans trois profils : Sondage des Viviers, Massif du Nord (Galerie de Java) et Galerie de Ben. Dans le profil du Siège de Baulet, à facies différent, l'horizon à H. beyrichianum a dû être traversé sous forme de niveau à invertébrés marins sans goniatites (biophasse B) et l'horizon sous-jacent, à Eumorphoceras bisulcatum, a été atteint et dépassé.

Nous ne reviendrons pas sur la partie schiste ampélique - calcaire de la base des profils de Java et Ben, puisqu'elle a été décrite en détail dans un autre travail (1968), consacré aux cycles du genre : phase argileuse, phase argilo-calcaire (ou marneuse), phase calcaire, qui sont constamment marins et où les goniatites et les posidonielles sont les fossiles dominants.

Au sondage des Viviers la succession comprend, dans un ordre qui n'a pas été précisé dans le détail, schistes, roches d'aspect marbre noir, calcaire crinoïdique; on y a relevé des biophases : à la base B et D, puis plus haut les quatre phases A, B, C et D. La seule biophase A reconnue, avec Homoceras diadema, correspond vraisemblablement à l'une des plus hautes biophases A du massif du Nord, où règne Homoceras beyrichianum. On sait que ces deux formes d'une même espèce coexistent au même niveau.

Au siège de Baullet les niveaux à biophase B qui correspondent aux niveaux à H. beyrichianum présentent un faciès exceptionnel. Ce sont des schistes sableux foncés et des graysackes sombres, qui témoignent d'un constant apport terrigène assez grossier. Ce n'est qu'à la base qu'il y a des schistes alunifères foncés; ceux-ci passent vers le bas au schiste à Eumorphoceras.

En poursuivant vers le haut l'examen des colonnes relatives au massif du Nord et à la galerie de Ben, on rencontre la première séquence du genre de celles qui caractériseront tout le terrain namurien restant, et qui font plus particulièrement l'objet de ce travail, c'est-à-dire des séquences où les dépôts se suivent dans l'ordre ascendant suivant : a phase argileuse, b phase argilo-sableuse, c phase sableuse, d phase sablo-argileuse, e phase palustre (sol de végétation et charbon).

Dans les profils que nous analysons il est difficile de tracer une limite inférieure significative à cette première séquence du genre argile-sable. On pourrait songer à la faire passer au sommet du dernier banc calcaire et séparer ainsi nettement les cycles argile-calcaire

des cycles argile-sable. Mais on sait que les cycles du premier genre se produisent sous des conditions chimico-physiques, les autres sous des conditions purement physiques toutes différentes. Les deux genres de cycles doivent par conséquent être ~~traités~~ - même s'ils interfèrent- indépendamment l'un de l'autre, puisqu'ils se sont formés en vertu de causes indépendantes. Dans le cas présent, les cycles chimiques sont des intercalations dans la phase a du premier cycle détritique. Ce dernier ne commence donc pas là où la teneur en calcaire cesse; les cycles chimiques ne sont, au contraire, que des parties du premier cycle détritique. Les couches calcarifères doivent donc être considérées comme des éléments de la phase a de celui-ci.

Dans le massif du Nord, la partie du cycle II qui se situe au-dessus des séquences ampélitiques et calcarifères, mesure 430 cm. Elle débute par une longue suite argileuse non calcareuse, formée de 320 cm de schiste gris noirâtre avec biophase D; la culmination granulométrique apparaît ensuite sous forme d'un banc de schiste très sableux de 32 cm; elle est suivie d'une phase de retour de 80 cm où la grosseur du grain diminue progressivement et où s'aperçoivent des radicelles implantées, ébauche d'un premier sol de végétation, qui n'est surmonté que d'une passée de veine.

Dans la galerie de Ben, la partie du cycle II qui se situe au-dessus des cycles chimiques, mesure 1 640 cm et est donc beaucoup plus longue qu'au Nord. La suite argileuse est très importante : 1 050 cm de schiste gris ~~rouge~~ noir ou noirâtre, avec biophases D plusieurs fois répétées et même une biophase E, isolée. La phase à granulométrie culminante est amenée ici plus graduellement qu'au Nord : en fait une courte phase b précède une courte phase c comprenant deux bancs de graywacke. Enfin une phase de retour d, de 170 cm, avec, au sommet, des radicelles à plat (non nettement enracinées) termine la séquence. Dans les phases b, c et d, la teneur en sable oscille fortement, de sorte qu'il y aurait moyen de subdiviser ce tronçon en cycles d'ordre subalterne : un cycle avec barre en tête (Dachbankzyklus), un rythme II⁵

avec barre en tête (Dachbankrhythmus), un cycle symétrique II^6 , dont le point culminant se situe sous le milieu. A remarquer que dans ce profil, aussi bien que dans celui du Nord, il n'y a plus trace de fossiles animaux dès l'installation de la phase b; c'est là une constatation très générale.

Au sondage des Viviers, la suite se présente de la même manière : après le schiste noir avec biophases B, A, D, A, schiste devenant gris avec biophases D et C. Mais en l'absence d'une mention de roches sableuses, il n'est pas possible de délimiter des cycles ⁽¹⁾ dans cette longue suite argileuse, ni vers le haut, ni vers le bas.

Nous tenons à faire remarquer ici que le phénomène des cycles non limités par la base doit se manifester là où une région à sédimentation argileuse pure ou prédominante passe dans le domaine de la sédimentation mixte sablo-argileuse. Nous citerons en exemple le bord oriental du Massif Schisteux Rhénan dans la région de Waldeck, où on peut observer dans le Dinantien le passage de la sédimentation cyclique argile-graywacke à la sédimentation purement argileuse au Nord. On peut en dire autant pour le Namurien le plus inférieur de la Ruhr, par exemple sur le chemin de la rive gauche de la Ruhr à Arnsberg (Ruhruferweg).

Au siège de Baulet le profil est, comme déjà vu, plus sableux qu'ailleurs. On pourrait clôturer par la graywacke 26 le deuxième "cycle". Celui-ci pourrait être divisé en quatre rythmes à barre en tête (Dachbankrhythmen II^1 , II^2 , II^3 , II^4 (v. planche I).

Ce n'est que dans la galerie de Hordin et à la Berwinne que le deuxième cycle, très imparfaitement exposé, montre vers le sommet une veinette de charbon.

(1) Il est possible qu'une analyse lithologique plus fine du profil des Viviers aurait conduit à la possibilité d'une division en cycles de sa partie inférieure, cycles qui seraient sans doute malgré tout fort mal individualisés.

Cycle III.

Celui-ci présente de nouveau une bien plus grande longueur dans la galerie de Ben (1 015 cm) que dans le massif du Nord (293 cm).

Dans la galerie de Ben le cycle peut se subdiviser en deux parties, chacune avec biophase D à la base. La subdivision inférieure est très courte (140 cm) et se présente comme un cycle peu différencié : d'abord schiste doux, à nodules de sidérose et Planolites, puis rapidement schiste straticulé à débris végétaux hachés, puis alternance de schiste straticulé et de schiste faiblement sableux straticulé à débris végétaux charbonneux, puis de nouveau schiste plus doux à Planolites alternant avec des schistes très micacés à débris végétaux charbonneux, enfin (phase b) schiste très sableux avec intercalations moins sableuses, à stratification entrecroisée et débris végétaux hachés. Le cycle supérieur est beaucoup plus long (875 cm) mais de nouveau assez peu différencié : après une très courte phase a, il y a une longue série où alternent les schistes faiblement sableux et les graywackes; le point culminant ne se distingue que par une épaisseur un peu plus forte des barres de graywacke; puis la phase d ressemble très fortement à la phase b.

Il est intéressant de signaler ici que, dans le cycle de 10 m n° III, une phase c bien nette n'apparaît pas; au contraire la longue phase b passe sans interruption à la phase d, elle aussi relativement longue. Au sommet, une faible épaisseur de schiste plus doux coiffe la série alternante sus-mentionnées; l'enracinement est mieux marqué ici qu'au sommet du cycle n° II. Enfin un mince banc de grès calcaireux couronne le tout.

A la Berwinne une subdivision en deux parties est aussi possible, mais sans biophase D à leurs bases. La subdivision inférieure se présente comme un cycle de 325 cm mieux marqué qu'à Ben : schiste doux sur 180 cm avec florule bien conservée à la base, barre de graywacke un peu aberrante, schiste sableux passant à une graywacke, schiste à plantes,

les deux derniers termes montrant des racines implantées. La subdivision supérieure, de 245 cm, est aussi, quant à la granulométrie, un peu irrégulièrement cyclique, mais elle montre des radicelles implantées sur pratiquement toute la hauteur et elle est entrelardée de veinettes, passée de veine et schiste à joints charbonneux.

Ici, contrairement à ce qu'on a vu à Ben, le cycle de 10 m fait voir une phase c bien nette.

Dans le massif du Nord, le sommet du tronçon III ne montre aucun enracinement et est, en plus, mal tranché. Le tronçon commence par une phase argileuse de 80 cm, avec biophase E dans la moitié supérieure et se termine par les phases b et d, où s'observent du schiste sableux à nodules calcaires et surtout des schistes très sableux, dans la partie inférieure desquels s'intercalent de minces bancs de graywacke, qui sont à considérer comme des représentants incomplets de la phase c.

Dans la galerie de Hordin, le cycle III, de 460 cm, est à granulométrie croissante : très courte phase a (20 cm), longue phase b (300 cm de schiste sableux), phase c (140 cm de graywacke), et il est coiffé d'une courte phase e (10 cm de veinette schisteuse).

Dans les colonnes relatives au siège de Baulet et au sondage des Viviers, ni ce cycle ni le suivant ne sont distinguables.

Cycle IV.

Dans la galerie de Ben et dans le massif du Nord, il s'agit d'un cycle symétrique, très court à Ben (300 cm), moins court au Nord (487 cm).

Dans le massif du Nord la tranche IV débute par la phase b, soit 182 cm d'une alternance où dominent les schistes très sableux avec, de façon subordonnée, des schistes sableux et, localement, des lits graywackeux, divers niveaux étant calcarifères, soit en disséminations dans la masse, soit en grandes concentrations lenticulaires. 95 cm de grès (quartzite) constitue la phase c; c'est ici qu'apparaît pour la

première fois dans le cadre du cycle de 60 m un véritable grès (quartzite), mais il n'a été observé que dans ce seul profil. La phase de retour d est formée essentiellement de graywacke, straticulée, quartzitique ou micacée, avec une mince intercalation de schiste très sableux. Au sommet s'est implanté un réseau de radicelles et la Derrière Veine (32 cm) couronne le cycle sous forme de phase e.

Dans la galerie de Ben une mince phase a avec biophase E est suivie immédiatement par une graywacke légèrement calcareuse (phase c). Il nous paraît légitime de soupçonner que chaque fois que la phase c-qu'elle soit sous forme de graywacke comme ici ou de grès - surmonte d'une façon bien tranchée et sans intercalation d'une phase b, une phase a d'épaisseur réduite, on se trouve en présence d'un ravinement plus ou moins profond. En faisant le relevé de la galerie de Ben ce phénomène n'a pas été reconnu, mais il est probable que celui-ci peut passer inaperçu dans l'examen de petits affleurements, surtout souterrains. Ce n'est souvent qu'en comparant entre eux divers profils que l'attention est attirée sur de tels ravinements. La phase d, avec radicelles est formée de schistes sableux, à lits de graywacke.

A la Berwinne, le cycle est divisible en trois cycles, dont le premier et le deuxième présentent de minces barres de graywackes dans la phase d, ce qui les rend assez anormaux.

La galerie de Hordin fait voir, comme précédemment, un cycle asymétrique à granulométrie croissante, de 620 cm. La phase a comprend 360 cm de schiste, dont le sommet est déjà perforé de radicelles. La phase b suit avec 200 cm de schiste faiblement sableux à radicelles; enfin la phase c est représentée par une barre de 50 cm de graywacke à rares radicelles visibles.

A Baulet, la phase e est représentée par 10 cm d'escaille sableuse avec lignes de charbon, mais apparemment sans sol à racines in situ.

En ce qui concerne les cycles III et IV, nous attirons l'attention sur le fait que les teneurs en éléments calcareux y sont réparties ir-

régulièrement et indépendamment de la granulométrie, de sorte que des cycles du genre argile-marne-calcaire ne s'y sont pas formés, comme c'est le cas dans la partie inférieure du premier cycle, laquelle est d'ailleurs dépourvue d'intercalations sableuses.

Cycle V.

Dans le massif du Nord, le cycle a 480 cm. La phase a manque sous sa forme typique. 10 cm de schiste sableux y sont suivis de 340 cm de schiste très sableux straticulé (phase b). Il y a ensuite 40 cm de graywacke, quartzitique dans les deux tiers supérieurs (phase c). La phase d est présente à l'état de 68 cm de schiste très sableux, avec radicelles in situ, et la phase e à l'état de charbon barré (18 cm).

Dans la galerie de Ben le cycle est symétrique, mais incomplet, avec phase a, courte phase c (graywacke; ravinement ?), longue phase d et phase e (Dry Veine 75 cm). L'ensemble est parcouru de racines, et vers les deux tiers de la hauteur il y a un lit argilo-charbonneux. A la base, biophase E.

La partie supérieure du cycle V est seule exposée au siège Saint-Paul. Au-dessus de plus de 250 cm de schiste sableux à radicelles autochtones, repose la Dry Veine (78 cm); au-dessus de cette grosse veine, 35 cm de schiste noirâtre très légèrement sableux, très pyritifère et à débris charbonneux, sont encore rangés dans le cycle V, le cycle suivant débutant par un schiste normal à biophase D.

A la Berwinne, le cycle se divise en deux "Dachbankzyklen" d'ordre subalterne.

Le cycle V est le premier qui, dans le cadre du cycle de 60 m, présente une veine de charbon s'étendant sur une aire importante et qui, de plus, a une puissance assez grande, plus grande que celle des veinettes sous-jacentes, dont l'aire d'extension est plus réduite (sauf peut-être celle de la Derrière Veine).

A Hordin il s'agit d'un cycle asypétrique à granulométrie croissante, de 608 cm. D'abord 40 cm de schiste avec biophase D, puis 518 cm de schiste sableux, puis 50 cm de schiste très sableux graywackoïde à radicelles.

Aux Viviers le tronçon correspondant se termine aussi par des roches à radicelles.

Cycle VI.

Il a 473 cm dans le massif du Nord. Une phase a, formée de 145 cm de schiste, gris-noir à la base, avec biophase E sur toute la hauteur, précède la phase b (108 cm) à schiste sableux, puis très sableux, et la phase c avec 50 cm de graywacke. La phase de retour comprend du schiste sableux, puis du schiste normal, tous deux à radicelles, ensuite la Grande Veine de Marsinne (40 cm), puis 60 cm de schiste très sableux - ce qui est exceptionnel - à radicelles, enfin une veinette de 5 cm.

Les 565 cm de la même tranche au siège Saint-Paul s'écartent sensiblement de la succession du massif du Nord : d'abord 25 cm de schistes normaux, avec biophase D, puis 15 cm de schiste faiblement sableux. Vient ensuite, sur 425 cm, une alternance de schiste sableux, de schiste très sableux et de graywacke argileuse straticulée et de rares lits de schiste (phase b), puis 100 cm de graywacke argileuse straticulée formant barre au toit du cycle.

Dans la galerie de Ben le cycle VI comporte une phase de retour d mais sans racine ni veinette. Le cycle, de 760 cm de puissance, est moins sableux qu'à Saint-Paul. Au sommet on peut isoler, dans la phase de retour, un rythme de 135 cm.

A la Berwinne, il y a un cycle beaucoup plus court (292 cm) avec phase c assez haut placée; comme à Ben on peut y distinguer au sommet, dans la phase descendante, un cycle de 37 cm, formé de schiste, schiste très sableux, les deux avec racines implantées, et une veinette de

9 cm.

Le profil de Hordin présente une certaine ressemblance avec celui du massif du Nord. La phase schisteuse a voit déjà apparaître à son sommet des radicelles implantées; puis, après une phase b, une courte phase c, à nombreuses radicelles, introduit la Veine du Calvaire (52 à 62 cm), à laquelle succède, comme dans le massif du Nord, des schistes normaux, puis grossiers, avant qu'on arrive à la base du cycle suivant, avec biophase D.

Au siège de Baulet la stampe correspondant aux cycles V et VI consiste en une suite non subdivisée, de 870cm de schistes sableux,

Alors que le cycle VI dans le profil Saint-Paul est un Dachbank-zyklus avec augmentation peu sensible et peu continue de la teneur en sable, qui ne peut être subdivisé de façon plus détaillée faute de renseignements précis, ce cycle présente à Ben et à la Berwinne une allure un peu moins asymétrique, avec phase c relativement haut placée. Dans les profils du Nord et de Hordin la phase c se situe à un niveau plus bas, quasi médian, ce qui confère au cycle un caractère plus symétrique. Dans trois de ces profils on peut, en outre, isoler au sommet un rythme secondaire, qui mesure 37 cm à la Berwinne, 135 cm dans la galerie de Ben et 200 cm dans celle de Hordin; dans le massif du Nord, les couches correspondantes ne comprennent qu'une phase sablo-argileuse uniforme (schiste très sableux) à racines, surmontée d'une veinette de 5 cm. Quand on examine la constitution d'ensemble du cycle VI dans les profils les mieux étudiés : Nord et Ben, on est frappé par les positions parallèles qu'occupent les deux graywackes de la phase c : au-dessus d'elles il y a comme phase d, dans chaque cas, deux couches à granulométrie décroissante vers le haut, qui ne se différencient que par le fait que dans le massif du Nord elles sont transpercées de racines et recouvertes d'une veine de charbon, ce qui n'est pas le cas à Ben; au-dessus de la veine il y a de nouveau, au Nord, une couche à teneur en sable plus élevée (couche 40), comme il y en a une aussi à

Ben quoique sous forme un peu différente. Cette ressemblance entre les deux profils est d'autant plus remarquable qu'il s'agit des deux profils extrêmes examinés dans le district d'Andenne: le plus septentrional et le plus méridional. Le profil Saint-Paul, quoique situé très près de celui de Ben, présente, au contraire, une allure dissemblable; il faut toutefois se rappeler qu'une partie de ce profil n'a pas été relevée en détail, et que l'analogie avec Ben aurait probablement été plus grande si les deux profils avaient été examinés avec la même minutie; il est possible qu'une des intercalations graywackeuses de Saint-Paul en couche 21 prend la prépondérance sur les autres et correspond à la graywacke 504 de Ben.

En tenant compte de l'allure particulière que présente la partie supérieure du cycle VI, il paraît possible de tenter une corrélation avec le profil du sondage des Viviers. Dans le cycle VI, tel qu'il apparaît sur la colonne relative à ce sondage sur la planche I, la passée de veine médiane est mise en parallèle avec la veine Calvaire à Hordin et la Grande Veine de Marsinne au Nord, tandis que la passée de veine supérieure des Viviers représente la veinette du Nord (qui n'a pas de correspondant à Hordin). La séquence entre ces deux passées de veine aux Viviers (schiste normal qui vers le haut passe progressivement à du schiste faiblement sableux avec racines) correspond alors aux couches 31 et 32 de Hordin et à la couche 40 du Nord. Les schistes avec racines sous la passée médiane aux Viviers sont à mettre en parallèle avec les schistes à racines sous Grande Veine de Marsinne au Nord (mais ces couches schisteuses manquent à Hordin); la mince graywacke sous-jacente aux Viviers n'est autre que la graywacke 38 du Nord et passe à Hordin au schiste sableux immédiatement sous la veine Calvaire; les schistes faiblement sableux sous-jacents aux Viviers représentent la base du cycle VI, tout comme les couches correspondantes à Hordin et au Nord. Le cycle a ainsi aux Viviers une allure subsymétrique analogue à celle qu'il a à Hordin et au Nord.

Des considérations ci-dessus il est possible de tirer quelques déductions paléogéographiques. Les profils Berwinne, Nord, Hordin et Viviers ont dû évoluer morphologiquement plus haut que les profils Saint-Paul et Ben, puisqu'il s'y intercale des épisodes palustres : veinette, Grande Veine de Marsinne, Calvaire et, aux Viviers, passée de veine (et même ici il pourrait y avoir une veinette dont le sondage, comme cela arrive souvent, n'a pu remonter de témoin). On peut en outre soupçonner que le profil Saint-Paul s'est développé morphologiquement un peu plus bas que celui de Ben, puisque le premier comporte une biophase D, qui fait défaut dans le second; ceci est à confronter avec la présence d'une biophase E dans le massif du Nord. Il se fait donc que dans le district d'Andenne la Grande Veine de Marsinne (massif du Nord) se réduit à rien vers le Sud. Il est intéressant de noter que, sur la base de nos considérations stratinomiques, la Grande Veine de Marsinne (massif du Nord) n'est pas la Dry Veine (Saint-Paul et Ben); cette dernière occupe une place correspondante dans le cycle immédiatement sous-jacent. Tout en étant l'équivalente de la veine Calvaire (Hordin), la Grande Veine de Marsinne ne correspond pas non plus à la veine Fort d'Orange (La Plante), qui se situe de façon similaire dans un cycle voisin sus-jacent (voir planche II). Nous observerons plus loin un décalage semblable entre la Petite Veine de Marsinne (massifs du Nord et de Marsinne) et la veine Six Mai (Saint-Paul, sondage et galerie de Ben).

Cycle VII.

Dans le massif du Nord le cycle VII a, par suite de l'entrée en scène dans sa partie supérieure de trois cycles d'ordre subalterne, une allure irrégulière en ce sens que la phase b présente une teneur en sable variable et que la phase c est rendue atypique par l'intercalation de couches à granulométrie moindre entre les bancs de graywacke. Les trois cycles d'ordre subalterne laissent subsister dans la partie inférieure du cycle de 10 m, un Dachbankzyklus de 5 m de puissance à teneur

peu élevée en sable. Ce cycle partiel (ou "résiduel") comprend ainsi la plus grosse partie de la phase a du cycle d'ordre supérieur. Dans le détail les quatre subdivisions du cycle majeur (de 890 cm de puissance) se présentent comme suit : la première subdivision (= cycle "résiduel") comprend 30 cm de schiste d'abord noir, puis gris-noir à biophase C, 70 cm de schiste gris doux, 400 cm de schiste sableux; la deuxième subdivision, qui est un cycle presque symétrique d'ordre mineur, mesure 140 cm, dont le premier quart en schiste gris, le deuxième en schiste sableux, le troisième en schiste très sableux, le quatrième en schiste un peu moins sableux; la troisième subdivision est un Dachbankzyklus de 148 cm de puissance : schiste normal, schiste sableux straticulé, graywacke argileuse straticulée, graywacke normale; enfin la quatrième subdivision est un "Dachbankzyklus", de 102 cm de puissance mais d'allure irrégulière : la première moitié en schiste très sableux straticulé, puis le reste en graywacke avec une intercalation de schiste très sableux straticulé.

Du point de vue génétique, nous pensons qu'on peut dire que, dans le cas du cycle qui nous occupe, le (ou les) facteur (s) qui a (ont) conditionné les trois cycles d'ordre subalterne, a (ou ont) dérangé le déroulement normal du cycle de 10 m. Ces facteurs perturbateurs ne se sont pas fait sentir dans la moitié inférieure du cycle de 10 m (jusques et compris les 400 cm de schiste sableux). Envisagée de cette façon cette partie inférieure, de 5 m de puissance, est, à la vérité, un cycle d'ordre subordonné dans le cadre du cycle de 10 m, mais, génétiquement, elle a une autre signification que les trois cycles surincombants, en ce sens qu'elle ne représente qu'un reliquat qui ne peut être subdivisé plus finement. Cette manière de se subdiviser des phases c et d des cycles de 10 m en cycles (ou rythmes) d'ordre subalterne constitue d'ailleurs la règle. Il arrive moins fréquemment que les autres phases (b et plus rarement a) se résolvent aussi en cycles d'ordre mineur.

Au siège Saint-Paul, le cycle VII, de 996 cm de puissance, n'a malheureusement pas été levé en détail; les 700 premiers centimètres ne

sont décrits que comme schiste sableux à intercalations de schiste assez doux. Y succèdent des schistes assez sableux à Stigmaria autochtones, avec un mince banc de graywacke à la base et une assez grosse barre de graywacke avec radicelles au sommet (phase c), puis des schistes à radicelles (phase d). La phase e est représentée par deux veinettes (de 8 et 2 cm respectivement) séparées par 115 cm de schiste, en majorité faiblement sableux, avec radicelles. Cette partie sommitale du cycle est très analogue à celle (phase e) du cycle VI dans le massif du Nord. Très semblable aussi est la phase e du cycle VII dans la galerie de Ben, comme nous allons le voir. A Saint-Paul, la partie haute du cycle VII est divisible en deux cycles d'ordre subalterne de 167 et 117 cm de puissance.

Dans la galerie de Ben, le cycle (665 cm) montre un développement quasi symétrique, mais sans bancs très grossiers. La biophase C a été observée au passage du schiste argileux à du schiste très faiblement sableux. Vient ensuite une alternance de schistes faiblement sableux et de schistes sableux, comprenant deux couches de schistes normaux, le tout avec radicelles. La phase e est représentée par deux veinettes (de 12 et 1 cm respectivement) séparées par 89 cm de schiste à radicelles. Le cycle peut être subdivisé en trois cycles d'ordre subalterne : à la base un Dachbankzyklus de 410 cm, qui est à concevoir comme un "cycle résiduel" dans le sens défini ci-dessus; puis un cycle presque symétrique de 165 cm; enfin un petit cycle de 90 cm. Il semble bien que le tronçon inférieur, de 112 cm, au siège Saint-Paul, corresponde aussi à un "cycle résiduel", mais qui n'apparaît pas sous forme cyclique à cause du manque d'indications précises.

En conséquence de ce qui précède, les cycles d'ordre subalterne des trois profils : Nord,, Saint-Paul, Ben, peuvent être mis en parallèle de la façon suivante, de haut en bas (cycles définis par leur puissance) :

<u>Nord.</u>	<u>Saint-Paul.</u>	<u>Ben.</u>
102	117	90
148	167	165
140	?	---

Il est remarquable de constater ici que les deux veinettes de Ben et Saint-Paul disparaissent complètement vers le Nord, y compris la presque totalité des couches à radicelles; seules subsistent les traces de Stigmaria du banc de graywacke de 25 cm qui couronne le cycle de 10 m dans le massif du Nord.

A Hordin, la tranche correspondant au cycle VII se réduit à un rythme, comprenant 475 cm de schiste gris et 105 cm de schiste sableux. A la base, il y a des Planolites (biophase D) et des tubes chitineux qui pourraient être des Sphenothallus, ce qui indiquerait la présence de la biophase B.

Aux Viviers, le cycle VII est fortement réduit tant en puissance qu'en granulométrie. Epais de 220 cm, il est constitué de schiste noirâtre, de schiste sableux à paille hachée représentant le point culminant, de schiste bondé de débris végétaux et à radicelles (branche de retour) ne supportant qu'une passée de veine.

On peut voir ici comment un cycle du type 10 m (à Saint-Paul il a 9 m 96) passe, par réduction progressive de puissance (8 m 90 au Nord, 5 m 80 à Hordin), à un cycle de 2 m 20, lequel - pris isolément - n'aurait été admis qu'avec difficultés dans la catégorie du type 10 m. Et pourtant, l'allure de la succession des couches aux Viviers depuis le cycle VI jusqu'au cycle VIII indique que le cycle réduit ne peut faire partie ni du sixième ni du huitième cycle; au contraire, même en ne considérant que le seul profil des Viviers, on arrive à l'impression qu'il s'agit ici d'un cycle réduit autonome. La confrontation avec les profils plus orientaux a confirmé cette impression. En rapport avec ce qui précède, il est intéressant d'attirer l'attention sur le fait que le cycle partiel de 180 cm, dont il a été question lors de la dis-

cussion du cycle VI au Viviers, et le cycle susjacent de 220 cm n'ont pas, malgré une allure et une puissance plus ou moins analogues, une même valeur stratinomique. Le premier s'est révélé par comparaison n'être que le cycle supérieur subalterne d'un cycle de 10 m, le second, au contraire, comme un cycle autonome du type 10 m mais à forte réduction de puissance.

Cette comparaison montre qu'il faut disposer de profils parallèles régionaux pour pouvoir attribuer une signification exacte à de tels tronçons cycliques réduits; que, par conséquent, il n'est pas toujours possible de fournir un schéma valable de la valeur stratinomique d'un profil. Si l'allure constatée aux Viviers se développait, dans une direction pour laquelle il n'existe pas de profils, de la même façon qu'elle s'est développée d'Andenne aux Viviers, on pourrait s'attendre à y trouver une réduction encore plus grande des deux tronçons envisagés, de sorte que, en fin de compte, le cycle VII ne représenterait plus qu'une partie du cycle VI. C'est là un exemple de la manière dont, lors d'une succession de couches non cycliquement ordonnable au sein d'un cycle d'ordre plus élevé (ici cycle de 10 m), peut naître un cycle indépendant d'ordre supérieur. On constatera de telles conditions sans doute le plus souvent quand une succession peu épaisse de couches passe régionalement à une succession plus puissante (par exemple du double).

A l'extrémité opposée de notre région d'étude, la vallée de la Berwinne fait voir un cycle de 980 cm, donc de longueur très voisine de celle du cycle VII à Saint-Paul. Il s'agit à la Berwinne d'un cycle régulier presque symétrique mais ayant sa phase c rejetée très haut. La phase a, de 530 cm, débute par du schiste assez foncé avec biophase C, passe rapidement à du schiste gris, puis à du schiste faiblement sableux. La phase b consiste en 300 cm de schiste sableux à bandes de graywacke et la phase c en un banc de graywacke de 70 cm avec intercalations de schiste sableux, à radicelles. La phase d, de 60 cm, est formée de schiste d'abord faiblement sableux, puis passant graduelle-

ment au schiste normal, toujours à radicelles; la phase e est présente sous forme d'une veinette de 20 cm.

Par rapport au cycle VI, les conditions paléogéographiques se sont quelque peu modifiées au cycle VII. Alors qu'au cycle VI le profil le plus nordique du district d'Andenne débutait par une biophase E à faune non marine, le cycle VII commence par une biophase C à Lingules. Des Lingules se rencontrent aussi à Ben, dans le profil le plus méridional de ce district, mais ici à quelque distance de la base du cycle VII. Comme le profil Saint-Paul n'a pas été épluché en détail à la hauteur de la jonction des cycles VI et VII, on ne peut rien tirer de l'absence de mention d'une biophase à la base du cycle VII. A Hordin, le caractère de la base est d'un degré moins marin (biophase D). En dehors des Viviers (et peut-être de Saint-Paul) la nature de la base est donc toujours faiblement marine, y compris à la Berwinne. Ces bases se trouvaient donc toutes à peu près en même position morphologique. Au sommet, cela n'est plus le cas, car s'il existe deux veinettes à Ben et à Saint-Paul et une veinette relativement épaisse à la Berwinne, il n'y a plus qu'une passée de veine (ou une petite veinette non reconnue par la sonde) aux Viviers, et rien dans le massif du Nord (traces ? flottées de Stigmara) et à Hordin. Ces deux derniers points se situaient donc en dehors de la zone marécageuse.

C y c l e V I I I .

Ce cycle appartient dans les quatre profils : massif du Nord, siège Saint-Paul, galeries de Ben et de Hordin, au type des cycles de 4 m si on ne tient compte que de la puissance. Du point de vue facies, il s'agit d'un cycle de 10 m, comme le montre, par exemple, le profil du massif du Nord : à la base, schiste à biophase C, au sommet, phase e bien développée. Un vrai cycle de 4 m se cantonne presque toujours dans un même facies (cf. cycle VII du même profil).

Massif du Nord, 410 cm. D'abord 90 cm de schiste argileux, puis faiblement sableux, straticulé, avec biophase C; puis 170 cm de schiste très sableux, pour la plus grande partie straticulé et à radicelles implantées, couronné par un très mince lit de charbon; puis alternance sur 150 cm de schiste très sableux à radicelles autochtones et de schiste noir, charbonneux ou à lits de charbon, et à abondants débris végétaux.

Siège Saint-Paul, cycle de 274 cm, très régulièrement édifié, commençant par 40 cm de schiste noir, à nombreux débris végétaux, se poursuivant par du schiste sableux à radicelles (110 cm), et se terminant par une graywacke à radicelles (120 cm), couronnée par une mince veine.

Galerie de Ben, cycle de 265 cm, pratiquement identique à celui du siège Saint-Paul mais avec granulométrie plus fine.

Galerie de Hordin, cycle de 320 cm, comprenant un mince lit de schiste grossier noirâtre, puis des schistes gris perforés, sur la moitié de leur épaisseur, de radicelles mais ne supportant qu'une passée de veine.

Au siège de Baullet, il est de nouveau impossible de départager les cycles VII et VIII. La succession qui leur correspond est représentée comme un simple cycle à granulométrie croissante, se terminant, comme à Saint-Paul, par une graywacke à radicelles.

Le sondage des Viviers fait voir à ce niveau un cycle de 515 cm, encombré de radicelles sur plus de la moitié de sa hauteur. Contrairement aux divisions sous-jacentes, à passées de veine très rapprochées, ce cycle est assez solidement bâti, avec phases a, b, c, d et passée de veine; la phase c est prédominante en épaisseur mais a une allure peu caractéristique, puisqu'il n'apparaît que de minces lits et lentilles graywackeuses insérés dans des schistes peu sableux.

A l'extrémité opposée, la vallée de la Berwinne fait voir un tronçon réduit à sa plus simple expression, puisqu'il consiste en une barre de graywacke de 42 cm insérée entre le niveau marin à Hudsonoceras proteum, qui inaugure le cycle I de la division suivante, et la veinette de 20 cm qui clôture le cycle VII. Nous sommes donc ici en présence du passage d'un cycle, du type Dachbankzyklus très réduit mais bien charpenté à Saint-Paul (274 cm) et à Ben (265 cm), à un tronçon qui ne comporte plus que le Dachbank du cycle. En poussant encore plus loin la réduction, le tronçon correspondant au cycle disparaîtrait complètement, comme c'est peut-être le cas à Baulet pour le cycle VIII. D'autre part, il semble possible d'admettre qu'entre Ben et la Berwinne il y ait place pour des régions où le tronçon n'est réduit qu'à un rythme; on aurait ainsi une succession latérale comprenant cycle de 10 m, cycle réduit, rythme, banc solitaire, néant.

TABLEAU : Comparaison du point de vue stratigraphique des cycles VIII des trois profils du district d'Andenne.

<u>Phases</u>	<u>Nord</u>	<u>Saint-Paul</u>	<u>Ben</u>
<u>e</u>	longue et variable (1)	une veinette sur enracinement profond.	une veinette sur enracinement très profond.
<u>d</u>	manque	manque	manque
<u>c</u>	manque	bien développée	existe comme point culminant sous facies de la phase <u>b</u>
<u>b</u>	relativement longue	bien développée	existe comme branche ascendante sous facies de la phase <u>a</u>
<u>a</u>	bien développée	présente	présente

(1) comparable - quoique sous forme modifiée - à la phase e du cycle VI dans le même massif et à celles du cycle VII à Saint-Paul et à Ben, tous dans le district d'Andenne.

On verra en ce qui concerne la galerie de Ben que, malgré l'absence de couches à forte granulométrie, on y distingue nettement un Dachbankzyklus grâce à l'accroissement de bas en haut de la grosseur des grains.

Le cycle VIII est le plus court de tous ceux qui ont été examinés jusqu'ici. Il est suivi d'une incursion marine importante. Or on observe souvent que les cycles qui précèdent immédiatement de telles incursions présentent une puissance réduite.

Le seul profil qui ait révélé une biophase à la base de ce court cycle VIII est celui du massif du Nord (biophase C).

Cycle du type 60 m.

C'est à la galerie de Ben que le cycle du type 60 m est le mieux charpenté et aussi le plus long si on ne tient compte que des profils entiers. On distingue nettement sur la colonne relative à cette galerie les trois divisions d'un cycle de 60 m : longue phase argileuse inférieure α , se terminant au premier banc de graywacke (n° 559) et qui renferme la biophase A sur une grande hauteur à la base, puis une longue suite à biophases D et E; phase sableuse médiane β , s'étendant jusqu'à environ le banc n° 501, avec sporadiquement biophase E, abondance de sols de végétation et présence d'une veine de charbon exploitable (Dr. Weine); phase argileuse supérieure γ , comportant une incursion marine, de profonds sols de végétation et trois minces veinettes de charbon.

Au siège Saint-Paul, cependant très voisin, la phase supérieure γ est plus sableuse qu'à Ben, de sorte que tout le tronçon figuré paraît appartenir à la phase sableuse médiane.

Dans le massif du Nord l'ensemble du profil est plus sableux aussi, à l'exception de la phase argileuse inférieure α , qui est relativement courte mais montre, comme à Ben, la superposition des biophases D et E à la biophase A (avec intercalations de C). Au-dessus de la

couche (n° 25 c) à biophase E, commence la phase sableuse médiane β qui, tout comme à Ben, fait voir la biophase E sporadiquement, plusieurs sols de végétation et trois veinettes d'une certaine épaisseur. A partir du cycle VII la suite devient moins sableuse mais reste nettement plus arénacée qu'à Ben; les sols de végétation et les minces veinettes se succèdent à environ la même cadence qu'à Ben.

Dans la galerie de Hordin et au siège de Baullet, la teneur en sable de la base des profils est élevée et cette base n'y présente pas l'aspect habituel de la phase inférieure des cycles de 60 m. A Hordin le profil entier se présente comme un Sohlbankzyklus (du type 60 m) ou cycle asymétrique à granulométrie décroissante vers le haut ⁽¹⁾. A Baullet le Sohlbankzyklus (du type 60 m) est moins régulier mais sa base est plus massive, plus sableuse qu'à Hordin. Ces deux profils se situent à proximité du Massif du Brabant, où il semble bien qu'il faille chercher la source du sable.

D'autant plus qu'au sondage des Viviers la suite est presque entièrement schisteuse, avec cependant un partage en trois unités bien marquées : très longue phase argileuse inférieure α , avec biophases marines A, B, C et D plusieurs fois récurrentes, et tout au sommet une seule biophase non marine E; courte phase médiane β , relativement peu sableuse, avec entassement de sols de végétation et de passées; phase supérieure γ à peine moins sableuse que la précédente avec un profond sol de végétation au sommet. Il y a ainsi aux Viviers un certain décalage vers le haut des phases du cycle de 60 m, décalage qui est conditionné par la persistance dans la phase α du grand cycle, d'influences marines qui restent perceptibles jusque vers le milieu de cette phase.

(1) Il y a cependant lieu de ne pas perdre de vue que le profil de Hordin est incomplet à la base.

A l'autre extrémité, le profil de la Berwinne présente un aspect différent : phase médiane β bien marquée, limitation des sols de végétation et des veinettes à cette phase médiane β , phase supérieure γ à intercalation nettement marine (biophase B à la base).

Il convient d'attirer l'attention sur le fait que, dans le cycle de 60 m qui nous occupe, le stade de la formation du grès (quartzite) n'est que très rarement atteint, notamment : au quatrième cycle dans le seul massif du Nord. Nous verrons que dans d'autres cycles de 60 m, et plus particulièrement dans le cycle de la planche III (compris entre les horizons marins à Reticuloceras spp. et R. bilingue), les grès (quartzites) sont plus fréquents et plus étendus et répartis dans plusieurs cycles de 10 m. D'une façon générale, le cycle de 60 m qui nous occupe ici est dominé par une sédimentation argileuse, de telle sorte que la culmination granulométrique des cycles de 10 m ne correspond souvent qu'à des schistes plus ou moins sableux, et que même dans la phase γ du cycle de 60 m, laquelle est généralement caractérisée par une proportion notable de couches de grain grossier, les composants très sableux ne jouent pas un rôle primordial.

Des diverses considérations qui précèdent on déduit que le cycle de 60 m que nous analysons comporte dans son ensemble les caractères suivants :

- a) La fréquence des veines, veinettes et passées de veine est grande dans la phase sableuse moyenne β . Dans certains profils cette fréquence dépasse même largement celle de la phase supérieure γ .
- b) Cette phase moyenne β n'est jamais le lieu d'incursions nettement marines.
- c) Les cycles VII et VIII présentent les caractéristiques des derniers cycles de 10 m d'un ensemble du type 60 m, cycles qui précèdent donc une transgression marine importante; en effet ces deux cycles sont souvent courts, ont fréquemment des bases à biophase C ou D et des sommets à racines et veinules.

D E U X I E M E D I V I S I O N (Planche II)

comprise entre l'horizon à

Hudsonoceras proteum et une bande à Reticuloceras spp.

Première moitié (Cycles I - IV) : comprise entre les horizons à Hd. proteum et à Homoceratoides prereticulatus.

Cette première moitié s'ouvre sur une transgression marine qui a abandonné, sur une très mince épaisseur, des goniatites dans la Berwinne (Hudsonoceras proteum) et dans le massif du Nord (cf. Hd. proteum), des lingules puis des lamellibranches marins à Hordin, des lingules à Baullet, des Planolites ophthalmoides aux Viviers et à Saint-Paul. Il est à noter que la suite de la galerie de Ben, peut-être située à distance de la terre ainsi que le laisserait supposer son facies à prédominance argileuse, n'a pas fourni de fossiles. Ceci est à rapprocher du fait que sa voisine immédiate, celle du siège Saint-Paul, n'a non plus livré que des Planolites. Par contre, ce sont les bases des profils les plus rapprochés du Massif du Brabant actuel, le massif du Nord et la galerie de Hordin, qui ont le caractère le plus marin dans la région autour de Namur.

Le profil dans lequel la suite de terrains au-dessus de cet horizon est la mieux mise en évidence est celui de la galerie de Ben. Cette suite se divise en quatre tronçons, dont trois cycles (I-II-III) bien charpentés, plus ou moins symétriques et clôturés par une veine ou une passée de veine, et un quatrième tronçon (IV) acyclique, que couronne un nouvel horizon marin.

Cycle I.

Dans la galerie de Ben c'est un cycle symétrique, avec phase c non caractéristique du fait que la plus forte teneur en sable ne se présente que sous forme de schistes sableux et que les distinctions

granulométriques sont très peu marquées, et avec longue phase d, coiffée par une veinette de 20 cm.

Au siège Saint-Paul, il s'agit d'un Dachbankzyklus, couronné par une puissante phase c et sans veinette ni sol de végétation. Ce cycle de 490 cm, débute par une courte lithophase a avec biophase D et se poursuit par une assez courte lithophase b encore avec biophase D à la base.

Dans le massif du Nord, la limite supérieure du cycle est beaucoup moins bien tranchée qu'à Ben et à Saint-Paul. Epais de 420 cm, il s'ouvre par un lit de 3 cm de schiste très noir, à biophase A, qui passe vers le haut à du schiste gris foncé à végétaux (12 cm); puis à du schiste faiblement sableux (360 cm), à biophase D, et il s'achève par 45 cm de schiste plus sableux. La teneur en sable est donc beaucoup moins forte qu'à Saint-Paul.

La galerie de Hordin fait voir un cycle encore plus réduit, de 345 cm, presque parfaitement symétrique : 17 cm de schiste noir avec biophase C, 175 cm de schiste normal avec biophase B, 60 cm de schiste sableux, 80 cm de schiste normal à radicelles, 3 cm de veinette; couronnant ce développement symétrique, il y a une barre de 10 cm de schiste très sableux graywackoïde.

Au siège de Baulet nous avons affaire à un tronçon de puissance plus normale : 665 cm, mais il est presque réduit à l'état de rythme : 70 cm de schiste à biophase C, 580 cm de schiste normal, avec radicelles dans la partie supérieure, 15 cm de graywacke à radicelles qui, à cause de leur situation stratigraphique, sont à mettre en parallèle avec les 10 cm de schiste très sableux graywackoïde de Hordin. Il y a même à Baulet une fine lame de charbon brillant sur la graywacke.

A La Plante, seule la partie supérieure du cycle est exposé. Par sa teneur en sable elle se rapproche de celle de Saint-Paul, mais par la présence d'une phase d, d'une veinette et d'un sol de végétation, elle montre des affinités avec celles de Hordin et de Ben. Il est pos-

sible que le cycle se poursuit vers le bas jusqu'à la veine Fort d'Orange; dans ce cas il aurait une puissance de 670 cm.

A la Berwinne le tronçon I se réduit à un rythme de 276 cm, comprenant 6 cm de schiste noirâtre à biophase A renfermant l'espèce guide Hudsonoceras proteum et 270 cm de schiste faiblement sableux irrégulièrement straticulé.

Cycle II.

Dans la galerie de Ben, c'est un bel exemple de Dachbankzyklus, chapeauté par une veine de houille exploitable (Six Mai), sans intercalation de la phase de retour d et exhibant à la base une biophase B surmontée d'une biophase C. Ce cycle n'a toutefois que 350 cm de puissance et nous verrons que dans les autres colonnes le tronçon correspondant a aussi la forme d'un cycle du type 4 m.

Au siège Saint-Paul, on retrouve le même Dachbankzyklus, aussi régulier quoique nettement plus sableux, et le même chapeau (Dry Veine). Puissance 440 cm.

Dans le massif du Nord, le tronçon correspondant a 425 cm de puissance et peut être subdivisé en deux parties : un cycle quasi symétrique de 310 cm, comprenant 90 cm de schiste faiblement sableux, 45 cm de schiste très sableux, 85 cm de graywacke et 90 cm de schiste très sableux, le tout étant straticulé et le sommet renfermant des radicules peu abondantes; un second cycle aussi quasi symétrique mais plus court (115 cm), formé de schiste sableux straticulé (30 cm), graywacke (25 cm), graywacke straticulée (30 cm), schiste à lits charbonneux (30 cm), le tout avec radicules autochtones. La veine exploitée plus au Sud est donc devenue un schiste à lits de charbon.

Dans le massif de Marsinne les lits de charbon et le sol de végétation ont disparu. Il s'ensuit que la frontière entre les cycles II et III ne peut être tirée de façon aussi précise, d'autant plus qu'une phase a bien typique manque : la partie supérieure du cycle II est un exem-

ple bien marqué de phase de retour d dont les types de roches constituantes ressemblent fortement à celles des couches susjacentes. Pour essayer de la placer nous allons tenter une corrélation banc par banc avec le massif du Nord en partant de la Petite Veine de Marsinne :

<u>Massif du Nord.</u>	<u>Massif de Marsinne.</u>
Petite Veine de Marsinne	Petite Veine de Marsinne.
60c - a	81c - a
59 - 58d	80
58c	79
58b - a	78
57b - a	77
56	76c
55c	76b - a - 75
55b	74

Quoique la limite des cycles passe, au Nord, entre les couches 58a et 58b, nous la faisons passer, à Marsinne, à la base de la couche 78 et non au milieu.

Quant à la base du cycle II à Marsinne, elle doit être très proche de la base de la colonne, qui correspond à une faille (faille de Marsinne); cela donnerait à ce cycle une puissance peu supérieure à 400 cm.

A La Plante, le cycle II, de 351 cm, parfaitement symétrique, comprend une longue phase médiane, de 220 cm, composée uniformément de schiste sableux straticulé, qui représente granulométriquement la lithophase b - d. Elle est précédée d'une courte phase a (50 cm de schiste normal, straticulé vers le haut) et suivie d'une relativement courte phase de retour (70 cm de schiste faiblement sableux, puis normal). Une veinette de 11 cm constitue la phase e et les radicelles pénètrent très profondément jusqu'au sommet de la phase a. A la base existe pourtant une biophase D (E) (assez abondants Planolites ophthalmoides avec

Naiadites et cf. Curvirimula).

Dans la galerie de Hordin, le cycle n'a que 170 cm d'épaisseur : 43 cm de schiste normal surmontés de 127 cm de schiste faiblement sableux. La phase e n'est représentée que par une passée de veine soulignée par une forte épaisseur de sol à radicelles.

La situation est tout à fait semblable au siège de Baulet : 50 cm de schiste écailleux pétri de débris végétaux avec mince lit de charbon, surmontés par 80 cm de schiste gris à radicelles; ce qui ne donne que 130 cm d'épaisseur.

Dans la vallée de la Berwinne, le cycle a 345 cm d'épaisseur dans lesquels 340 cm de schiste argileux, puis sableux sont couronnés par 5 cm de graywacke.

Le cycle II est un bel exemple de la manière dont un cycle du type 10 m peut se retrécir jusqu'à une minceur de 130 cm sur la distance comprise entre le district d'Andenne et Baulet. Dans la même direction, il y a d'ailleurs aussi abaissement de la teneur en sable : dans le massif du Nord la granulométrie atteint celle de la graywacke, vers l'Ouest elle diminue progressivement en passant par le schiste sableux comme maximum de granulométrie à La Plante, et le schiste faiblement sableux à Hordin, jusqu'au schiste normal à Baulet. Il est probable que si on avait pu suivre le cycle plus loin encore vers l'Ouest, la tendance générale à la réduction aurait persisté, de sorte que le tronçon aurait été encore plus réduit, par exemple par disparition de la couche inférieure (schiste écailleux) de Baulet. Il ne subsisterait alors qu'une couche de schiste à radicelles bornée à la base et au sommet par une veinette ou passée de veine; nous aurions alors un tableau analogue à par exemple celui du tronçon au-dessus de la veinette du cycle VII de la Première Division à Ben et à Saint-Paul. On voit ainsi comment un cycle du type 10 m peut, par réduction successive, arriver à être lié à un cycle sous-jacent et comment, par la seule observation du développement anormal du sommet de ce dernier, on peut conclure à la suppres-

sion d'un cycle autonome. Il n'est donc peut-être pas téméraire de présumer que le tronçon comparable du cycle VII déjà cité passerait latéralement, dans une direction où il n'y a pas d'affleurements examinés, à un cycle autonome plus ou moins bien développé.

Cycle III.

Ce cycle s'ouvre de nouveau sur une transgression marine assez générale semblable en importance à celle de la base du cycle I, mais sans goniatites. On rencontre, en effet, la biophase B à l'Ouest (Brachiopodes articulés à La Plante, Gastéropodes à Hordin), et sporadiquement au centre (Gastéropodes à Saint-Paul), et la biophase C sporadiquement au centre (Lingules à Ben). Contrairement à ce que nous avons vu pour la transgression du cycle I, c'est cette fois le Sud du bassin d'Andenne qui montre un caractère nettement marin. Dans le district d'Andenne les conditions se sont donc modifiées depuis la fin du cycle précédent. A ce moment il régnait un milieu palustre au Sud où se formaient les dépôts tourbeux qui ont constitué par la suite la veine Six Mai, tandis qu'au Nord le milieu était fluviatile ou lacustre, donc relativement plus profond. La mer a pénétré là où s'étalait le plat pays tourbeux en voie de tassement rapide, mais n'a pas atteint les régions nordiques à sol sableux beaucoup moins soumis à la compaction. Une telle "inversion de relief" a été constatée maintes fois sur les bords de la mer du Nord dans les dépôts holocènes lors des incursions marines d'âge dunkerquien.

Le cycle III a généralement une puissance plus grande que le cycle inférieur II; ceci est en rapport avec la nature marine que présente sa base en plusieurs endroits. Là où la base n'est pas marine, le cycle peut être beaucoup plus réduit (Nord, Marsinne, Berwinne).

Dans la galerie de Ben, la puissance est de 635 cm et le cycle est symétrique, avec phase d un peu plus longue que les phases a + b. Le cycle se termine par un important sol de végétation, qui n'est pas

coiffé d'une veinette, mais il est possible que celle-ci a existé et a été érodée par le courant dans lequel s'est déposée la graywacke surincombante. Cette graywacke vient en tout état de cause perturber le déroulement stratigraphique normal de la succession cyclique. Faut-il rattacher cette graywacke au cycle III ou au cycle IV ? Par comparaison avec le profil très voisin du sondage de Ben, où le cycle III s'achève en un banc de graywacke, assimilable à celui de la galerie de Ben, nous avons adopté la première solution. Rappelons qu'un cas analogue s'est présenté à la terminaison du cycle I dans les profils de Bulet (situation comparable à celle au sondage de Ben cycle III) et Hordin (situation comparable à celle à la galerie de Ben cycle III). Un autre exemple quelque peu semblable est celui de la barre de graywacke argileuse qui coiffe la phase de retour bien développée du cycle II dans le massif de Marsinne.

Au siège Saint-Paul seule la partie inférieure du cycle est connue, mais elle a le même développement qu'à Ben tout en étant plus sableuse dans l'ensemble. Il y a d'abord un lit de 10 cm de schiste gris-noir à cf. Loxonema et Lingula, puis 40 cm de schiste gris à Pl. ophthalmoides et, à la base, débris de coquilles; ensuite on passe à la lithophase b avec 50 cm de schiste très sableux straticulé et à la lithophase c avec 30 cm de graywacke argileuse straticulée puis plus d'un mètre de graywacke avec localement très rares radicales et un mince lit de charbon.

Au sondage de Ben, c'est au contraire la base du cycle qui n'a pas été explorée, quoiqu'on connaisse approximativement la position de la veine Six Mai, ce qui donne au cycle une épaisseur d'un peu plus de 550 cm. Celui-ci a l'aspect typique d'un Dachbankzyklus avec, comme phase a, plus de 180 cm de schiste assez sableux, comme phase b, 340 cm de schiste très sableux straticulé et, comme phase c, une barre de 25 cm de graywacke.

Dans le massif de Marsinne nous avons affaire à un cycle quasi symétrique, de puissance réduite (275 cm), mais peu typique en ce sens

que la phase médiane n'apparaît que sous la composition de schiste très sableux et que les phases a et b sont irrégulièrement développées. Il y a des radicules sur presque toute la hauteur et le cycle s'achève par la Petite Veine de Marsinne.

Dans le massif du Nord, il y a quelques similitudes avec le profil précédent : puissance de 281 cm, forte épaisseur traversée de racines, Petite Veine de Marsinne. La composition est toutefois plus sableuse, et la forme est celle d'un Dachbankzyklus : phase a formée de 70 cm de schiste noirâtre avec, au milieu, une intercalation de 20 cm de graywacke en minces bancs à lits de charbon; phase c formée de 80 cm de graywacke assez argileuse, puis de 85 cm de graywacke à radicules; puis phase e formée de 26 cm de charbon à lentilles sableuses. On aurait aussi pu attribuer les 80 cm de graywacke assez argileuse à la phase c et considérer que la phase b est absente. En tous cas le brusque passage du schiste noirâtre à une graywacke argileuse est frappant et fait songer à un ravinement. Un premier ravinement a d'ailleurs pu précéder celui-ci au passage du premier schiste noirâtre à la graywacke charbonneuse en mince banc (n° 58c).

A La Plante le cycle reprend une épaisseur normale, 590 cm. C'est de nouveau un beau Dachbankzyklus; phase a : 20 cm de schiste argileux avec biophase A (à Nautiloïde), 10 cm de schiste normal, 10 cm de schiste faiblement sableux; phase b : 450 cm de schiste très sableux; phase c : 100 cm de graywacke.

Dans la galerie de Hordin, les tronçons III et IV ne sont pas séparables l'un de l'autre, et l'ensemble forme une suite à dominance schisteuse peu différenciée, de 800 cm d'ouverture. Il y a d'abord une suite de 50 cm de schiste noirâtre interrompue par un banc de schiste sableux de 45 cm. La biophase B est présente dans le schiste noirâtre aussi bien au-dessus qu'en-dessous de l'intercalation. Puis vient une épaisse série schisteuse grise (490 cm) avec biophase C à la base; ensuite 95 cm de schiste plus ou moins sableux avec radicules au sommet; enfin 120 cm de schiste dur à radicules, qui ne supportent qu'une pas-

sée sans charbon.

Au siège de Baulet nous nous trouvons de nouveau devant un cycle extrêmement uniforme, avec veine de charbon en tête comme dans le nord du bassin d'Andenne. La phase a, très longue, est constituée de 280 cm de schiste avec biophase D, puis de schiste à radicelles sur 75 cm. Il y a ensuite, sur 105 cm, un schiste à peine sableux à radicelles, qui représente le point haut granulométrique. Enfin, il y a absence de la phase d et la phase e comprend 10 cm de schiste charbonneux écailleux et 30 cm de charbon.

Dans la vallée de la Berwinne, le tronçon III est très réduit; c'est un cycle formé de 25 cm de schiste argileux, puis sableux, et de 100 cm de graywacke en minces bancs.

Nous avons déjà signalé que, à la base du cycle III dans le district d'Andenne, les conditions s'étaient inversées par rapport à celles qui prévalaient au sommet du cycle II. En fait, le régime marin règne partout à la base de ce cycle, depuis Ben jusque Baulet, sauf dans le Nord du district d'Andenne (massifs du Nord et de Marsinne) où on n'a pas recueilli de fossiles (au sondage de Ben le toit de la veine Six Mai n'a pas été carotté). La biophase A n'a pas été reconnue, mais la biophase B a été décelée à Saint-Paul, La Plante et Hordin. Dans ce dernier profil, l'influence marine perdure plus longuement que dans les deux autres puisqu'on y récolte des fossiles marins sur une plus grande hauteur. Il est intéressant de constater que c'est précisément là où l'influence marine est la plus forte et la plus persistante (Hordin) que la sédimentation reste la plus fine sur une très grande hauteur, à tel point qu'il y est impossible de séparer entre eux les cycles III et IV. L'influence marine est bien plus faible à Baulet, où seule la biophase D a été enregistrée; or c'est ici que le cycle III se clôture par une veine de charbon, tout comme dans le nord du district d'Andenne où il n'y a pas d'indices marins à la base du cycle III. On peut constater en outre que l'enracinement débute d'autant plus tôt

et est d'autant plus profond que la base du cycle a été moins influencée par des facteurs marins. A La Plante et dans les couches qui à Hordin peuvent être considérées comme chronologiquement équivalentes à celles du cycle III, il n'y a aucun enracinement. Par contre dans les massifs du Nord et de Marsinne, il n'y a qu'une faible épaisseur de couches sans racines à la base du cycle. Enfin il est à signaler que le cycle III a dans le nord du district d'Andenne - là où une biophase manque à sa base et où une veinette caractérise son sommet - sa puissance la plus faible.

C y c l e I V.

Dans la plupart des profils ce tronçon, d'ailleurs fort réduit, ne présente pas un développement cyclique typique.

A La Plante, néanmoins, nous sommes confrontés avec un très beau Dachbankzyklus, de 350 cm, à gradins de hauteurs subégales. Phase a : 150 cm de schiste normal; phase b : 100 cm de schiste sableux; phase c : 100 cm de graywacke.

Vers l'Est et vers l'Ouest, cette belle allure cyclique asymétrique disparaît.

Vers l'Ouest, la tranche IV n'est séparable de son soubassement qu'au siège de Baulet. Une suite acyclique à dominance de schiste y apparaît sur 210 cm. Elle est divisible en deux par une passée de veine. Sous celle-ci on observe 35 cm de schiste avec minces plages sableuses, 35 cm de schiste, 30 cm de schiste straticulé, 40 cm de schiste compact à radicelles. Au-dessus de la passée il n'y a que 70 cm de schiste à plages sableuses.

Dans le district d'Andenne, la tranche IV présente un développement assez particulier, dont on retrouve le style dans les quatre profils étudiés : les suites à forte dominance de schistes normaux sont, à deux reprises, brusquement interrompues par des barres, plus ou moins minces, de graywacke ou de grès; la première de ces barres surgit vers

le milieu de la tranche, la deuxième se situe au sommet ou contre le sommet; dans la galerie de Ben, cependant, les deux barres sont décalées vers le bas de sorte que la seconde occupe à peu près le milieu de la tranche. Il est, au surplus, remarquable de constater que sous chacune de ces barres sauf une (celle du toit dans le massif du Nord), un sol de végétation s'est bien développé qui supporte souvent une passée de veine; nulle part toutefois une veinette n'a pu s'établir ou a pu subsister sous une barre graywackeuse ou gréseuse, dont la base a pu être ravinante.

Malgré cette constitution particulière, une allure cyclique, symétrique, se dégage de tout au moins deux (et peut-être trois) des profils : les barres de graywacke ou de grès de la partie médiane des profils Nord, sondage de Ben et sans doute Marsinne (malheureusement incomplet) représentent la phase c du lithocycle. Dans le profil du Nord, la phase b manque, peut-être à la suite d'un ravinement; au sondage de Ben, elle est esquissée grâce à l'intercalation de minces lits graywackeux dans les schistes à radicelles; à Marsinne, la tranche correspondante n'a pas été levée. La phase d est partout présente sous forme de schistes surmontant la phase c. La phase e n'existe pas dans le massif du Nord mais bien ailleurs.

En traçant une limite au sommet de la barre inférieure de graywacke ou de grès, on divise le tronçon IV en deux parties ayant les puissances suivantes : partie inférieure, d'allure rythmique ou cyclique : 255 cm au Nord, 148 cm à Marsinne, 210 cm au sondage de Ben, 135 cm dans la galerie de Ben; partie supérieure, plus irrégulière : 161 cm au Nord, 138 cm à Marsinne, 108 cm au sondage de Ben, 435 cm dans la galerie de Ben. En ce qui concerne cette partie supérieure, on remarquera sa longueur exagérée dans la galerie de Ben, plus du triple de celle exhibée au sondage de Ben et à Marsinne. En fait le profil extrême Sud (galerie de Ben) présente ici le plus de ressemblance avec le profil extrême Nord : absence dans les deux de passées de veine mais présence d'une biophase D (avec en plus, au Nord, Ostracodes et débris de

coquilles indéterminables), annonciatrice de la grande transgression de la mer à Homoceratoïdes prereticulatus. Il faut donc admettre que dans les profils intermédiaires (sondage de Ben et Marsinne) une situation morphologique plus élevée, à profondeur d'eau douce très faible ou nulle, permettait l'installation d'une végétation, qui ne pouvait plus subsister au Nord et au Sud, où la tranche d'eau était trop profonde et/ou trop salée.

A la Berwinne, le tronçon IV est constitué par 380 cm de schiste argileux avec intercalations de schiste sableux; il n'est donc pas subdivisible stratigraphiquement.

Au sondage des Viviers, les données sont insuffisantes pour faire une fine analyse de la série au-dessus de la base choisie pour le cycle I. Toute cette série, de 1.435 cm, est représentée sous forme d'un cycle symétrique, à phase c très épaisse mais pas très sableuse dans l'ensemble. Les lithophases a et b contiennent la biophase D et une lithophase d à radicules clôture le tout.

Si on considère l'ensemble des profils des districts d'Anthenne et de la Basse Sambre, on constate que ce n'est qu'à Hordin que les deux cycles III et IV n'ont pas pu être séparés entre eux. Ailleurs les deux cycles sont assez complètement et, partant indépendamment, développés pour qu'il ne paraisse pas justifié de les envisager comme un seul cycle. Le cycle supérieure n° IV a, toutefois, une puissance qui reste toujours inférieure à 4 m. Comme nous l'avons déjà dit, cette constance de la faible puissance d'un cycle annonce une incursion marine importante (cf. cycle VIII de la Première Division). Tout comme pour le cycle analogue VIII, aucune biophase n'est signalée à la base de ce cycle réduit.

Constatons que, dans la première moitié de la Deuxième Division, le stade de la formation du grès (quartzite) n'est de nouveau que rarement atteint : nettement au cycle III dans le seul profil de La Plante;

moins nettement au cycle IV dans le sondage de Ben, où le mince banc de grès du milieu du cycle devient latéralement graywackeux, et à Marsinne, où un mince lit gréseux coiffant le cycle passe tout aussi rapidement de part et d'autre à des sédiments moins purs.

Nous avons vu que, dans les divers profils du district d'Andenne, le cycle IV présente la particularité de voir apparaître le réseau radicaire dès sa base; ce cycle se montre, d'ailleurs, dans tous les profils du tableau, d'une puissance très réduite, qui ne dépasse que rarement 4 m (au massif du Nord : 4 m 16; dans la galerie de Ben : 5 m 70). Lorsqu'on compare entre elles, du point de vue de leur contenu en racines autochtones, toutes les unités du premier cycle de 60 m, on observe que les racines apparaissent d'autant plus tôt que le cycle de 10 m qui les contient est plus distant de la base transgressive marine à Biophase A. La teneur en racines en place atteint, en effet, - si on fait abstraction des conditions exceptionnelles régnant en galerie de Ben au cycle IV - sa culmination au cycle VIII, soit tout juste avant la transgression marine à Hudsonoceras proteum. Rappelons que le cycle VIII est aussi un cycle à puissance très réduite, ne dépassant que rarement 4 m (4 m 10 dans le massif du Nord; 5 m 15 au sondage des Viviers).

De l'unité I à l'unité IV de la Deuxième Division, les sols à racines occupent de plus en plus de place dans le cycle, hormis à La Plante, dont la coupe constitue à ce point de vue une anomalie remarquable, et à la Berwinne. On atteint ainsi le tronçon IV qui précède une transgression marine très importante à biophase A largement répandue, et dans lequel, tout au moins dans le district d'Andenne, les racines envahissent la totalité du cycle. Il se dégage de ceci la loi suivante : les cycles de 10 m qui débutent par une transgression marine majeure (et qui sont en général relativement longs) ne présentent pas ou guère de sols à racines ni, partant, de passées de veine ou veinettes; les cycles surincombants voient se développer un réseau radicaire qui, de cycle en cycle, pénètre de plus en plus profondément dans

la suite des phases composant le cycle; enfin le lacis radulaire atteint son maximum de pénétration dans le cycle supérieur d'un ensemble de 60 m, ou dans un cycle précédant une importante invasion marine, à tel point que même les couches de base d'un tel cycle en sont souvent imprégnées, ce dernier cycle étant presque toujours d'épaisseur réduite.

Deuxième moitié (Cycles V - VIII) : comprise entre l'horizon à Ht. prereticulatus et une bande à Reticuloceras spp.

La limite supérieure de cette seconde moitié ne peut être établie avec la même précision que sa base, pour diverses raisons qui seront énumérées au chapitre consacré à la troisième Division.

De plus, deux colonnes de la planche II (massif du Nord, La Plante) sont loin d'avoir atteint la limite supérieure. D'autre part, les corrélations entre deux profils et les autres sont très difficiles à établir, pour des raisons d'ailleurs opposées : le très long profil Baullet absolument dépourvu d'indications de fossiles excepté à l'extrême base, et le très court profil Berwinne où, au contraire, les fossiles marins se succèdent quasi sans interruption en une suite condensée.

A Baullet là où on devrait trouver la limite supérieure en vertu de comparaisons d'ordre stratigraphique, il y a un grès qui a plus de 11 m de puissance, dont le dépôt a sans doute été accompagné d'un intense ravinement qui a vraisemblablement érodé les couches limites et fait disparaître leur contenu en fossiles marins. Si nous admettons cette hypothèse, la couche n° 67 fait encore partie de la Deuxième Division, tandis que le grès susjacent n° 68 serait à attribuer à la phase c du cycle I de la Troisième Division. Nous verrons d'ailleurs que de telles lacunes d'érosion sont fort fréquentes dans la Troisième Unité (planche III).

Dans le district d'Andenne et à Namur (La Plante), les coupes ont été généralement disséquées banc par banc et permettent ainsi une analyse plus serrée qu'ailleurs. La partie inférieure du cycle V (planche II) y est constamment marine sur une épaisseur relativement grande et divisible en cycles ou rythmes du genre argile - marne - calcaire, comparables à ceux qui marquent la base de la Première Division. Ces cycles et rythmes ont été décrits en détail par les présents auteurs dans un autre travail (1968) et il est inutile d'y revenir ici. Rappelons que les goniatites apparaissent à plusieurs niveaux : Ht. prereticulatus à la base, Homoceras magistrorum au sommet.

Les mêmes successions doivent probablement exister à Hordin et à Baulet, mais les descriptions des auteurs sont trop sommaires pour qu'on puisse y retrouver les cycles et rythmes de Namur et d'Andenne. La galerie de Hordin, qui se trouve sur territoire de Spy, se situe tout près de la localité-type du "Calcaire à Crinoïdes de Spy"; ce calcaire très crinoïdique a été retrouvé dans la galerie, en-dessous d'un schiste foncé à faune abondante, comprenant Ht. prereticulatus et des Crinoïdes.

Après cette phase argilo-calcaireuse très fossilifère, un relèvement de l'arrière-pays permet à du matériel clastique de reprendre le dessus et de se répandre de la manière habituelle dans tout le bassin de sédimentation. Nous sommes en présence d'une répétition du passage de la sédimentation argilo-calcaireuse à la sédimentation argilo-sableuse, qui se fait de façon très semblable à celle que nous avons décrite à la base de la Première Division.

Pour la partie supérieure de la seconde moitié de la Deuxième Division, nous grouperons les descriptions des cycles restants par profil, en commençant par le district d'Andenne, en continuant par un essai de mise en parallèle des profils Hordin et Baulet avec ceux d'Andenne, et en terminant par les profils extrêmes.

Massif du Nord. - On voit immédiatement se former un assez beau cycle du genre argile-sable. Au-dessus du rythme argilo-calcaire décrit ci-dessus, il y a d'abord 130 cm de schiste gris à plantes et restes de poissons, puis 160 cm de schiste faiblement sableux, avec biophase D à la base, ensuite 35 cm de schiste noirâtre à biophase D constituant la phase a d'un rythme d'ordre inférieur. La phase c du cycle principal et du rythme est représentée par 100 cm de schiste très sableux. Y succèdent, après une barre (3 cm) de sidérose, 25 cm de schiste noir à biophase A (Reticuloceras circumplicatile, bande R_{1a} sup.) inaugurant un nouveau cycle. Ce schiste bitumineux marin est rapidement interrompu par un schiste très sableux (ravinement ?). La coupe se termine là.

Massif de Marsinne. - Le premier cycle du genre argile-sable apparaît ici encore plus clairement que dans le massif du Nord. Au-dessus de la grosse barre calcaire signalée ci-dessus, il y a d'abord 10 cm de schiste gris foncé et de schiste charbonneux, puis 80 cm de schiste gris à Planolites ophthalmoides nombreux et un Nuculidé et un Bellerophonidé (phase C), ensuite 80 cm de schiste faiblement sableux à Biophase D, enfin 90 cm de graywacke argileuse. Y succèdent 45 cm de schiste très sableux avec lits plus argileux à biophase D. Cette couche est à mettre en parallèle avec la couche à biophase D qui forme la base du rythme secondaire dans le massif du Nord. Viennent ensuite 90 cm de schiste très sableux admettant vers le milieu 45 cm de graywacke argileuse straticulée, ensemble qui pourrait correspondre au sommet du rythme secondaire du Nord. Une faille supprime ensuite le schiste à R. circumplicatile, à moins que le ravinement probable signalé au Nord ne se soit développé ici au point d'avoir érodé la totalité de la phase a du cycle commençant par cet horizon marin.

La série qui suit est, à première vue, moins facile à subdiviser stratigraphiquement; il y a d'abord une douzaine de mètres d'une succession en alternance rythmique de schistes très sableux et de graywackes foncées. Toutefois si on dissèque la couche n° 90a, on note qu'elle

débuté par de minces lits de graywackes alternant avec de minces lits de schiste extrêmement sableux, puis que les graywackes disparaissent sans que le schiste ne varie, enfin que le schiste devient moins sableux tout en étant encore fort sableux; nous sommes donc en présence ici d'une phase de retour d bien caractérisée. Une anomalie stratigraphique apparaît ensuite étant donné l'absence d'une phase argileuse a; il y a, au contraire, passage insensible de la phase d du cycle sous-jacent (VI) à la phase b du cycle suivant (VII). Celui-ci est ensuite normalement constitué : phase c bien marquée avec 20 cm de graywacke straticulée précédant 400 cm de grès à ciment assez calcareux; phase d avec 22 cm de graywacke en minces bancs, argileuse à la base. Comme le passage de la phase d du cycle VI à la phase b du cycle VII ne peut être, faute de données suffisantes, déterminé avec précision, les puissances des deux cycles en question ne peuvent être indiquées qu'approximativement.

On rencontre ensuite un quatrième cycle (VIII), qui lui non plus n'est pas typique. Il s'agit d'abord d'une rapide alternance de couches plus ou moins sableuses, qui peuvent se subdiviser en trois cycles d'ordre inférieur :

- 1°) Cycle de 120 cm : phase a non typique avec 20 cm de schiste très sableux; phase b comprenant 30 cm de graywacke argileuse, 50 cm de schiste très sableux à bandes graywackeuses; phase c ou barre de 20 cm de grès à ciment calcareux.
- 2°) Cycle à granulométrie croissante, de 140 cm : un tiers de schiste très sableux straticulé à lentilles graywackeuses, un tiers de graywacke argileuse et un tiers de graywacke peu argileuse.
- 3°) Puis vient un cycle avec grosse barre en tête, de 555 cm : il débute par 70 cm de schiste sableux et très sableux (phase a non typique), puis montre une courte phase b avec 35 cm de graywacke argileuse straticulée et se termine par 450 cm de graywacke plus ou moins quartzitique (phase c). Là-dessus s'ouvre une nouvelle grande subdivision avec schiste à Reticuloceras spp. à la base.

Prise dans son ensemble, l'unité VIII, de 815 cm de puissance, correspond à un cycle réduit, en ce sens que - tout comme les deux cycles précédents - il lui manque une phase a bien caractéristique. Il ne subsiste donc à vrai dire qu'un grand rythme, à partie inférieure moins sableuse que la partie supérieure. En vertu de l'interférence de cycles d'ordre subalterne, la teneur en sable de la partie inférieure oscille, alors que la partie supérieure est plus homogène et ne peut plus être désarticulée à partir de la couche 96a.

Si on embrasse d'un coup d'oeil la séquence comprenant les cycles VI, VII et VIII, on est frappé par l'absence de schiste normal non sableux (phase a typique) et aussi par celle de fossiles animaux, deux phénomènes qui sont sans doute liés entre eux.

Massif d'Antheit. - Seule la partie supérieure de la division est accessible ici. Au-dessus d'un ensemble graywackeux plus ou moins argileux à base non visible, s'inscrit un cycle plus ou moins symétrique mais à phase a (22 cm de schiste sableux) et b (40 cm de schiste très sableux straticulé) très réduites. La phase c consiste en 420 cm de graywacke, straticulée à la base. Une importante phase de retour d peut se subdiviser en cycles et rythmes d'ordre inférieur :

1°) Cycle de 168 cm : b, schiste très sableux straticulé, à granulométrie croissante vers le bas (Kleinzyklus) sur 110 cm; c, graywacke sur 40 cm; d, schiste très sableux sur 18 cm. On pourrait aussi considérer le schiste très sableux straticulé comme formant la branche de retour du cycle sous-jacent; au-dessus de celui-ci viendrait alors un Sohlbankzyklus de 58 cm.

2°) Rythme de 61 cm : a, schiste straticulé sur 35 cm; c, graywacke quartzitique sur 26 cm.

3°) Rythme de 88 cm : a, schiste localement un peu sableux sur 60 cm; c, graywacke straticulée sur 28 cm.

Au-dessus de ce dernier, schiste à biophase B.

Galerie de Ben. - Au-dessus du schiste noir à biophase A cité ci-dessus s'étend une longue tranche qui n'est pas divisible en cycles du type 10 m; vers la base elle contient la biophase C et à divers niveaux la biophase D. Cette tranche fait voir une augmentation graduelle de la teneur en sable et présente, en y incluant la base calcarifère déjà analysée, l'image d'un cycle extrêmement long (1.600 cm environ) avec barre de graywacke en tête. Au sommet on peut y isoler un cycle de second ordre, de 385 cm de puissance, constitué de 65 cm de schiste gris, 185 cm de schiste plus ou moins sableux à bandes graywackeuses, 70 cm de schiste très sableux et 65 cm de graywacke quartzitique. Le "cycle" de 1.600 cm pourrait correspondre aux cycles V + VI.

Plus haut on passe à une tranche plus sableuse avec, en gros, augmentation de la teneur en sable vers le haut. Cette tranche est divisible en deux cycles d'ordre inférieur, comme le montre le profil, les puissances étant respectivement de 445 et de 385 cm. Ce dernier peut à son tour être subdivisé en deux cycles : a) un cycle quasi symétrique constitué de schiste gris-bleu, de schiste très sableux avec lits graywackeux et de schiste sableux, et b) un Dachbankzyklus à granulométrie régulièrement croissante, débutant par du schiste faiblement sableux à bandes graywackeuses - celles-ci perturbent la régularité de l'allure - continuant par du schiste sableux, puis du schiste très sableux à lits graywackeux, pour se terminer par de la graywacke straticulée.

Enfin, après une limite bien nette, un dernier cycle, de 770 cm de puissance, s'est édifié à l'aide de trois cycles d'ordre secondaire. Ceux-ci sont tous les trois à granulométrie croissante, mais il s'y superpose une augmentation générale de la teneur en sable vers le haut. La lithophase a du premier des trois cycles est à biophase D.

Sondage de Ben. - Au-dessus du dernier schiste très calcaire cité, la succession se poursuit sur encore 1.750 cm environ à l'état de schiste ou de schiste faiblement sableux en alternance. Deux tronçons toute-

fois sont dépourvus d'intercalation de schiste faiblement sableux; l'un à la base juste au-dessus du schiste calcarifère susdit, l'autre vers le milieu. C'est au début de ce tronçon supérieur de schiste normal que nous situons le commencement d'un nouveau cycle. Le cycle inférieur, très long, a une puissance de 1.333 cm; le cycle suivant est encore puissant de 1.150 cm. La biophase D apparaît, au-dessus du dernier banc calcarifère, à de nombreuses reprises dans les deux cycles; on peut même dire qu'elle y est pratiquement à l'état continu. Le deuxième cycle est beaucoup mieux bâti que le premier puisque vers le haut, la teneur en sable augmente progressivement : schiste sableux, schiste très sableux straticulé (phase b), graywacke (phase c), puis graywacke à lits schisteux (phase d) avec minces lames gréseuses.

Par une limite bien tranchée, commence un cycle quasi symétrique, de 585 cm, avec assez longue phase b (300 cm de schiste sableux) la phase a manquant, une phase c bien marquée (115 cm de graywacke à lits schisteux, puis 100 cm de graywacke quartzitique), et une phase de retour d (70 cm de schiste). Ce cycle correspond au cycle de 770 cm qui clôtüre le tronçon dans la galerie de Ben.

Considérations sur la Deuxième Moitié dans le district d'Andenne.

Quand on recherche statistiquement quels sont, à Marsinne, Antheit, sondage de Ben et galerie de Ben, les pourcentages du cycle VIII (relativement à sa puissance), d'une part en schiste (y compris schiste sableux et très sableux) et d'autre part en graywacke et grès, on obtient le tableau suivant :

	<u>Marsinne.</u>	<u>Antheit.</u>	<u>Sondage Ben.</u>	<u>Galerie Ben.</u>
Schiste en %	23.3	35.7	63.-	86.2
Graywacke + grès en %	76.7	64.3	37.-	13.8

(Les couches schisteuses avec lits graywackeux ont été divisées de la manière suivante : 2/3 sédiments schisteux et 1/3 sédiments sableux. Dans le cas où la graywacke constituerait moins que le tiers d'une couche, il faudrait augmenter quelque peu le pourcentage en schiste).

Le tableau montre que la teneur en sable décroît régulièrement du Nord au Sud, ce qui est conforme à l'hypothèse d'un massif du Brahannt fournisseur de matériel détritique.

Pour le cycle VII, la même conclusion paraît pouvoir être tirée. Pour les cycles V et VI, les massifs de Marsinne et du Nord sont beaucoup plus sableux que les deux profils de Ben, mais il semble que de ces deux-ci le moins sableux soit le sondage. En tous cas ni dans le sondage, ni dans la galerie il n'est possible de tracer une limite entre les cycles V et VI du fait de la trop grande uniformité de la sédimentation argileuse, et il est encore assez malaisé dans le sondage de reconnaître la frontière entre les cycles VI et VII.

Essai de mise en parallèle des profils Hordin et Baulet avec ceux du district d'Andenne.

Comme nous l'avons exposé, la frontière entre les Deuxième et Troisième Divisions, où devrait passer un horizon marin à Reticuloceras spp., doit avoir été effacé à Baulet par érosion suivie du dépôt des couches gréseuses n°s 68-69. Ce n'est donc pas cette frontière qui peut servir de niveau de référence à Baulet. Il est, en outre, plus que probable, que le grès grossier n° 64 a, lui aussi, une base ravinante.

Dans le cadre d'un cycle de 60 m (amputé par deux importants ravinelements à Baulet), les grès du massif de Marsinne n° 91 et ceux du siège de Baulet n°s 64-65 pourraient appartenir tous les deux à la phase β de ce grand cycle et occuperaient donc des places qui se correspondent. On remarquera que ces grès font partie du cycle VII à Marsinne; celui-ci a perdu à Baulet sa phase b par érosion ravinante. Nous avons déjà noté que, à Marsinne, la limite entre les cycles VII et VIII n'est pas bien nette à cause du manque d'une phase a bien marquée; si dans cette zone de passage à cheval sur les cycles VII et VIII on considère la suite des couches qui surmonte le grès n° 91, on observe que la teneur en sable y diminue. Ce même phénomène se fait voir dans la succession des

couches 64 à 67 à Baulet, qui constitue une branche à granulométrie régulièrement décroissante. Dans cette "branche de retour" se trouvent inclus la partie supérieure du cycle VII et le morceau du cycle VIII qui n'a pas été enlevé par le ravinement sous la couche n° 68. Cette mise en parallèle conduit, d'autre part, à attribuer les couches 59-61 de Baulet à la partie supérieure du cycle VI, lequel ne peut, par la base, être séparé du cycle V, du fait que la succession des couches depuis l'horizon marin basal jusqu'au banc 61 représente un cycle d'aspect unitaire. Un phénomène analogue a déjà été constaté, également à Baulet, dans le cycle de 60 m précédent, pour les cycles de 10 m numérotés VII-VIII.

Quant au profil de Hordin, on remarquera qu'il a une puissance comparable à celle du profil Baulet, mais nettement plus élevée que celles des profils du district d'Andenne. Le rapport des puissances totales des deuxièmes moitiés des profils Hordin - Marsinne (voir planche II) est $42,20 : 28,74 = 1,47$. Le rapport entre les puissances des cycles VIII de ces deux profils est $12,25 : 8,15 = 1,50$; c'est-à-dire du même ordre de grandeur que celui des puissances totales; la mise en parallèle des cycles VIII des deux profils est donc corroborée. Il s'ensuit que le schiste sableux n° 58 de Hordin serait l'équivalent du grès n° 91 de Marsinne et, partant, du grès n°s 64-65 de Baulet, et qu'il constituerait ainsi la phase c du cycle VII. Mais celui-ci, à Hordin, n'est pas séparable du cycle VI; le puissant (15 m 80) rythme constitué par les couches 57 et 58 à Hordin serait l'équivalent des deux cycles VI + VII de Marsinne, ce qui impliquerait entre autres que les couches 59 à 61 de Baulet n'ont pas de correspondants à Hordin. Le rapport de puissances de ce rythme et des cycles VI + VII est $15,80 : 12,72 = 1,24$; Il se situe donc un peu en-dessous du rapport de puissances totales des deuxièmes moitiés citées ci-dessus. Si nous mettons enfin en parallèle le rythme basal (V) à Hordin, de 14 m 15 de puissance, avec le cycle V à Marsinne, nous obtenons un rapport $14,15 : 7,87 = 1,79$, qui se place un peu au-dessus de la moyenne susdite. Il y aurait ainsi compensation en-

tre le défaut et l'excès des rapports de puissance des deux tronçons consécutifs à l'inférieur de la deuxième moitié. Notons encore que, à Hordin, l'élément inférieur du rythme V est argileux et a une puissance de 1.165 cm, avec à la base une série fossilifère à biophase A renfermant l'espèce-guide Homoceratoides prereticulatus et comprenant le "Calcaire à Crinoïdes de Spy" (Hordin est situé sur le territoire de la commune de Spy). Le cycle supérieur (VIII) à Hordin, quasi asymétrique, comporte une biophase D à la base.

Quant au cycle V de Baulet, il pourrait commencer déjà à 210 cm sous un calcaire assimilable au "Calcaire à Crinoïdes de Spy", par un schiste gris à débris de petites coquilles (biophase B ?). La biophase A est représentée par les 20 cm de calcaire susdit, lequel est surmonté de 1.235 cm de sédiments argileux, le tout constituant la phase a du cycle V. Suit une phase b à alternances, sur 735 cm, de schiste légèrement sableux et de schiste sableux. La phase c est bien marquée, d'abord par une grosse (250 cm) barre de graywacke avec parties moins sableuses, puis par un rythme d'ordre subalterne constitué de 50 cm de schiste et de 50 cm de graywacke. Y succèdent, ainsi que nous l'avons vu, comme phase a du cycle VII, 325 cm de schiste vraisemblablement raviné au sommet par un grès grossier. Celui-ci constitue la base d'une très longue série grés-graywacke, dont la partie inférieure se présente, comme déjà signalé, sous forme d'une "branche descendante" de cycle de 10 m (grès - graywacke - graywacke argileuse). La partie supérieure du profil a été perturbée, comme déjà vu, par un second ravinement.

Au sondage des Viviers, la puissance totale de la moitié qui nous occupe est environ la même que dans le district d'Andenne (Viviers 27,50 m, Marsinne 28,74 m), mais la composition lithologique y est bien différente; tel qu'il nous est présenté, le profil est entièrement schisteux, avec une partie faiblement sableuse au milieu, et les biophases B, C puis A dans la partie inférieure.

A l'autre extrémité de l'aire étudiée, la coupe de la Berwinne montre un profil très monotone et très condensé : toute la série est formée de schiste gris foncé (sauf à la base où il apparaît quelques straticules sableuses), mais elle n'a que 17 m de puissance environ. Une faune marine à biophase A caractérise la couche inférieure de 100 cm de puissance. De petits débris marins (biophase B ?) parsèment les schistes de l'épaisse couche de 1.150 cm. Nous sommes ici dans une zone restée constamment éloignée du rivage où se déposaient en eaux marines des sédiments fins homogènes; dans un tel milieu les cycles ne s'individualisent évidemment pas.

■

■ ■

Il y a lieu d'insister sur le fait que dans aucun des profils examinés on n'a relevé de biophase E (à faune non marine), ni de veinette. En outre, à peine deux sols de végétation ont été observés et encore à l'extrême sommet du tronçon, l'un coiffant la suite argileuse des Viviers, l'autre la coupe de Hordin. On peut donc dire que des indices significatifs d'un milieu continental manquent absolument. Ceci est à mettre en regard des indices positifs d'un régime marin continu à la Berwinne.

T R O I S I E M E D I V I S I O N (Planche III)

C y c l e d u t y p e 60 m

compris entre

la bande à Reticuloceras spp. et l'horizon à Reticubceras bilingue.

Comme déjà dit, la base de cette division ne peut être établie avec la même précision stratigraphique que les autres pour diverses raisons : rareté et mauvaise conservation des goniatites là où on en trouve, d'où

difficultés de déterminations spécifiques; existence dans l'étage à Reticuloceras dit R₁ d'un grand nombre d'espèces de Reticuloceras actuellement soumises à revision par les spécialistes et indécision quant à leur extension verticale précise; absence de sédimentation calcaire pouvant constituer un niveau-repère; rareté des profils étudiés en détail ayant traversé cette limite.

Dans quatre des douze colonnes de la planche III, la limite a été prise au niveau d'un mince banc ayant livré, après de longues recherches, quelques Reticuloceras, d'ailleurs fort mal en point et non susceptibles d'une détermination spécifique : pour F. HODSON (communication orale), les rares Reticuloceras du massif de Marsinne et du sondage de Ben appartiennent probablement à une bande de l'étage R₁ qui est inférieure à la bande dite R_{1c} renfermant le R. reticulatum sensu stricto; il en est sans doute de même, selon nous, des goniatites découvertes dans la galerie de Ben (non reportée sur la planche III) qui est voisine du sondage de même nom, et peut-être de celles récoltées à Hordin. Dans deux des colonnes de la planche III, la limite adoptée ici coïncide avec un niveau marin sans goniatites, à biophase B ou C : dans le massif d'Antheit, un mince banc qui n'a fourni que de rares lamelli-branches marins, se situe à hauteur de l'horizon à Reticuloceras signalé ci-dessus dans le massif de Marsinne, le sondage et la galerie de Ben; au sondage des Viviers, le banc pris comme repère renferme de peu nombreuses lingules, mais est surmonté à 4 m 50 et à 6 m 50 de bancs respectivement à Nuculidés et à Productidés. A Baulet, il y a, plus haut dans le profil, un niveau à Reticuloceras, lesquels pour J. BOUCKAERT (communication orale) appartiendraient toujours à l'étage R₁; il n'est pas impossible, d'après les données géométriques, qu'il s'agisse de la bande R_{1c} à R. reticulatum s.s., qui n'aurait pas été repéré dans les autres profils. A la Berwinne, au contraire, J. BOUCKAERT a identifié dans une suite très condensée, un niveau à R. todmordenense (bande R_{1a}), un niveau et des "bullions" à R. stubblefieldi et Homoceras aff. moorei (bande R_{1b}), et un niveau à R. reticulatum et cf. H. striolatum (bande R_{1c}).

P r e m i e r c y c l e d u t y p e 10 m.

Huit profils sur les douze dessinés sur la planche III ont atteint la base probable de la Division. Dans cinq de ces huit profils la biophase A a été reconnue à la base. Dans le massif d'Antheit, où il n'a pas été récolté de goniatites, la biophase B a été mise en évidence. Dans le sondage des Viviers il n'a été trouvé que des lingules, d'où biophase C. Enfin au siège de Baulet la situation de la limite, peu sûre, entre les Deuxième et Troisième Divisions a déjà été discutée. Mis à part le sondage des Viviers, on remarque que les profils, dont la base est schisteuse sur une grande hauteur, possèdent une biophase A. Dans le Nord du district d'Andenne (massifs de Marsinne et d'Antheit), où la suite devient rapidement sableuse, les goniatites sont absentes (Antheit) ou très rares (Marsinne). A la biophase A succède soit la biophase B, soit la biophase C, soit, après une plus ou moins grande interruption, la biophase D. Plus haut les biophases B (sondage des Viviers), C et D peuvent réapparaître. Rarement, la biophase B (Argenteau) ou C (sondage de Ben) précède la biophase A.

A Hordin il y a deux horizons à Reticuloceras, c'est-à-dire deux fois la biophase A. Les deux horizons fossilifères sont séparés par un banc de 30 cm de schiste sableux. Sous ce banc, le schiste noirâtre à faune variée (biophase A) constitue le toit d'une passée de veine. Au-dessus du banc stérile, il y a d'abord 140 cm de schiste gris à nombreux Planolites ophthalmoides et tubes chitineux, qui sont sans doute des Sphenothallus (biophase B), puis du schiste gris sombre à faune variée (biophase A), puis un banc sidéritico-calcaireux à lingules (biophase C), enfin un schiste gris à Pl. ophthalmoides (biophase D).

Comme toujours, la limite supérieure de ce premier cycle n'est pas aisée à tracer partout. Ce n'est que là où la teneur en sable augmente rapidement (massifs de Marsinne et d'Antheit) que cette limite est bien marquée. Le cycle y est moins puissant qu'ailleurs (778 et 860 cm respectivement) et soumis à des oscillations. Une de celles-ci permet d'

isoler au sommet du cycle à Antheit un rythme secondaire de 145 cm.

Partout ailleurs la limite supérieure est problématique. Au siège Panama, une première limite semble correspondre à la base d'un schiste (couche 275) surmontant des schistes à minces lits faiblement sableux, ce qui donne un premier cycle de 1.110 cm.

Au sondage de Ben, la suite ressemble à celle du Panama mais en plus grand; et on pourrait tracer une limite à la base d'un schiste surmontant des schistes à très minces lits sableux et à glissements sous-aquatiques; on aurait ainsi un premier cycle de 1.960 cm. Mais la présence à Ben d'un niveau à biophase E nous permet de faire un rapprochement avec Antheit et Marsinne et d'y voir la base du deuxième cycle; le premier cycle n'aurait alors qu'une puissance de 1.180 cm, légèrement supérieure à celle du Panama.

Au siège de Baullet on observe un rythme de 900 cm qui pourrait correspondre au premier cycle. Celui-ci ne se perçoit pas à Hordin, ni aux deux extrémités : Viviers et Argenteau, où, toutefois, une biophase E autorise une comparaison avec Ben.

C y c l e I I.

Dans le massif d'Antheit il a 680 cm, comprenant une très courte phase a avec biophase D, une phase b plus épaisse avec biophase E, une longue phase c à oscillations qui présente de nouveau vers sa base une couche à biophase D.

Dans le massif de Marsinne, on discerne un cycle de 412 cm qui ressemble à un Dachbankzyklus mais avec phase c assez mal individualisée. Comme à Antheit, la biophase D caractérise une courte phase a, et la biophase E (puis de nouveau D) la phase b, mais des lamellibranches non marins et des Pl. ophthalmoides sont déjà présents dans le dernier banc (phase d) du cycle sous-jacent.

Au sondage de Ben, il est difficile sur des données purement litho-

logiques de faire des coupures dans la partie inférieure du profil. Mais la présence de la biophase E nous a permis de faire une comparaison avec Antheit et Marsinné et d'y situer la base du deuxième cycle, qui a ici l'allure d'un très long rythme irrégulier, de 1.430 cm, se terminant par une faible épaisseur de schiste sableux.

Au siège Panama un court rythme (251 cm) comporte la biophase C en son milieu. Comme déjà dit, les deux premiers cycles sont mal caractérisés ici.

Au siège de Baulet par contre, il y a un développement cyclique bien marqué pour le cycle II quoique à sommet assez complexe : au-dessus d'un Dachbankzyklus s'installe la phase e, puis vient un rythme constitué par une phase a de 40 cm, formée de schiste presque noir à la base avec un Gastéropode douteux, puis de schiste gris et d'une phase c de 80 cm.

A Hordin, le deuxième cycle ne peut être séparé du premier; il se termine par une courte phase c qui pourrait correspondre à la phase c terminale de Baulet. L'ensemble (I + II) présente l'aspect d'un seul cycle continu.

Aux Viviers la séparation entre les cycles n'est pas réalisée non plus.

Cycle III.

Au siège Panama, ce cycle est bien développé avec, sur une puissance de 730 cm, les lithophases a, b, c, d et e, et, à la base, la biophase B. Il se divise, grâce à des oscillations de la granulométrie, en deux cycles du type 4 m, de 480 et 250 cm respectivement. Au siège de Baulet ce tronçon est présenté sous forme purement argileuse. A Hordin on a de nouveau un cycle complet, de 1.140 cm, avec phases a, b, c, d et e.

Dans le massif de Marsinne, le troisième cycle, de 760 cm, est constitué par les phases b, c et d. On aurait pu tracer la limite du cycle un peu plus haut (y englobant une phase e); une comparaison avec le profil du massif d'Antheit nous a engagé à ne pas le faire. Dans ce profil, le troisième cycle commence par une phase a à facies b, puis vient une surface ravinante, avec conglomérat, qui a fait disparaître la partie supérieure des phases a - b. Enfin le cycle se termine par une phase e assez complexe.

La base des profils des sondages de Java et de Ben, sous facies a, est plus longue, le ravinement en ayant laissé subsister une plus forte épaisseur. Le ravinement, avec conglomérat, a aussi été observé à la carrière de Rieudotte. Ce conglomérat est connu depuis longtemps sous le nom de poudingue d'Andenne. Il est surmonté dans les divers profils par une forte épaisseur de grès (Grès d'Andenne) avec, localement, des niveaux plus grossiers, voire conglomératiques.

Au sondage des Viviers, il est possible que le conglomérat qui interrompt brusquement la longue série schisteuse de base, corresponde à ce niveau. Le cycle III, qui semble débiter avec le schiste à biophase C, présenterait alors un développement analogue, quoique plus court, à celui qu'il a dans le district d'Andenne. Mais nous avons préféré faire correspondre le conglomérat avec un autre, plus récent, du district d'Andenne, ceci pour des raisons résultant de la comparaison des cycles supérieurs des Viviers avec ceux des profils des Pays-Bas et du Panama.

A Argenteau, le tronçon correspondant aux trois premiers cycles a un aspect de Dachbankzyklus bien équilibré malgré sa grande longueur de 3.580 cm. La biophase E apparaît à deux niveaux, dont le second a été pris comme base du cycle II, par comparaison avec Ben.

Cycle IV.

En dehors du district d'Andenne, dominé par la sédimentation flu-

viatile sableuse, ce cycle commence en général par une incursion marine : biophase A au siège de Baulet, B à Hordin, C au Panama et à Argenteau. Remarquons que dans le secteur Ouest, la biophase A intervient au-dessus de schiste, la biophase B au-dessus d'une passée sans charbon, la biophase C au-dessus d'une veinette de charbon.

Au Panama, le cycle de 940 cm comprend les lithophases a, b, c, d et e. Il se subdivise en trois cycles ou rythmes IV^1 , IV^2 , IV^3 , avec respectivement la biophase C, D, E à la base.

A Baulet le tronçon a l'aspect d'un rythme.

A Hordin, il y a un cycle à dominance schisteuse, avec les phases a, b, d, e. Au sommet un rythme du type 4 m semble correspondre au supérieur des trois rythmes du Panama (IV^3).

A Marsinne, un cycle de 618 cm est très perturbé par deux cycles du type 4 m : d'abord, un cycle a, b, d et e, de 213 cm, parcouru de racines dans sa presque totalité, puis un cycle b, c, d et e, de 405 cm, également avec racines très répandues.

Dans le massif d'Antheit, le tronçon se divise aussi en trois parties : un premier rythme de 490 cm, où la phase a se confond avec la phase e du précédent, et est suivie d'une longue phase c; un second tronçon avec phase a - b à oscillations, phase c, phase d à radicelles, qui se subdivise en un rythme de 103 cm et un cycle de 232 cm.

Au sondage de Java, il y a, au-dessus du grès du troisième cycle, du schiste (non carotté) sur 130 cm, qui constitue la phase a du quatrième cycle et qui est raviné ensuite par un nouveau grès.

Au sondage de Ben et à la carrière de Rieudotte, la phase a de ce cycle a été complètement érodée par ce grès, qui vient se souder au grès du cycle sous-jacent.

A Argenteau, le cycle est bien développé et a 1.120 cm de puissance, avec phases a et b et une minime phase c. Les biophases C, D et E sont présentes dans la lithophase a. Le sommet de ce cycle est

très analogue à la Berwinne.

A l'extrémité Ouest, au siège des Pays-Bas, on retrouve les trois parties que nous avons signalées au Panama, mais la base du premier de ces tronçons a été coupée par faille. Le deuxième tronçon est un bel exemple de Dachbankzyklus. Le troisième est symétrique et se termine par une passée de veine. Le profil des Viviers fait voir un Sohlbankzyklus à base ravinante et à sommet traversé de racines.

Cycle V.

Au sondage des Viviers, c'est un cycle symétrique avec courtes phases a et b, phase c bien développée et courtes phases d et e. Au siège des Pays-Bas, le cycle est aussi symétrique, avec courtes phases a et b, puis phases c et d, cette dernière compliquée par la présence d'un cycle symétrique d'ordre secondaire. Au siège Panama, le cycle est quasi devenu un rythme : phase a avec biophase E, puis phase c fortement disproportionnée, mais plus grossière à la base ravinante.

Au siège de Baulet, le cycle présente les phases a, b (courte), c (à racines au sommet) et e (veine de 30 cm). A Hordin nous avons affaire à un cycle complètement asymétrique, véritable Dachbankzyklus mais à phases (a, b et c) réduites.

A Marsinne, nous entrons dans le domaine fluviatile à cours rapide et sédimentation sableuse. Au-dessus de 30 cm de schiste, un conglomérat ravinant marque le début d'une puissante assise gréseuse (550 cm). La coupe n'a pas été levée plus haut d'une façon continue.

Dans le massif d'Antheit, même succession : 25 cm de schiste, puis brusquement 390 cm de grès. Suit une phase à granulométrie décroissante d, avec racines au sommet.

Mêmes images encore aux sondages de Java et de Ben, avec accentuation dans ce dernier par disparition totale ou presque de la courte phase a. Les phases d sont toujours bien marquées, et à Java il y a en

outre une phase e.

Du fait que le complexe n°7 n'a pu être levé en détails, il est difficile de tracer le sommet du cycle V à Rieudotte. Le banc n° 8 est à base fortement ravinante.

A noter que la puissance du cycle V dans le district d'Anthenne, croît du Nord au Sud, d'Antheit à Rieudotte; déjà à Java elle est le double de celle d'Antheit.

A Argenteau, le 5e cycle paraît être un Dachbankzyklus à très longue phase b, avec biophasse C à la base. Dans la Berwinne, le cycle est aussi très long (1.302 cm) mais moins uniforme : une longue phase a, une phase b articulée, comprenant même une mince veinette, une phase c pas très accentuée et une phase d + e. On peut décomposer l'ensemble en un rythme de 780 cm, un cycle symétrique de 220 cm et un cycle symétrique de 302 cm.

C y c l e V I .

Au sondage des Viviers, c'est un cycle symétrique avec phases a (très courte), b, c, d et e, et biophasse E ? à la base. Au siège des Pays-Bas, le cycle est plus long et plus complexe : phase a, courte phase b, phase c peu grossière, enfin longue phase d compliquée par des oscillations et presque entièrement transpercée de radicelles (phase e). Une subdivision en deux cycles est possible : un Dachbankzyklus inférieur et un cycle symétrique supérieur. Au siège Panama, le cycle, de 680 cm, comprend les phases a, b, c (relativement longue) et d, et est également subdivisible en deux parties : un Dachbankzyklus inférieur et un rythme supérieur.

Au siège de Baulet, le cycle, plus long qu'à l'Ouest, comporte, à la base, de courtes phases a et b, puis une longue phase c et une longue phase d. Au sommet il y a deux rythmes, de 345 cm et 77 cm respectivement.

A Hordin un cycle symétrique de 1.055 cm, contient les phases a, c (avec ravinement), d et e. La phase c montre, à sa base, un petit Sohlbankzyklus.

Etant donné le peu de renseignements fournis par le profil de Marsinne, tout ce qu'on peut dire c'est que le cycle VI renferme une puissante phase c (490 cm). Celle-ci est aussi présente dans le Massif d'Antheit, où elle atteint même 829 cm. Il n'y a, grâce à un ravinement, pas de phase b et qu'une très courte phase a, par contre une très longue phase d (718 cm), d'où de nouveau tendance vers le Sohlbankzyklus. Cette phase d peut être subdivisée en cycles plus ou moins complets du type 4 m : un cycle de 105 cm, un rythme de 98 cm, un cycle de 353 cm et un cycle symétrique de 162 cm.

Au sondage de Java, le cycle, de 1.080 cm, comprend la phase a, une longue phase b, une phase c peu tranchée, une phase d relativement épaisse, avec radicelles au sommet.

Au sondage de Ben, la suite qui a 880 cm, est entièrement argileuse, mais peut se subdiviser en deux tronçons de 450 cm et 430 cm respectivement, qui se terminent tous deux par des passées de veine sur sols de végétation relativement épais. Il y a donc là deux tronçons qui ont pris une allure acyclique.

A Rieudotte, l'allure cyclique est mieux marquée mais la partie supérieure manque par défaut d'observations.

A Argenteau, il y a un beau Dachbankzyklus. A la Berwinne le cycle a sa culmination granulométrique placée très haut; il montre la biophase B à sa base. A Argenteau le cycle se termine simplement par une passée de veine; à la Berwinne il y a une veinette qui est encore suivie par un schiste faiblement sableux à plantes.

Dans l'ensemble, le cycle VI est le plus épais dans le massif d'Antheit où il comporte en outre, près de sa base, un fort ravinement. Vers l'Est et l'Ouest il passe à des allures cycliques normales. Dans

tout le secteur étudié il se clôture par une veinette ou un sol de végétation, hormis au Panama et à Baulet.

Cycle VII.

A l'état de court rythme argileux avec racines aux Viviers, ce tronçon passe à un cycle argileux symétrique (a, b, d et e) un peu moins court aux Pays-Bas, puis à un cycle de 540 cm au Panama avec phases b, c, d et e; dans les deux derniers profils, les racines apparaissent déjà dans la phase c.

A Baulet, il y a un Sohlbankzyklus peu caractéristique avec racines au sommet, mais à Hordin, il y a de nouveau un cycle symétrique à dominance argileuse, long de 650 cm. La phase c se présente ici, comme aux Pays-Bas, sous le facies de la phase b.

Dans le massif d'Antheit, au-dessus d'une mince couche argileuse, il y a un puissant Sohlbankzyklus avec racines sur toute son épaisseur. On peut subdiviser ce dernier en trois Sohlbankzyklus ayant respectivement 291, 121 et 125 cm.

Au sondage de Java, le cycle comprend une phase b, une minime phase c, puis une longue branche de retour d avec racines vers le haut et très mince veinette.

Au sondage de Ben, le tronçon de 710 cm est très instable : un cycle de 360 cm, coiffé par un sol de végétation; un cycle quasi symétrique, de 130 cm qui a son point culminant situé très bas : schistes, mince lit de graywacke, schistes, passée de veine; puis un tronçon de 230 cm, irrégulièrement construit.

A Argenteau, le cycle VII ne peut être séparé du cycle VIII (voir sous cycle VIII).

A la Berwinne, le tronçon uniquement argileux, se divise en deux parties : la première, de 373 cm, constituée de schiste et d'une veinette, la seconde, de 204 cm, formée de schiste d'abord noir, puis normal et d'une veinette.

Cycle VIII.

Ce cycle commence dans le secteur Ouest par une incursion marine à biophase C, voire B. Aux Viviers, il est relativement long, asymétrique, à forte dominance argileuse; la biophase D succède à la biophase C. Aux Pays-Bas, le cycle, un peu moins long, est plus solidement charpenté, mais divisible en cycles de rang inférieur : d'abord un Dachbankzyklus, fortement argileux, à biophase C puis D, ensuite un cycle plus court avec barre graywackeuse en tête, et biophases C à la base, puis D, ensuite un cycle symétrique avec courte phase d, enfin tronçon argileux à biophases E, puis D, annonçant l'invasion marine du Reticuloceras bilingue. Au Panama, le cycle a encore 740 cm de puissance, avec phases a (plus courte qu'aux Pays-Bas et surtout aux Viviers), b, c, d et biophases B et D dans la lirrhopase a. Il est divisible en cycles de rang inférieur : un rythme de 370 cm correspondant aux phases a et b du cycle majeur, un Sohlbankzyklus de 100 cm constitué de schiste très sableux, puis de schiste de moins en moins sableux, et un second Sohlbankzyklus, les deux derniers tronçons correspondant aux phases c et d du cycle majeur; le cycle se termine par un schiste très sableux à radicules et un ganister très mince.

A Baulet, le tronçon est devenu irrégulier. Ses 735 cm peuvent être divisés en un cycle de 165 cm, une couche de 330 cm et un Sohlbankrhythmus de 240 cm, qui pourrait correspondre au tronçon supérieur du Panama.

A Hordin, le cycle n'a plus que 415 cm et est presque parfaitement symétrique, avec sol de végétation en haut.

A Antheit, un cycle de 805 cm est formé d'une phase a avec courte biophase E, d'une phase b très irrégulière, d'une phase c, et d'une branche de retour avec sol de végétation. Il se subdivise en un premier cycle de 511 cm, où la phase a est largement prédominante, suivie d'une phase b et d'une courte branche de retour, puis un second cycle, Dachbankzyklus de 110 cm, passant graduellement du schiste

faiblement sableux à la graywacke, un troisième cycle ou second Dachbankzyklus, de 130 cm, avec du schiste très sableux suivi de graywacke, enfin un cycle symétrique, de 54 cm, formé d'un mince lit de schiste sableux, de graywacke à racines, et de schiste très sableux à racines.

Au sondage de Java, le cycle n'est pas très typique. Une phase a avec biophase E, débute par du schiste noir, devenant ensuite gris foncé; ensuite viennent des schistes très sableux et des schistes sableux couronnés par un mince lit de schiste très sableux à radicelles; puis une alternance de schistes plus ou moins sableux, avec au sommet de rares radicelles. En somme on peut diviser ce tronçon en deux cycles peu typiques, de 505 cm et 85 cm respectivement, à hauteur de la passée de veine intermédiaire.

Au sondage de Ben, il n'y a qu'un rythme à dominance argileuse, avec racines descendant jusqu'à mi-hauteur.

A la Berwinne, un cycle de 800 cm ne peut être analysé car il n'a pas été levé en détail. Il se termine par un quartzite à radicelles (ganister).

A Argenteau, la série correspondant aux cycles VII et VIII a l'aspect d'un cycle unique. Toutefois cette partie du profil, correspondant à la vallée d'un affluent de la Meuse, n'a pu être levée avec la même précision que les autres parties. Aussi, contenterons-nous de dire que le tronçon débute par du schiste gris à biophase D et qu'il se termine par un mince banc (11 cm) de graywacke à radicelles surmontant du schiste bourré de radicelles. Ce mince banc de graywacke correspond au ganister de la Berwinne.

Cycle du type 60 m.

La phase argileuse inférieure α du cycle de 60 m s'étend partout jusque et y compris la phase a du troisième cycle. Au Panama elle monte nettement jusqu'à la phase a du quatrième cycle. Cette phase inférieure est presque exclusivement argileuse, sauf dans la région

nord du district d'Andenne, avec un maximum granulométrique dans le massif d'Antheit.

A cause de cette teneur en argile extrêmement forte, la cycli-
cité est peu ou pas apparente dans cette partie inférieure du cycle de
60 m. Si on peut encore distinguer avec peine des cycles du type 10 m,
ceux du type 4 m sont totalement indiscernables, sauf peut-être dans
les secteurs plus sableux (Antheit).

Avec cette argilosité générale va de pair une certaine influ-
ence marine, moindre cependant que dans les divisions inférieure et su-
périeure. La biophase A fait en effet rapidement place à la biophase D.
A l'Ouest cependant (Viviers, Panama), des récurrences des biophases C
et même B reviennent dans les trois premiers cycles. Au centre et à
l'Est, par contre, la biophase E fait son apparition dès le premier ou
le deuxième cycle et revient à plusieurs reprises.

La partie inférieure du cycle de 60 m est totalement dépourvue
de veinette de charbon et même de sol à racines. Une seule exception à
cette règle : à Baulet, une veinette de 10 cm coiffe un sol de végéta-
tion de 2 m environ vers le sommet du deuxième cycle. Mais on s'est
déjà rendu compte du caractère presque toujours aberrant de ce profil.

La partie moyenne sableuse *B* du cycle du type 60 m est magni-
fiquement représentée, surtout dans le district d'Andenne, mais aussi à
l'Ouest et, à un moindre degré, à l'Est. L'abondance des grès en gros
bancs, des conglomérats, des oscillations grès - graywackes - schistes
sableux, des surfaces ravinantes parfois profondes et brusques, témoi-
gnent de l'allure fluviatile souvent à cours rapide de la sédimentation
à cette époque. La fréquence des ravinements accompagnés d'érosion dont
on ignore la profondeur, rendent les raccords difficiles de colonne à
colonne. Les cycles de 10 m en sont perturbés au point que leur phase
b voire a, manque la plupart du temps, et qu'ils prennent de ce fait,
en tout ou en partie, l'aspect de Sohlbankzyklus. Les cycles du type
4 m sont encore observables dans les phases c et d des cycles de 10 m,

mais souvent ils sont peu typiques ou ont un aspect de Sohlbankzyklus.

L'influence marine n'est perceptible, dans cette phase médiane, qu'à l'Ouest et à l'Est. La base du quatrième cycle est soulignée au Panama par la biophase C, à Baulet par A, à Hordin par B, à Argenteau par C. A l'Est, la proximité de la mer perdure : biophase C à Argenteau au cinquième cycle, biophase B à la Berwinne au sixième cycle. A l'Ouest par contre (Panama), la biophase E réapparaît vers ces niveaux. Au centre (district d'Andenne), la faune n'a pas pu s'installer dans les moments de quiétude entre deux régimes à forts courants.

La formation de tourbe a été plus active à l'Ouest et à l'Est (Berwinne) qu'au centre. Elle s'est peut-être formée aussi au centre mais a été érodée. Toutefois, les sols de végétation sont plus courts et moins bien fournis en racines que ceux des côtés Est et Ouest.

La phase argileuse supérieure γ du cycle de 60 m débute en général avec la phase d du sixième cycle, sauf peut-être au Panama, où elle semble commencer avec la phase d du septième cycle. C'est là aussi que débute, en effet, la forte proportion de racines dans les sédiments, caractéristique de cette phase supérieure dans une grande partie de la région. Les veinettes et les sols de végétation se suivent à une cadence rapide.

A l'Ouest, la base du dernier (huitième) cycle est caractérisée par sa biophase marine atténuée (C ou B) annonçant la grande transgression de la mer à R. bilingue. Au centre, ce même cycle a une base à biophase E; à l'Est, la base est un niveau à plantes.

Les cycles de 10 m sont en général plus courts que dans les phases inférieures. Les cycles de 4 m sont souvent bien développés mais il est impossible de les suivre latéralement même sur des distances d'un kilomètre.

■

■ ■

QUATRIÈME DIVISION (Planche IV)

Cycle du type 60 m

compris entre

les horizons à Reticuloceras bilingue et à Reticuloceras superbilingue.

La limite inférieure de cette division est une limite bien nette, qui correspond à l'horizon marin communément appelé en Belgique horizon à Reticuloceras bilingue. Des Reticuloceras de cette espèce ont été récoltés dans dix des onze profils de la planche IV qui ont atteint la base de la division. Le profil qui n'a pas fourni de goniatites est le sondage de Ben, qui appartient au district d'Andenne, lequel a été bien étudié en plusieurs autres profils; aussi il ne fait aucun doute que des bancs marins à biophase B, isolés au milieu de la longue suite à plantes, y correspondent à l'horizon à R. bilingue; en effet dans le district d'Andenne les R. bilingue ne sont guère abondants et il n'est pas étonnant qu'ils n'aient pas été recueillis dans les carottes de sondage en même temps que les lingules et lamellibranches qui furent trouvés dans l'horizon marin.

Une révision récente par J. BOUCKAERT des Reticuloceras de la zone R₂ a fait voir qu'il existe en Belgique, comme en Grande-Bretagne, diverses formes voisines de Reticuloceras du groupe bilingue et notamment les deux formes R. reticulatum mut. β BISAT = R. bilingue (SALTER) et R. reticulatum late mut. β BISAT = R. wrighti HUDSON. Il semble que les Reticuloceras des profils Berwinne et Argenteau appartiendraient à la forme bilingue vraie, alors que ceux du profil Panama, par exemple seraient des wrighti. Dans le temps, le wrighti apparait après le bilingue sensu stricto, de sorte que la limite inférieure de nos profils pourrait ne pas être partout absolument synchrone. Ceci n'est cependant pas de nature à nous gêner dans nos recherches stratigraphiques. En effet, tout d'abord le non synchronisme n'est pas certain car on sait qu'en Grande-Bretagne les deux formes incriminées peuvent co-exister au

même niveau; or en Belgique l'étude n'a pas été poussée assez à fond pour pouvoir dire que cela n'est pas le cas aussi, dans certains de nos profils tout au moins. Ensuite, s'il y a décalage dans le temps, celui-ci est, géologiquement parlant, très court. Enfin, il n'y a pas de raison qui nous oblige à admettre que les limites des cycles de 60 m - pas plus que celles des cycles d'autres types - soient toujours et partout absolument synchrones.

La limite supérieure de cette division est de nouveau une limite bien nette, qui correspond à l'horizon marin communément appelé en Belgique horizon à R. superbilingue. Il reste cependant un doute quant à l'identification irréfutable de cet horizon dans tous les districts, car dans certains de ceux-ci, il y a deux niveaux renfermant R. superbilingue sensu largo et qui contiennent, en outre, tous deux Gastrioceras sp. C'est pour cette raison que le niveau (unique) à R. superbilingue (sensu stricto) dans le district d'Andenne a été récemment baptisé "Horizon de Nivoie" (LAMBRECHT et van LECKWIJCK 1960).

R. superbilingue a été recueilli dans huit des dix profils de la planche IV qui ont atteint le sommet de la division. Il n'est pas étonnant que le niveau correspondant au sondage des Viviers, qui a révélé cependant une faune bien développée, comprenant même cf. Homoceras striolatum, n'ait pas fourni R. superbilingue, car cette goniatite est extrêmement rare à ce niveau dans les profils voisins : Pays-Bas (deux exemplaires), Panama (un exemplaire). Il est, en revanche, plus surprenant que dans la galerie de Hordin on n'ait pu, malgré des recherches minutieuses, repérer un gîte à faune abondante et variée. Il semble, en effet, curieux (mais non impossible) que cet horizon, partout à faune diversifiée et étalée sur une hauteur relativement grande, se réduise ici à un banc à lingules. Peut-être la galerie de Hordin n'a-t-elle pas traversé l'horizon à R. superbilingue du fait qu'elle aurait recoupé trop bas l'axe du synclinal qui le contient. Quoi qu'il en

soit il faut tenir pour douteux le profil de Hordin sur la planche IV, surtout en ce qui concerne son sommet.

P r e m i e r c y c l e d u t y p e 1 0 m .

Suivant la règle, le début de la sédimentation est à très forte prédominance argileuse. D'où il résulte que les deux premiers cycles ne sont séparables que lorsqu'une étude très minutieuse de la lithologie et/ou de la faune a été effectuée.

Aux Viviers, à Baulet, à Hordin, la séparation apparaît impossible. Aux Pays-Bas, au Panama, à Ben, à Argenteau et à la Berwinne⁽¹⁾, le sommet du premier cycle se reconnaît grâce à un léger accroissement de la teneur en sable, suivi d'une diminution rapide. Au sondage de Java, la teneur en sable s'accroît progressivement depuis la phase b du premier cycle jusqu'à la fin du deuxième cycle, de sorte qu'on obtient un tronçon ayant l'aspect d'un cycle unique de 2.430 cm.

Dans le seul profil du massif d'Antheit, le premier tronçon apparaît tout de suite avec netteté grâce à un apport plus précoce de sable. On obtient ainsi un cycle de 1.470 cm, avec phase a relativement longue (670 cm), suivi d'un ensemble irrégulier où les phases b, c, d, sont difficiles à distinguer entre elles mais où on pourrait tenter une subdivision en quatre cycles de rang inférieur (esquissée sur la planche IV.).

(1) A la Berwinne on a observé une intercalation plus sableuse vers le milieu du banc 3, puissant de 1.300 cm. Aux Pays-Bas, un schiste argileux, qui a fourni deux Nuculidés, surmonte un schiste doux à très fines straticules sableuses. Dans un autre travail (FIEGE et van LECKWIJCK 1967), nous avons adopté une limite différente entre les cycles I et II: aux Viviers et aux Pays-Bas sous la première couche à Biophase B₁, au Panama sous la première couche à biophase B₂. Nous nous sommes basés là sur une variation dans le caractère marin au lieu d'une variation dans la teneur en sable.

En général le caractère argileux persistant va de pair avec la nature marine persistante des sédiments. A la biophase A succèdent généralement, sur une grande hauteur, les biophases B et C. A Argenteau, la phase B commence vers le milieu du premier cycle, la phase C à la fin et perdure dans le deuxième cycle. Il doit en être à peu près de même à la Berwinne (biophase A contrôlée sur 60 cm), au siège Panama, aux Pays-Bas et, dans une moindre mesure, aux Viviers.

Dans le district d'Andenne, en revanche, la hauteur de l'horizon marin est très restreinte. Dans le massif d'Antheit une biophase A pauvre (rares débris de lingules et de Reticuloceras) de 7 à 12cm, est suivie de la biophase A sur 7 cm, puis de la biophase B sur un mètre, enfin de la biophase D. Dans le massif de Marsinne, il y a d'abord 25 cm de biophase C, puis 50 cm (?) de biophase A, puis la biophase D. Au sondage de Java, le profil débute par 10 cm de biophase A bien nette, puis on passe, semble-t-il, graduellement à la biophase B et peut-être aux phases C et D sur une hauteur peu importante. Nous avons déjà dit qu'au sondage de Ben, la biophase A n'avait pas été repérée; une biophase B y règne sur 380 cm environ, puis est remplacée par la biophase D.

C y c l e I I.

Ici, encore, il y a quelques difficultés à séparer le cycle II du cycle III dans certains profils, notamment dans le massif d'Antheit, car, on verra, en consultant la planche IV, que toutes les couches surmontant le pseudo-Grès de Gives jusqu'à la Grande Veine de Java ont bien l'aspect d'une longue branche de retour d'un cycle du type 10 m; idem probablement pour le massif de Marsinne. La limite tracée sur le profil Panama n'est pas bien convaincante non plus, mais pourrait se justifier par comparaison avec le profil Pays-Bas.

A Argenteau, il s'agit d'un cycle complexe de 1.270 cm, avec phase a bien nette, phase b longue mais irrégulière, et phase c constituée par une alternance de bancs de graywacke et de schiste ± sa-

bleux. Cette lithophase c est une succession presque continue de Kleinzyklen, comme indiqué sur la planche IV. La phase b est caractérisée par des oscillations toujours répétées de la teneur en sable, quoique la roche conserve toujours l'allure d'un schiste; la biophase C y précède la biophase D qui atteint le sommet de la lithophase b. Dans le lithophase c, la partie supérieure fait voir un rapprochement des barres de graywacke; une barre plus épaisse que les autres pourrait y être prise comme point de rebroussement, au-delà duquel se situerait alors la phase de retour d.

A la Berwinne, le tronçon est aussi complexe qu'à Argenteau. Il se termine de façon semblable à celle d'Argenteau, par une couche de schiste sableux encadrée de deux minces barres de graywacke à granulométrie décroissante vers le haut (Kleinzyklus).

Au sondage de Ben, on peut tracer le sommet du deuxième cycle soit à la base du banc 48c, soit à celle du banc 46b à Planolites. Dans le second cas il s'agit d'un cycle irrégulier. La comparaison, pas très convaincante, avec les colonnes du sondage de Java et d'Antheit nous a fait préférer la seconde hypothèse.

A Java, le cycle II, comme déjà dit, ne se laisse pas séparer du cycle I, sans doute parce que le banc 13 n'a pas été décrit dans le détail; ce banc complexe comporte en effet du schiste sableux stratifié et du schiste gris-noir doux.

Dans le massif d'Antheit, le cycle II possède une phase a bien marquée, une longue phase b à oscillations de schiste + sableux, une phase c composée de graywackes (les "pseudo-Grès de Gives"); ces graywackes deviennent argileuses vers le haut, d'où présence d'une phase d et peu de netteté dans la séparation avec le cycle suivant. Les pseudo-Grès de Gives se retrouvent à Marsinne.

Au Panama, le deuxième cycle, qui se termine aussi par un banc de graywacke, a l'allure d'un Dachbankzyklus, de même qu'aux Pays-Bas.

Cycle III.

Le troisième cycle s'achève pratiquement partout par un épisode palustre : Grande Veine de Java ou veinette ou tout au moins passée de veine. Le sondage de Java fait exception à cette règle; encore est-il possible qu'un sol de végétation, voire une veinette existe ici : ce sol et cette veinette seraient compris dans les 330 cm de terrain houiller qui n'ont pas été carottés sous les alluvions de la Meuse et qui sont désignés par le sondeur sous l'appellation "schiste noir" (1). Cet épisode palustre est, dans chaque profil, le premier à partir de la base du cycle de 60 m.

La base du troisième cycle est, en revanche, différente d'un profil à l'autre. La biophase B est présente à Java, la biophase D à Ben, à Argenteau et à la Berwinne. Aux Pays-Bas, la biophase C apparaît plus haut dans le cycle, qui a une longue lithophase a. Dans le massif d'Antheit et au Panama, comme nous l'avons vu, la base du cycle est peu tranchée et correspond à un schiste très sableux straticulé; aussi dans ces deux profils, le troisième tronçon a quelque peu l'allure d'un Sohlbankzyklus. Dans les autres colonnes, la base du troisième tronçon est indiscernable. Les six cycles n° III bien délimités se ressemblent deux à deux, Pays-Bas et Ben, Java et Argenteau, Panama et massif d'Antheit.

A Ben, le cycle est symétrique, à prédominance argileuse, avec longue phase a, assez courte phase c sous facies b mais avec minces intercalations de graywacke, et phase de retour d. Les racines se suivent vers le bas jusque dans le milieu de la phase c. Aux Pays-Bas, même tableau, mais avec phase c sous son facies propre : mince barre de grès dans un complexe de schistes plus ou moins sableux; même remarque pour les racines.

(1) Dans la coupe de la Berwinne, l'existence de radicelles n'a pas fait l'objet de recherches.

A Argenteau et à Java, le cycle est nettement plus sableux et, de ce fait, très fortement et typiquement articulé. A Argenteau, il peut être subdivisé en cinq rythmes du type 4 m, tous bien individualisés : un premier cycle : ab, c (très court), de 22' cm, avec biophase D à la base; un deuxième rythme : b, c (avec oscillations), de 187 cm; un troisième rythme : b (très court), c (avec oscillations), de 188 cm; un quatrième rythme : b, c (court), de 164 cm; un cinquième rythme : b (long), c (avec limite inférieure très brusque et une surface interne ravinante), de 290 cm, avec biophase B à la base, en conformité avec la longueur de la première phase, et racines au sommet. Au sondage de Java, qui a été décrit avec moins de détails, on peut retrouver les cinq rythmes : a, c; a, c; a, c; b, c; b, ce dernier incomplet peut-être à cause du défaut de carottage déjà signalé.

Au Panama et dans le massif d'Antheit, la teneur en sable est plus généralisée et de ce fait le cycle perd son caractère articulé. Il prend l'allure d'un Sohlbankzyklus, le facies c ayant envahi les phases a, b, c, et une phase d bien marquée terminant le tronçon. Au Panama, le cycle commence par un banc de schiste sableux straticulé, passant à la graywacke argileuse; ensuite le Sohlbankzyklus s'ouvre par un gros banc de graywacke (phase c), auquel succède la phase d : d'abord un gros banc de graywacke argileuse; puis une alternance de schiste sableux à faiblement sableux; puis du schiste très sableux straticulé; enfin du schiste normal précédant une veinette de 15 cm. Les trois couches supérieures constituent un court Sohlbankzyklus, dont on trouve un aspect équivalent aux Pays-Bas. Les racines occupent presque les deux tiers de la phase d. Dans le massif d'Antheit, le Sohlbankzyklus envahit tout le tronçon : phase c : 430 cm de schiste sableux à très sableux, straticulé, phase d : 200 cm de schiste sableux, devenant de moins en moins sableux vers le haut; phase e très complexe : 60 cm de schiste gris-noir, à débris végétaux entassés et nombreuses radicelles, 50 cm de schiste noir à faustrage de débris végétaux et à radicelles, 20 cm de schiste gris-noir criblé de radicelles, 80 cm de

schiste charbonneux, + 50 cm de charbon barré. Dans le massif de Marsinne, on retrouve le même complexe charbonneux : au-dessus de 70 cm de schiste très sableux à radicelles, il y a 50 cm de charbon barré, 40 cm de schiste gris à abondants débris végétaux et à radicelles, 13 cm de schiste noir à lits de charbon, 75 cm de schiste gris, 45 cm de schiste faiblement sableux, 46 cm de schiste gris-noir, les trois derniers schistes étant à feutrage de débris végétaux et à radicelles, 27 cm de charbon schisteux et de schiste charbonneux.

En résumé, nous avons donc pendant ce troisième cycle, une première région (Pays-Bas, Ben et Berwinne) où régnait le calme, à peine perturbé vers la fin par un épisode à courant relativement rapide; une deuxième région (Argenteau, Java) où des courants + faibles et forts alternaient durant presque toute l'époque avec des intervalles de calme surtout à la base, et une troisième région (Panama, Antheit et sans doute Marsinne) où les courants forts sévissent dès l'aurore de l'époque mais vont ensuite en s'atténuant, grâce au comblement du bassin qui permet l'installation de marécages perdurant pendant un temps assez long.

Cycle I V.

La biophase C est souvent présente à la base de ce cycle : Pays-Bas, Panama, Ben, Argenteau. Mais elle n'existe pas dans les massifs de Marsinne et d'Antheit au-dessus du puissant complexe marécageux de Grande Veine de Java, où un toit très riche en végétaux lui est substitué.

Ce cycle est de nouveau variable suivant les endroits. A Argenteau, il se subdivise, comme le cycle sous-jacent, en une suite de rythmes ou cycles : un premier cycle : ab (long), c (court), d (très court), de 230 cm, avec biophase C, puis D à la base, et rares radicelles au sommet; un deuxième cycle symétrique : ab, c (assez long avec oscillations), d (coiffé d'une barre de graywacke argileuse), de

385 cm, avec biophases D, puis B à la base; un troisième rythme : a (long), b (court), de 300 cm; un quatrième rythme : ab (long), c (court et calcareux), de 253 cm, avec biophase B à la base. Dans l'ensemble, et surtout dans ses deux subdivisions supérieures, le cycle du type 10 m est plus argileux que le précédent; ceci est reflété aussi par la présence de la biophase C ou B dans trois des subdivisions.

Dans les autres profils on ne retrouve pas ce démembrement caractérisé du quatrième cycle. A Ben, celui-ci est à forte dominance argileuse, comme le cycle précédent; il s'agit en fait d'un cycle avec très longue phase a, couronnée par une barre de graywacke (phase c) qui passe rapidement à une très courte phase d. La nature du sédiment est encore plus argileuse au sondage des Viviers, où le tronçon n'est plus qu'un cycle à peine différencié par la teinte du schiste.

Dans les autres profils, le cycle IV a l'allure d'un Dachbankzyklus : massif d'Antheit, Panama, Pays-Bas, avec dans ces derniers possibilité de détacher, au sommet, un court rythme de rang subalterne.

A l'Ouest (Viviers, Pays-Bas, Panama, Baulet), le tronçon se termine par un puissant sol de végétation, qui n'est surmonté que d'une passée de veine, atteignant 1 cm aux Pays-Bas. Plus à l'Est, ce sol n'apparaît plus.

Cycle V.

Ce tronçon est presque partout à prépondérance argileuse mais divisible en deux sous-tronçons.

A Argenteau, le tronçon, de 760 cm, pratiquement entièrement argileux, comporte, à 300 cm de la base, un lit de schiste faiblement sableux de 30 cm permettant la séparation en deux sous-tronçons (V^1 et V^2) et, à l'extrême sommet, un mince lit de graywacke, à texture de Kleinzyklus, formant transition avec le cycle suivant. La biophase D

revient plusieurs fois. On obtient ainsi deux rythmes très peu développés.

Au sondage de Ben, la suite argileuse est continue, avec, vers le milieu, une couche de 20 cm de schiste noir qui correspond au début du sous-tronçon supérieur, qu'on peut considérer comme un rythme mal développé. Le sommet du schiste 37c précédant, à Ben, le schiste noir est quartzitique et avec perforations à remplissage sableux, indiquant peut-être une émergence locale.

Aux Viviers, la séquence est continuellement schisteuse et longtemps marine (biophases C et B). Une division en deux sous-tronçons est possible grâce à la présence, non loin de la base et au sommet, de bancs de schiste faiblement sableux.

Aux Pays-Bas, le tronçon est toujours très argileux et très souvent marin (biophases B, C, D), mais la division en deux sous-tronçons rythmiques y est mieux marquée par une veinette soulignée d'un sol de végétation relativement sableux. Le toit du sous-tronçon V² est constitué de schiste faiblement sableux, mais sans radicales, alors qu'aux Viviers celles-ci sont présentes.

A Baulet, la succession argileuse est curieusement interrompue par une barre de quartzite et grès graywackeux, produisant de nouveau une division en deux tranches, celle du dessus n'étant apparemment que argileuse. Remarquons que dans tous ces profils la limite entre les deux sous-tronçons se situe à peu près au même niveau, soit dans le deuxième quart à partir du bas.

Au Panama et dans le massif d'Antheit, la subdivision en deux tronçons n'est pas décelable, ni dans la galerie de Gives pour autant qu'on puisse en juger car la base manque ici. Les suites au Panama et à Gives sont des cycles à phase de retour d très courte; au Panama, la phase bc est aussi très réduite, la phase argileuse a étant très longue et monotone, avec biophase B persistante. Les deux profils comportent un sol à racines, mais si celui-ci est coiffé à Gives d'une

mince veinette, au Panama il est surmonté immédiatement par un lit de schiste faiblement sableux à biophase C, précédant le schiste normal à biophase B que nous prenons comme base du cycle suivant.

Dans le massif d'Antheit, le cycle est symétrique, avec phase c vers le milieu et longues phases d et e; les racines effleurent le sommet de la phase c.

Cycle VI.

Dans la plupart des profils, ce tronçon est court et se présente sous l'aspect d'un cycle du type 4 m. Au centre et à l'Est il s'achève par un épisode palustre : Petite Veine de Java (ou de Gives) ou veinette ou tout au moins passée de veine. A l'Ouest, en revanche, cet épisode palustre n'a été constaté qu'aux Viviers, et la base est marine : biophase B aux Pays-Bas et au Panama, biophase C aux Viviers et à Baulet. Là où la biophase B caractérise sa base, le tronçon présente la plus grande puissance. Ajoutons que dans le sondage de Ben, une longue suite intégralement argileuse ne permet pas de tracer la limite entre les cycles VI et VII. Ici aussi d'ailleurs le sixième tronçon présente la biophase B à sa base.

Dans le Nord et le centre du district d'Andenne, le court tronçon VI est à dominance sableuse. Dans le massif d'Antheit, on a affaire à un cycle avec phase a minuscule, phase b démesurément longue et fort sableuse, courte phase c avec racines, phase e. Dans le massif de Marsinne la phase a est encore très petite, la phase b devient de puissance normale mais est assez irrégulière, la phase c prend largement la prédominance et est suivie sans transition par la phase e. Dans la galerie de Gives, par disparition des phases a et b, le tronçon prend l'allure d'un Sohlbankzyklus, car une phase d très sableuse s'intercale entre le gros banc de grès de la phase c et le charbon de la phase e; la totalité du cycle est parcourue de racines.

A Argenteau, le tronçon est un rythme : une longue couche de

schiste, à nodules de sidérose et radicelles dans sa partie supérieure y est très fortement ravinée par une graywacke à radicelles et à surface inférieure très irrégulière. Un mince lit charbonneux coiffe le gros banc de graywacke.

A Baulet un puissant banc de grès ravine de la même façon un schiste avec biophase C, dont l'épaisseur est ainsi fort réduite.

Aux Viviers, le tronçon, continuellement argileux, comporte une base de teinte plus noire et à biophase ? C, qui permet tout juste de définir l'ensemble comme un cycle très peu marqué. Au Panama et aux Pays-Bas on peut diviser le tronçon VI en deux parties à peu près égales. Aux Pays-Bas une étude minutieuse a permis de distinguer dans la séquence argileuse monotone, deux bancs, l'un faiblement, l'autre très faiblement sableux, ce dernier à biophase C. Au Panama, le tableau est très semblable au précédent; la longue série argileuse comporte un banc faiblement sableux et, au sommet, de minces intercalations peu sableuses. La biophase B suivie de la biophase C caractérisent le premier sous-tronçon, la biophase C, seule, le second. Ces deux sous-tronçons peuvent être considérés, tant au Panama qu'aux Pays-Bas, comme des rythmes peu marqués.

Cycle VII.

C'est une séquence assez variable en puissance et en composition, qui se clôture, sauf dans le nord et le centre du district d'Andenne, par un sol de végétation, très rarement coiffé par une veinette atteignant une certaine couverture. Une biophase faiblement marine (C) n'est présente à la base qu'à l'extrémité ouest (Viviers) et une phase D à Gives dans le centre.

Le cycle est le mieux développé dans la galerie de Gives. A la base, schiste avec biophase D, puis schiste sableux, puis schiste très sableux avec joints très doux à Planolites et une coquille de lamelibranche en position de vie (biophase E ?), puis schiste sableux

straticulé, à biophase D, puis de nouveau schiste très sableux straticulé, puis schiste très faiblement sableux avec une intercalation sableuse. On y reconnaît les phases a, b, c (peu accusée), d. Il y a une faible indication d'une subdivision en deux cycles de rang inférieur, chacun montrant une biophase D à la base; le sous-tronçon inférieur est un Dachbankzyklus, le sous-tronçon supérieur un cycle symétrique.

Dans le massif d'Antheit, la séquence est mal développée; le schiste de base passe assez rapidement à du schiste faiblement sableux, straticulé avec lits plus sableux.

A Marsinne, le développement est plus net et permet de nouveau une subdivision en deux parties, qui ne sont pas à mettre en parallèle avec celles de Gives. A la base un beau Dachbankzyklus, court (100 cm), mais très régulièrement croissant, puis un second Dachbankzyklus, nettement plus long (653 cm) mais irrégulier.

Au sondage de Ben, la suite qui correspond aux cycles VI et VII est purement argileuse, sauf à l'extrême sommet, où surgit une mince barre (17 cm) de quartzite, au-dessous de laquelle le schiste est traversé de radicules.

A Argenteau, le tronçon ressemble, en plus court, à celui qui le précède : schiste sableux à radicules, ravinement important, barre de graywacke à radicules et à surface inférieure irrégulière, mince lit charbonneux.

Au siège Panama, la suite, de 700 cm, est argileuse avec un lent accroissement de la teneur en sable. Le point de rebroussement est un schiste sableux avec bandes graywackeuses irrégulières. La phase de retour est assez sableuse. Des racines descendent jusque dans le sommet de la phase b.

Aux Pays-Bas, le développement est très semblable; l'accroissement de la teneur en sable y est encore plus lent.

Aux Viviers, la suite est purement argileuse, mais une allure cyclique très peu accusée se laisse deviner. Deux sols de végétation permettent une division en deux sous-tranches.

Cycle VIII.

Il est souvent fort court, ayant alors l'allure d'un cycle du type 4 m, mais il est généralement bien marqué.

A Argenteau, il s'agit d'une série argileuse de 692 cm, commençant par du schiste normal, se continuant par du schiste très faiblement sableux et se terminant par du schiste faiblement sableux, stratifié au sommet. Dans la lithopase a il y a, à la base, la biopase D et, plus haut, des restes de lamellibranches (biopase E ?).

Au sondage de Ben, il y a également une suite schisteuse monotone, de 560 cm, avec biopase D à la base. La description ne permet pas de dire si on peut y déceler les fines subdivisions relevées à Argenteau dans cet ensemble argileux.

A Gives, le tronçon, beaucoup plus court (240 cm), fait voir un cycle symétrique plutôt argileux avec point de rebroussement situé fort bas. A la base, un débris de coquille (biopase E ?).

Dans le massif d'Antheit, le cycle est symétrique aussi, mais avec lithopase c mieux accusée et reportée vers le sommet, et avec biopase C certaine à la base.

A Marsinne, le cycle est parfaitement symétrique, se divisant en trois phases a, b, d, d'épaisseur fort similaire. C'est, curieusement, dans la phase médiane b que se localisent les radicales.

A Baulet, on retrouve un cycle parfaitement symétrique se divisant en quatre phases a, c, d et e beaucoup mieux tranchées qu'à Marsinne. Les racines se localisent aussi dans la phase médiane c, mais se poursuivent dans l'extrême base de la phase d, laquelle base englobe aussi une mince veinette (5 cm) (phase e).

Au Panama, il y a un cycle bien développé, symétrique, avec phase a (et biophases B puis C), phase b (avec racines au sommet), phase c (avec racines), phase d complexe : schiste faiblement sableux à racines (12 cm), veinette de 17 cm, schiste à débris végétaux et à radicules (10 cm), passée de veine.

Aux Pays-Bas, le développement est assez semblable avec phase a (et biophases B puis C), phases b, c et d (toutes avec racines).

Aux Viviers, longue suite argileuse avec biophase C à la base, puis biophase D surmontée immédiatement d'un épais sol de végétation; phase e assez bien marquée (17 cm).

Il est à noter que ce dernier cycle ne se termine par une phase e ou un sol de végétation que dans le secteur ouest. En d'autres termes, au centre et à l'Est, l'important horizon marin à Reticuloceras superbilingue ne repose pas sur une veine ou passée de veine, mais surgit en pleine suite stérile, généralement argileuse.

Il nous paraît utile, en terminant la description des cycles individuels, de préciser que nous sommes bien d'accord que la parallélisation figurée à partir de la partie supérieure du cycle VI n'est qu'une des solutions qu'on pourrait adopter pour ce tronçon assez complexe. Il est certain que pour d'autres tronçons on pourrait aussi trouver d'autres solutions que celle que nous avons représentée, et aussi que la division en cycles est souvent délicate et parfois impossible. Cela n'enlève rien, cependant, à la généralité de la cyclicité et aux possibilités de corrélations qu'elle offre.

Cycle du type 60 m.

La puissance du cycle varie relativement peu d'un bout à l'autre de l'aire étudiée : 54 m en moyenne dans le district de Charle-roi, 46 m dans la Basse Sambre, 64 m en moyenne à Andenne, 62 m à Ar-

genteau (district de Liège). Là où les coupes sont suffisamment nombreuses, on observe dans les districts une augmentation d'épaisseur du Nord vers le Sud (voir planche IV) : Charleroi : 51m50 aux Viviers, 54m50 aux Pays-Bas, 56m50 au Panama; Andenne : 58m20 à Marsinne, 62m40 à Antheit, 71m00 à Ben, avec probablement une valeur intermédiaire pour Java, où le profil n'a pu être recoupé en entier par le sondage.

Le cycle est partout bien divisible en ses trois phases : phase argileuse inférieure α , phase sableuse médiane β , phase argileuse supérieure γ . Dans l'ensemble cependant, tant le cycle entier que sa phase moyenne β , ont vis-à-vis du cycle précédent un caractère moins sableux, mis en lumière par une puissance moindre et une granulométrie plus fine des épisodes sableux et par l'allure basale moins fréquemment ravinante et jamais conglomératique de ceux-ci.

Cette argilosité plus prononcée va de pair avec un caractère marin plus accentué. Les biophases B, C, D, réapparaissent à plusieurs reprises tout le long des profils, hormis dans le secteur nord du district d'Andenne. Si on ajoute à ce qui précède que la biophase E n'a été observée nulle part avec certitude (deux gîtes douteux près du sommet des profils Gives et Argenteau), on voit combien ce cycle de 60 m diffère du précédent, où la biophase E apparaît dès la phase α , si pas dès le premier cycle du type 10 m (Marsinne). Il se rapproche, en revanche, plus de la moitié supérieure du cycle anté-précédent, dans lequel la biophase E n'a pas été repérée non plus (pl. II). Il semble donc y avoir une alternance dans le caractère plus ou moins marin des cycles de 60 m du Namurien belge à facies houiller : des cycles à invasions marines bien caractérisées, fréquentes, relativement longues (pl. II et IV) y alternent avec des cycles où les épisodes palustres, limniques et fluviatiles constituent la note dominante (pl. I et III), les incursions marines étant courtes, très espacées, souvent localisées, toujours à faune plus ou moins pauvre. Les cycles du premier genre, c'est-à-dire à épisodes marins plus marqués, ont en moyenne des puissances moindres que les seconds.

La phase inférieure α du cycle de 60 m que nous examinons est en général de nature argileuse très prononcée, d'où le fait que les cycles du type 10 m ne peuvent être distingués que là où la succession lithologique et faunique a été très minutieusement étudiée. Les différences ne se marquent que par de minimes accroissements de la teneur en sable, ou, à défaut, par la réapparition d'une biophase plus marine.

L'influence de la mer sur cette phase α est bien mise en évidence par la succession, continue ou discontinue, des biophases A à la base, puis B, C, D. Les profils du district d'Andenne font toutefois exception à cette règle; la faune marine y est confinée à la base (biophase B à Ben, biophase A ailleurs) et dès la partie supérieure du premier cycle de 10 m apparaît une phase sableuse nette et à oscillations.

La phase moyenne β du cycle de 60 m commence partout avec la phase c du deuxième cycle de 10 m, lequel comporte souvent une grosse barre sableuse vers le haut (exemples : Dachbank au Panama, pseudo-Grès de Gives dans les massifs d'Antheit et de Marsinne, groupement des bancs de graywacke à Argenteau et à la Berwinne, etc...). Le sommet de la phase sableuse β se situe à des hauteurs variables : à la phase c du quatrième cycle aux Pays-Bas, à Ben, à Argenteau; au sommet du cinquième cycle au Panama et à Hordin; au sommet du sixième cycle à Baulet et dans le nord du district d'Andenne (Marsinne, Antheit et Gives).

Dans beaucoup de profils, cette phase médiane β n'est pas très accusée, tels ceux d'Argenteau, Ben, Pays-Bas, Viviers. Elle se distingue néanmoins aisément sur les colonnes de la planche IV des deux phases encadrantes, plus uniformes.

La végétation ne s'installe que vers le milieu de cette phase β . Fait remarquable, elle apparaît dans tous les profils levés avec minutie, au même niveau : le sommet du troisième cycle; parfois cette première apparition prend immédiatement la forme d'une veine ex-

exploitable. Hormis à Ben et à Argenteau, la présence de sols de végétation est ensuite la règle au sommet des cycles de 10 m de la phase β . Ces sols sont recouverts, avec ou sans interposition d'une mince veinette, par un niveau faiblement marin (biophase C), sauf dans le nord du district d'Andenne.

La phase supérieure γ est de nouveau à prépondérance argileuse. C'est encore dans le district d'Andenne qu'on observe la plus forte teneur en sable : Marsinne, Antheit, Gives et, à un degré moindre, au Panama.

Les longs sols de végétation caractérisent la phase γ à l'Ouest et dans une moindre mesure à l'Est (Argenteau, avec ravinements). Au centre, une veinette assez conséquente souligne la base de la phase γ , mais les sols à racines sont rares ou inexistants plus haut.

C'est vers le sommet de cette phase γ qu'on a repéré deux gîtes à biophase E douteuse. C'est plutôt la biophase D et d'une manière subordonnée la biophase C qui caractérisent cette phase γ . Au Panama et aux Pays-Bas, une biophase B annonce, à la base du court huitième cycle, la grande transgression de la mer à R. superbilingue qui inaugure le cycle de 60 m suivant.

C O N S I D E R A T I O N S G E N E R A L E S .

Les développements ci-dessus nous ont montré que les cycles de 4 m ou d'ordre subalterne, s'ils peuvent parfois être suivis d'un profil jusqu'aux deux profils voisins, ne se continuent pas suffisamment loin pour pouvoir servir dans des essais de corrélation sur des distances appréciables.

Il en va autrement des cycles de 10 m. Dans la majorité des cas, nous sommes parvenus à les suivre sur toute l'étendue de l'aire examinée, avec parfois, bien entendu, une certaine indécision sur le tracé précis de leurs limites; cela a été possible tant dans le sens

EW que dans le sens NS. Dans certains cas l'allure cyclique s'efface progressivement. On voit alors le cycle passer d'abord à un rythme, puis à une suite monotone formée toute entière d'argile, ce qui indique la persistance dans le temps d'un milieu en eau calme; c'est notamment, presque toujours le cas pour le premier cycle de 10 m d'un ensemble cyclique de 60 m, l'eau calme étant alors de nature marine, généralement riche en vie animale, planctonique et/ou benthonique. Mais il se peut aussi que l'allure cyclique se complique, puis se transforme en une alternance de couches sableuses de toute gradation, complexe qu'on peut alors subdiviser en un jeu de cycles et/ou de rythmes de 4 m, qui peuvent, partiellement ou complètement, oblitérer le cycle de 10 m; ce faciès fait penser, au contraire, à des eaux peu profondes, agitées soit par des courants plus ou moins rapides, soit par des apports venus de reliefs émergés voisins plus ou moins élevés. Ces complexes sont surtout répandus dans le district d'Andenne. De telles suites à dominance sableuse peuvent, d'ailleurs, dépasser le cadre d'un cycle et chevaucher sur deux ou plusieurs cycles; la phase argileuse a reste alors absente sur de plus ou moins grandes hauteurs, soit qu'elle n'ait pas été déposée, soit qu'elle ait été érodée par wash-out ou ravinement.

Les cycles de 60 m peuvent aussi se suivre d'un bout à l'autre de la région envisagée. Le quatrième cycle de 60 m nous en fournit le plus bel exemple, puisque non seulement il conserve son allure, mais même sa puissance, qui ne s'écarte que faiblement de sa valeur théorique de 60 m (FIEGE et van LECKWIJCK 1967). Le cycle I et le cycle III se conforment aussi assez bien à la règle. Dans ceux-ci, l'influence marine est moins fréquente et moins durable que dans le cycle IV et la division II.

Cette dernière ne présente pas clairement les caractères d'un cycle du type 60 m; sa moitié inférieure ressemble à une moitié sommitale d'un tel cycle, sa moitié supérieure à une moitié basale. En effet, dans la moitié inférieure les cycles de 10 m sont courts, sou-

vent même très courts; même le premier cycle est court, il est bien structuré et donne lieu à distinction aisée d'avec le second cycle, sa phase argileuse est très réduite et sa base ne renferme qu'une faune peu abondante sur une hauteur très mince; il se termine souvent par une veinette ou une passée de veine; les cycles suivants font voir de longs sols de végétation et se clôturent plusieurs fois par une veine exploitable; les quatrièmes cycles laissent parfois soupçonner l'imminence d'une importante invasion marine. Ce sont là tous caractères de la partie sommitale d'un cycle de 60 m. De même, si on considère la moitié supérieure de la division II, on voit qu'elle débute par l'horizon marin le plus spectaculaire de toute la série : grande puissance, richesse en éléments calcaires, abondance et variété de la faune, présence de deux horizons à goniatites index, extension latérale du Calcaire à Crinoïdes de Spy, persistance en hauteur et en abondance du caractère marin même dans le district d'Andenne; hormis dans la coupe du massif de Marsinne, la dominance argileuse se maintient à travers les deuxième et troisième cycles (cycles VI et VII); aucune trace, dans toute cette seconde moitié d'un niveau à faune non marine, ni, en négligeant les passées de veine de l'extrême sommet aux Viviers et à Hordin, d'une phase palustre e. Voilà toute une série de caractères qui plaident en faveur d'une moitié basale d'un cycle de 60 m.

Nous aurions pu donc accoler la partie inférieure de la division II sur la partie terminale du premier cycle de 60 m, et la partie supérieure de la division II sous la partie basale du troisième cycle de 60 m. Ces cycles auraient alors largement dépassé la puissance de 60 m. De plus, nous avons constaté que les cycles I, III et IV se décomposent tous en huit cycles de 10 m, et que ceci est précisément le nombre de cycles auquel nous arrivons dans notre division II. Nous avons donc opté pour la présentation donnée dans ce travail, tout en étant conscient que les successions figurées sur la planche II dérogent en plusieurs points des normes que nous avons cru reconnaître dans nos cycles de 60 m.

D'ailleurs, il y a des transitions entre le type normal des cycles de 60 m et celui exposé à la division II. Déjà dans le troisième cycle de 60 m, nous observons une ingression marine vers le milieu du cycle, ici à la base du quatrième cycle de 10 m au lieu de celle du cinquième cycle. Tout en étant moins marin et moins puissant que l'horizon marin médian de la deuxième division, on y note cependant une phase B à Hordin et même une phase A à Baullet. Du fait que cette ingression n'a pas la vigueur de celle de la division précédente, il est normal de voir revenir les phénomènes terrestres beaucoup plus rapidement que dans la deuxième division, en fait déjà à la fin du même cycle IV. Dans la quatrième division, de caractère marin plus persistant comme nous l'avons vu, l'influence marine est déjà plus accentuée dans le troisième cycle de 10 m; phase C aux Pays-Bas, B au sondage de Java et à Argenteau; malgré cela la terminaison de ce cycle se marque dans presque tous les profils par une phase e (FIEGE et van LECKWIJCK 1967). Le quatrième cycle fait voir, à l'Ouest et à l'Est, une assez grande répartition de la phase C, et, localement, à Argenteau, la phase B. Au cinquième cycle, l'influence marine est nettement plus grande : longue phase B au Panama, phase C avec intercalations de phase B aux Pays-Bas et aux Viviers, phase C à Ben. Dans le sixième cycle, le caractère marin est encore évident. Nous avons donc dans ce cycle de 60 m une phase β à plusieurs horizons marins, mais aussi à plusieurs épisodes palustres.

五

五 五

I N D E X D E S O U V R A G E S C I T E S .

- ANCION, Ch. et van LECKWIJCK, W., 1947a. Etude du Namurien et du Westphalien inférieur du bassin de Huy recoupés par la Galerie de Java (Couthuin, Belgique). (Publ. Ass. Etud. Paléont., Bruxelles, n°1, 79 p., 11 pl.)
- Id., 1947b. Contribution à l'étude de la stratigraphie du bassin d'Andenne : niveaux gréseux et horizons marins du Namurien. (Ann. Soc. Géol. Belg., Liège, t. LXX, pp.B.266-306, 1 pl.)
- DEMANET, F. et BIOT, A., 1951. La Galerie d'Hordin à Spy. (Mém. Inst. roy. Sci. nat. Belg., Bruxelles, n° 119, 36 p., 4 fig., 2 tabl.)
- DEMANET, F. et van LECKWIJCK, W., 1959. Découverte de l'horizon namurien à Homoceratoides prereticulatus à Namur. (Bull. Soc. Belge Géol. Pal. Hydrol., Bruxelles, t. LXVIII, fasc. 1, pp. 109-116, 2 fig.)
- de DORLODOT, J. et DELEPINE, G., 1930. Faune marine du terrain houiller de la Belgique. Répartition stratigraphique dans la région de Charleroi et de la Basse-Sambre. (Mém. Inst. Géol. Univ. Louv., Louvain, t. VI, fasc. 1, 112 p., 10 pl.)
- FIEGE, K., LAMBRECHT, L. und van LECKWIJCK, W. , 1957. Zur Stratonomie des Oberkarbons des Aachener Gebietes und des belgischen Grenzlandes. (Neues Jb. Geol. u. Paläont., Abh., Stuttgart, Bd.104, Heft 3, s. 299-358, 2 Abb. und 2 fig.).
- FIEGE, K., 1960. Typologie und Entstehung der Sedimentationzyklen des Karbons, besonders der nw-europäischen Saumtiefe. (C.R. 4e Congrès intern. Strat. & Géol. Carbon. Heerlen septembre 1958,

Maastricht, t. I, pp.175-186, 5 fig.)

Id., 1964. Die Biotope des Oberkarbons zwischen Südbelgien und Westphalen. (C.R. 5e Congrès intern. Strat. & Géol. Carbon. Paris septembre 1963, Paris t. I, pp. 399-414, 3 tabl.)

FIEGE, K. et van LECKWIJCK, W., 1964. Le développement stratigraphique du Namurien A et B en Belgique méridionale. (C.R. 5e Congrès intern. Strat. & Géol. Carbon. Paris septembre 1963, Paris, t. I, pp.415-430, 3 fig.)

Id., 1967. Cyclic Sedimentation in the Marsdenian Stage (Namurian B) of Southern Belgium. (Papers published by the 7th Intern. Sedim. Congr., Reading, August 1967, 4 p., 1 pl.)

Id., 1968. Ton-Mergel-Kalk-Zyklen im südbelgischen Namur. (Sedimentary Geology, Elsevier, Amsterdam; T. 2, pp.321-365).

LAMBRECHT, L., 1955. Contribution à l'étude du Namurien de la vallée de la Berwinne. (Publ. Ass. Etud. Paléont., Bruxelles, n° 21, pp. 189-199).

LAMBRECHT, L. et CHARLIER, P., 1956. Le Westphalien inférieur et le Namurien de la région Cheratte-Argenteau. (Publ. Ass. Etude Paléont. Strat. Houill., Bruxelles, 1956, n° 25, 98 pp., 8 pl.)

Id., 1958. Nouvelles recoupes d'horizons marins à l'extrémité orientale du synclinal houiller de Liège : de l'horizon de Quaregnon à Wandre à l'horizon à Hudsonoceras preteum dans la vallée de la Berwinne. (Ann. Soc. Géol. Belg., Liège, t. LXXXI; pp.B.127-139, 1 fig., 1 pl.)

LAMBRECHT, L. et van LECKWIJCK, W., 1960. Contribution à l'étude de la zone à Gastrioceras dans le bassin houiller de Huy-Andenne, (Bull. Soc. Belge Géol. Pal. Hydr., Bruxelles, t. LXIX, fasc. 2, pp.163-190, 2 fig.)

LAMBRECHT, L., 1966. La stratigraphie du Namurien et du Westphalien inférieur dans la région Dalhem-Mortroux. (Ann. Soc. géol. Belg., Liège, t.89, pp.B.241-279, 2 pl.)

van LECKWIJCK, W., 1948. Quelques observations sur les variations verticales des caractères lithologiques et fauniques de divers horizons marins du terrain houiller de Belgique. (Ann. Soc. géol. Belg., Liège, t. LXXI, pp.B.377-406).

van LECKWIJCK, W. et BIOT, A., 1951. Etude géologique du bassin houiller de Charleroi. La concession Tergnée-Aiseau-Presle. (Publ. Ass. Etud. Paléont., Bruxelles, n° 9, 166p., 8 pl.)

van LECKWIJCK, W., 1952. Etude géologique du gisement houiller d'Andenne-Huy. Le Namurien dans le bassin d'Andenne. (Publ. Ass. Etud. Paléont., Bruxelles, n° 11, 107 p., 12 pl.)

van LECKWIJCK, W. et STOCKMANS, F., 1956. Sur la limite entre les assises namuriennes d'Andenne et de Chokier (Belgique orientale et district d'Aix-la-Chapelle). (Bull. Soc. Belge Géol. Pal. Hydr., Bruxelles, t.LXV, fasc. 2, pp.292-306, 1 fig.)

Van LECKWIJCK, W., 1960. Excursion A - Vallée de la Meuse et de la Berwinne, au Nord de Liège, Belgique. (C.R. 4^e Congrès Intern. Strat. & Géol. Carbon. Heerlen 1958, Maastricht, t. I, pp. XXIX-XXXV, 2 fig.)

Van LECKWIJCK, W. et FIEGE, K., 1963. Etude de la cyclicité dans la sédimentation namurienne et accessoirement westphalienne. (Livret Guide 6e Congrès Intern. Sédimentologie Belgique et Pays-Bas, Excursions E/F, 2e partie, 14 p., 1 carte, 2 pl.)

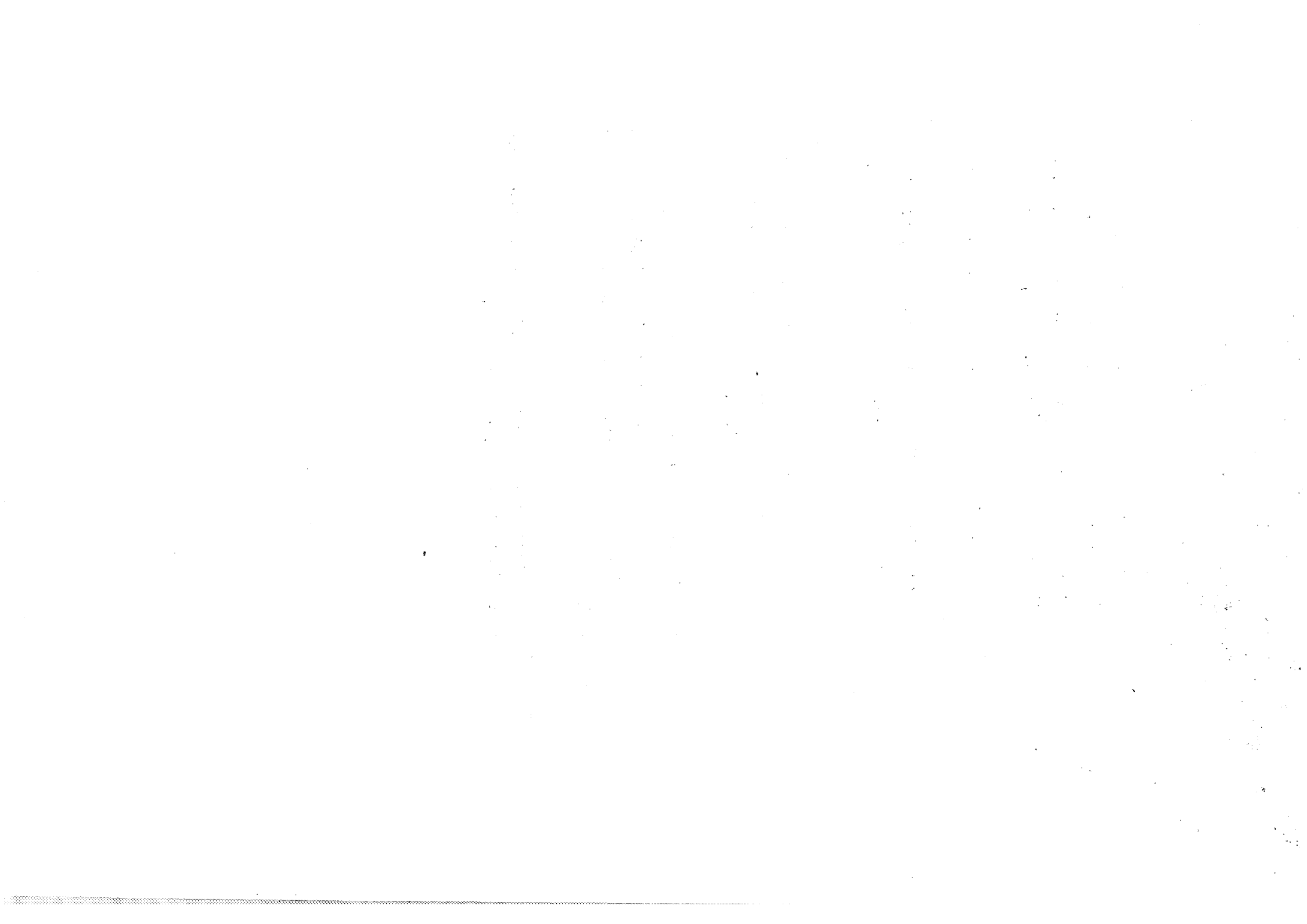
van LECKWIJCK, W., 1964. Le Namurien en Belgique et dans les régions limitrophes. (Stratigraphie, Paléogéographie, Paléontologie, Sédimentologie, Puissances). (Acad. roy. Belg., Cl. Sci., Mém. in-4°, Bruxelles, 2e série, t. XVI, fasc. 2, 69 p., 11 fig.)

PASTIELS, A., 1954. Etude géologique du bassin houiller de Charleroi. La concession Trieu-Kaisin. (Publ. Ass. Etud. Paléont., Bruxelles, n° 20, 200 p., 3 fig., 7pl.)

SCHEERE, J. et van LECKWIJCK, W., 1963. Etude lithologique du Grès d'Andenne du bassin namurien d'Andenne-Huy. (Bull. Soc. Belge Géol. Pal. Hydr., Bruxelles, t. LXXI, fasc. 3, pp. 565-586, 6 fig., 4 pl.)

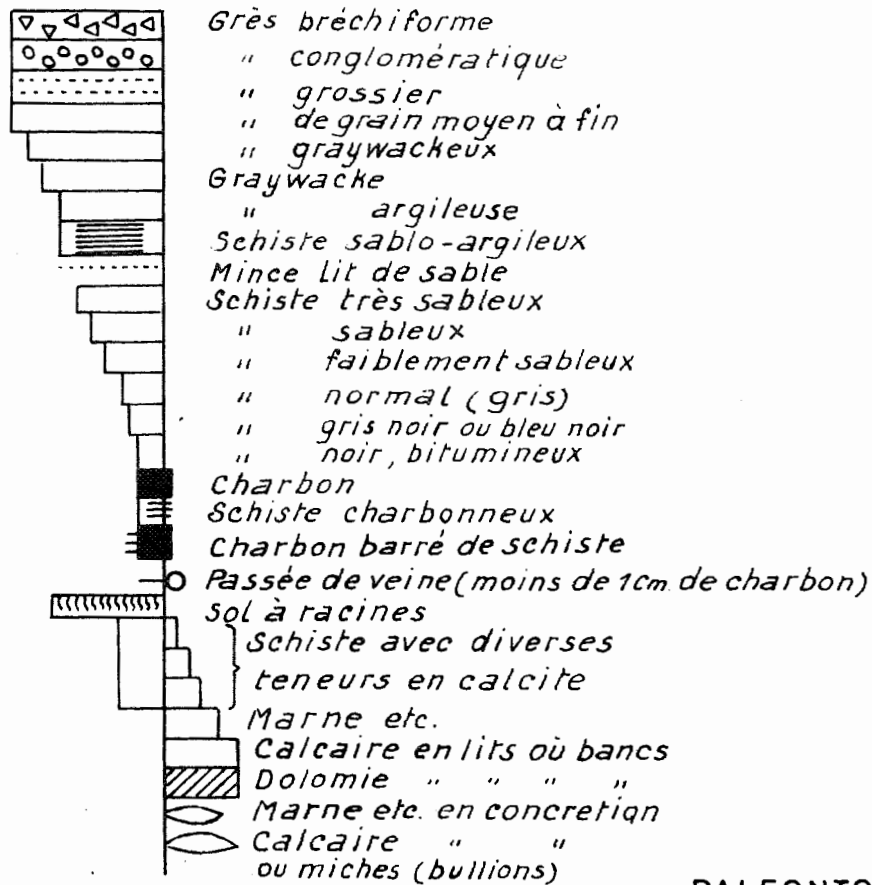
STAINIER, X., 1934. Le sondage de Java (Couthuin). (Ann. Mines Belg., Bruxelles, t. XXXV, 2e livr., pp. 383-398).

=====

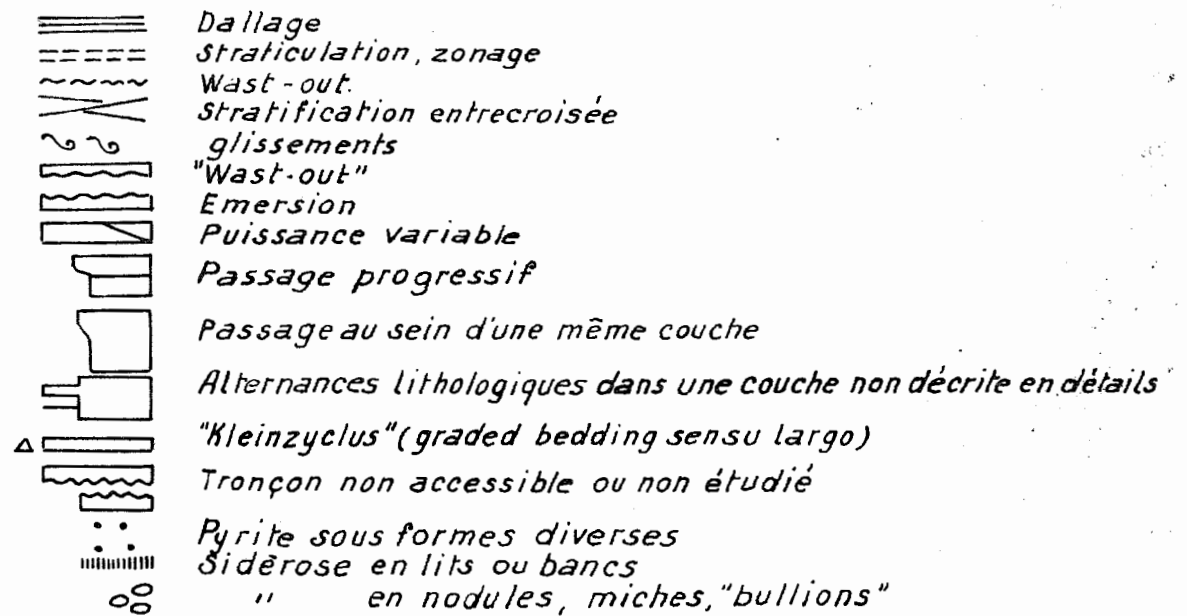


LE GENRE

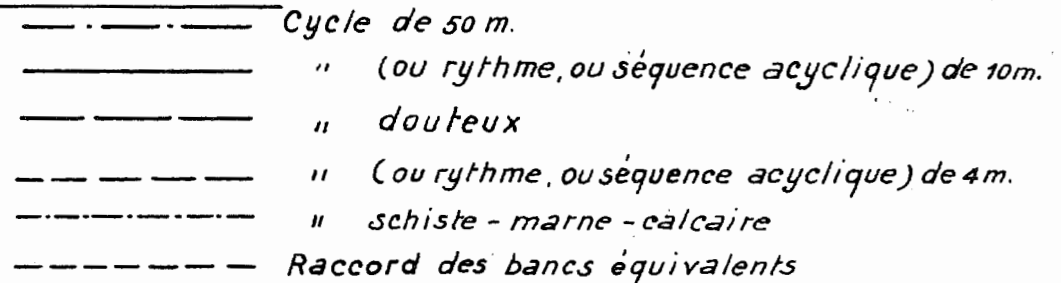
LITHOLOGIE



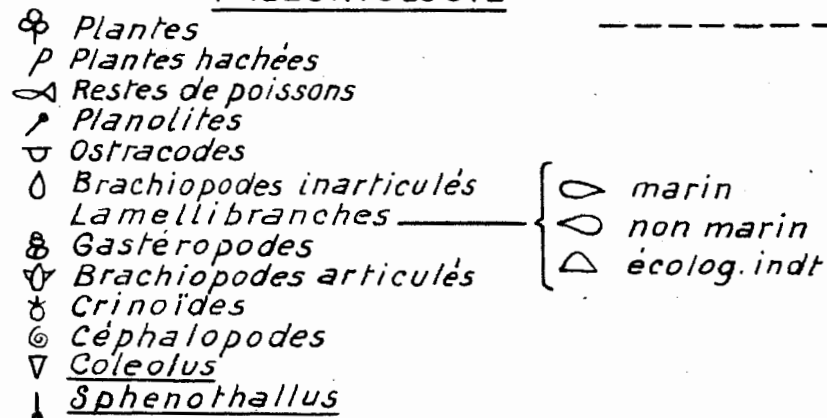
SEDIMENTOLOGIE

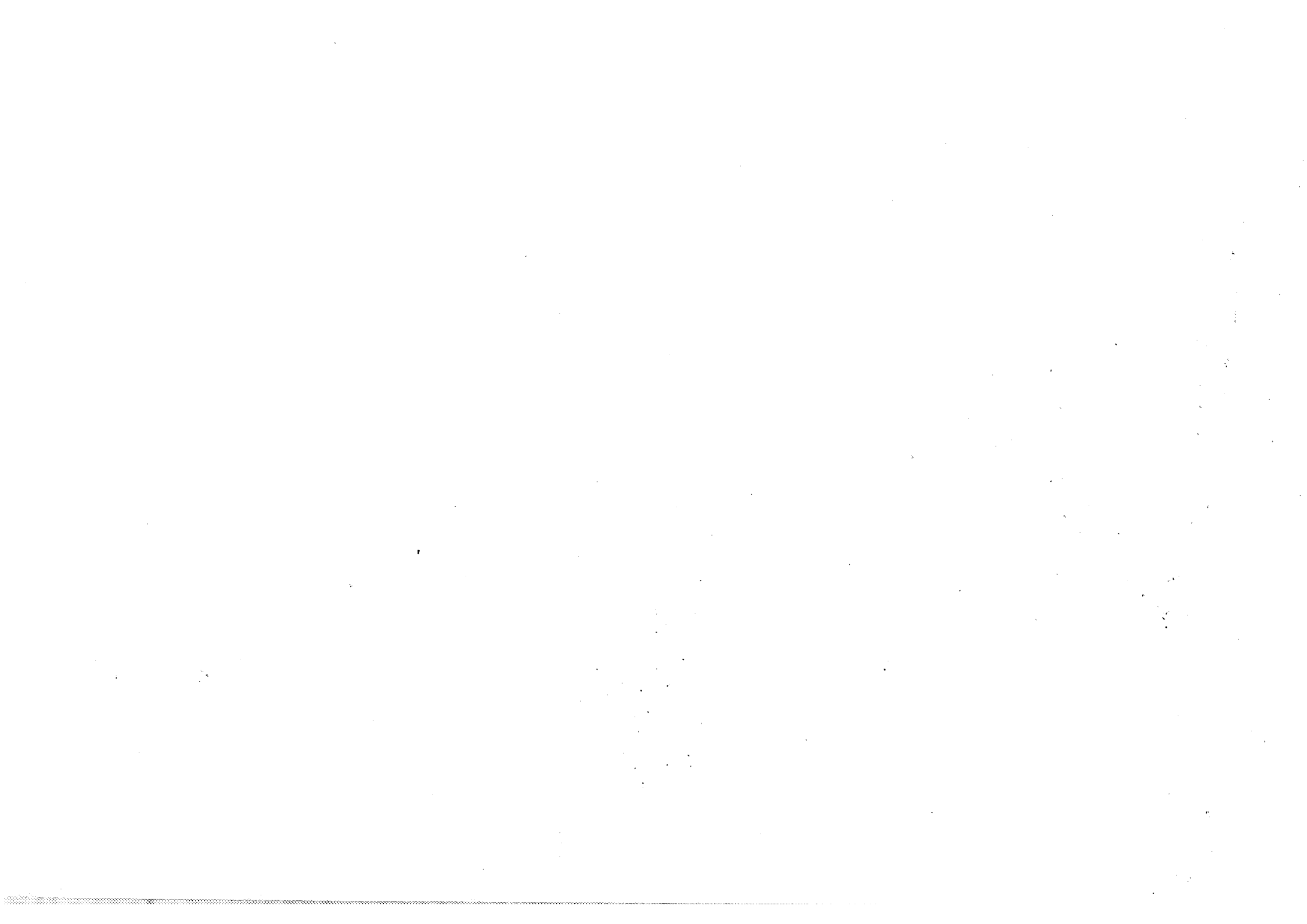


LIMITES DES CYCLES



PALEONTOLOGIE





DISTRICT de CHARLEROI

DISTRICT de la BASSE SAMBRE

DISTRICT d'ANDENNE

DISTRICT de LIÈGE

SONDAGE des VIVIERS (Renier)

SIÈGE de BAULET (J. de Dardot)

GALERIE de HORDIN (Blot)

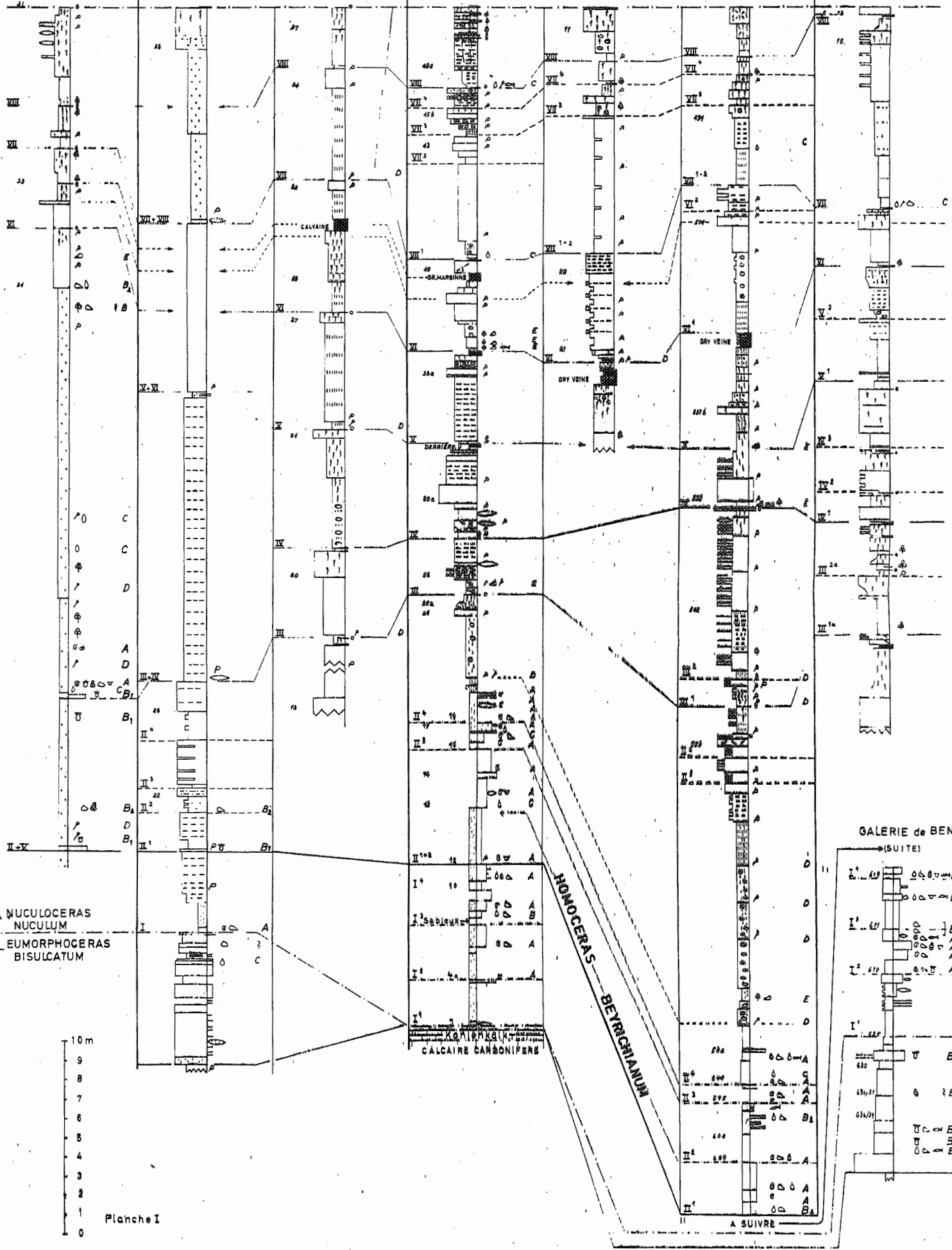
GALERIE de JAVA MASSIF du NORD (Ancion et V. Leckwijck)

SIÈGE S'PAUL (Anclon et V. Leckwijck)

GALERIE de BEN (V. Leckwijck et Chaudalr)

AFFLEUREMENTS de la BERWINNE (Lambrecht)

H U D S O N O C E R A S P R O T E U M



NUCULOCERAS NUCULUM
EUMORPHOCERAS BISULCATUM

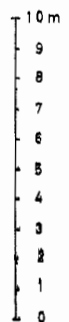
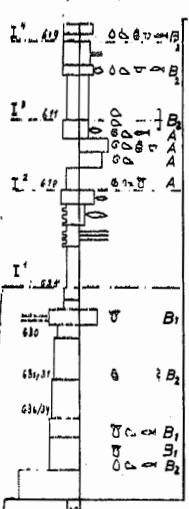


Planche I

GALERIE de BEN (SUITE)



A SUIVRE

SONDAGE des VIVIERS (Renier)

SIÈGE de BAULET (J. de Dorlodot)

GALERIE de HORDIN (Biot)

AFFLEUREMENT de la PLANTE (V. Leckwijck)

MASSIF du NORD (Ancion et V. Leckwijck)

GALERIE de JAVA MASSIF MARSINNE (Ancion et V. Leckwijck)

MASSIF d'ANTHEIT (Ancion et V. Leckwijck)

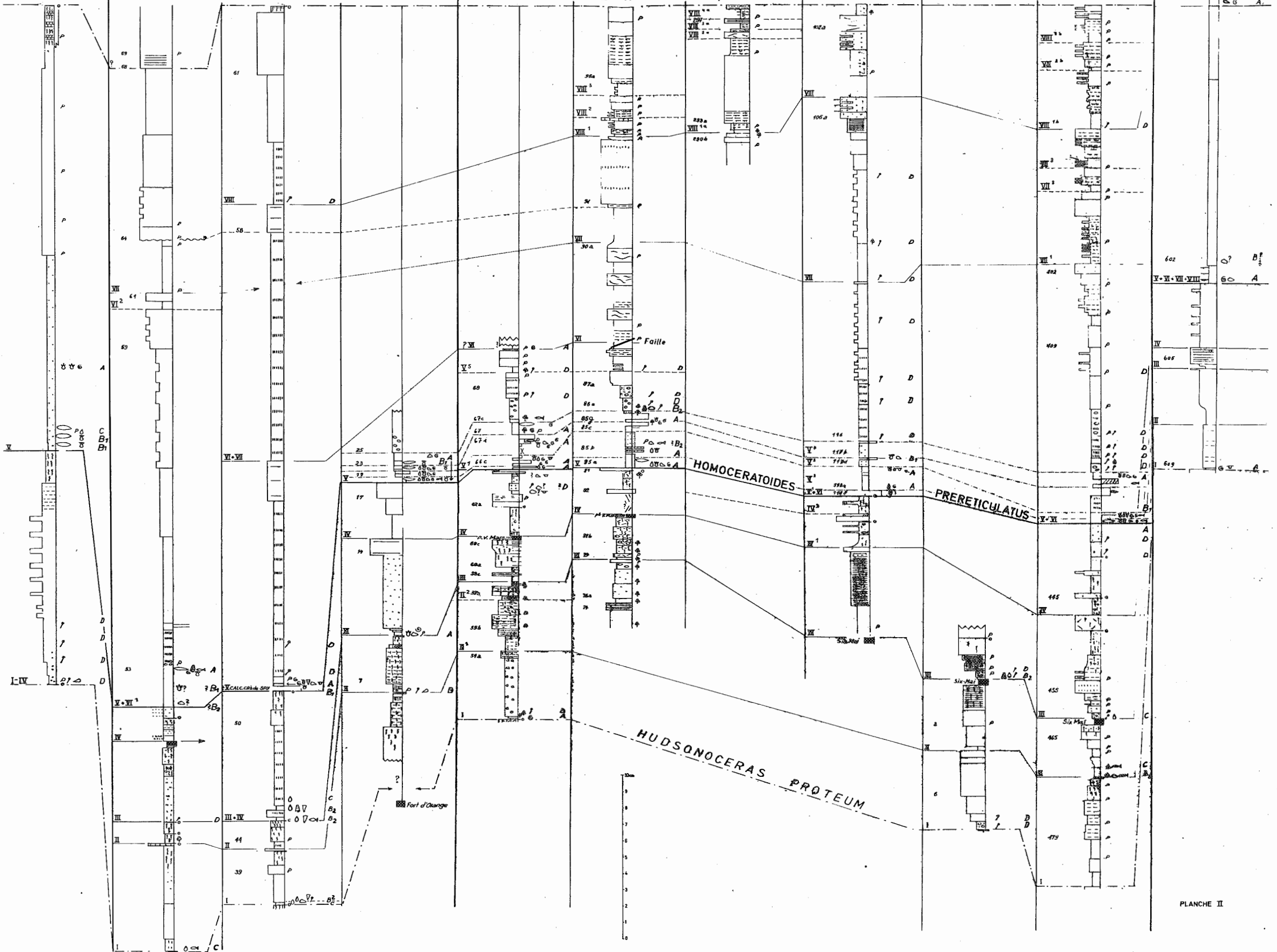
SONDAGE de BEN (Delmer)

SIÈGE STPAUL (Ancion et V. Leckwijck)

GALERIE de BEN (V. Leckwijck et Chaudoir)

AFFLEUREMENTS de la BERWINNE (Lambrecht)

RETICULOCERAS Sp.



DISTRICT CHARLEROI

DISTRICT BASSE SAMBRE

DISTRICT d'ANDENNE

DISTRICT de LIEGE

SONDAGE de
VIVIERS
(Remix)

SIÈGE de
PAYS BAS
(Pastiels)

SIÈGE
PANAMA
(V. Leckwijk et Biot)

SIÈGE de
BAULET
(J. de Dorlodot)

GALERIE de
HORDIN
(Bict)

GALERIE de JAVA
MASSIF de MARSINNE MASSIF d'ANTHEIT
(Anclon et V. Leckwijk) (Anclon et V. Leckwijk)

SONDAGE de
JAVA
(Stainier)

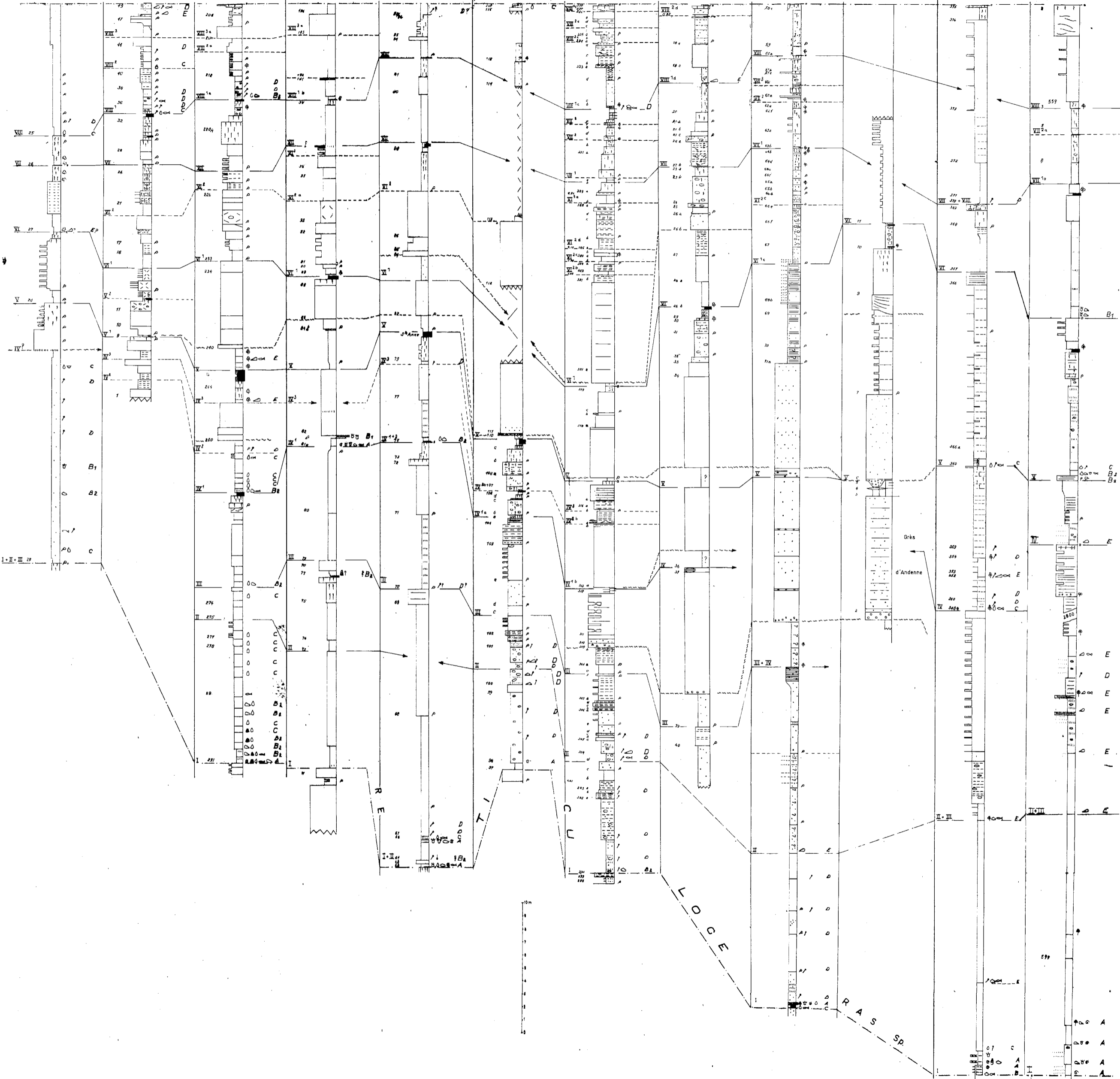
SONDAGE de
BEN
(Delmer)

CARRIÈRE de
RJEUDOTTE
(Anclon-V. Leckwijk
et Fiege)

AFFLEUREMENTS
d'ARGENTEAU
(Lambrecht et Charlier)

AFFLEUREMENTS
de la BERWINNE
(Lambrecht et Fiege)

R E T I C U L O G E R A S B I L I N G U E



DISTRICT de CHARLEROI

DISTRICT de la BASSE SAMBRE

DISTRICT

d'ANDENNE

DISTRICT de LIÈGE

SONDAGE des VIVIERS (Renier)

SIÈGE des PAYS BAS (Pastiels)

SIÈGE PANAMA (V. Leckwijck et Biot)

SIÈGE de BAULET (J. de Darlodot)

GALERIE de HORDIN (Biot)

MASSI

LERIE JAVA (sion et V. Leckwijck) ARSINNE MASSIF ANTHEIT

COURTE GALERIE DE GIVES (Ancion et V. Leckwijck)

SONDAGE de BEN (Delmer)

AFFLEUREMENTS d'ARGENTEAU (Lambrecht et Chartier) et Fiege

R E T I C U

L O C E R A S

S U P E R B I L I N G U E

E

