Bull. Soc. belge Géol., Paléont., Hydrol.	T. 81	fasc. 3-4	pp. 119-128	Bruxelles 1972
Bull. Belg. Ver. Geol., Paleont., Hydrol.	V. 81	deel 3-4	blz. 119-128	Brussel 1972

ÉTUDE A LA MICROSONDE ÉLECTRONIQUE DES MINÉRAUX MÉTAMORPHIQUES DU CAMBRIEN DE HARLECH. (PAYS DE GALLES).

S. DE BÉTHUNE

Institut Géologique, Université de Louvain

ABSTRACT: Minerals of the meta-pelitic and Mn-carbonatic rocks from the Harlech Dome, have been analyzed by microprobe methods.

Spessartite (2 point analyses) is zoned with diminishing Mn- and increasing Fe- and Ca-content towards the margins.

Carbonate minerals vary much in morphology; their chemical compositions (14 analyses) show an almost continuous variation between calcite and rhodochrosite with accessory content of the siderite and the magnesite molecules, suggesting the existence of a continuous series $CaCO_3$-$MnCO_3$ without solvus.

Albite is more abundant in the meta-mudstones than was previously described.

Chlorite (6 analyses), *Biotite* (1 analysis), *Collophanite*, *Mn-Ilmenite*, etc., are also described.

Introduction

Comme l'avait pressenti E. GREENLY (1897) et comme l'a démontré A.W. WOODLAND (1938-1939) les roches Cambriennes du Harlech Dome ont subi les atteintes d'un métamorphisme du type bénin (P. DE BÉTHUNE 1949).

Il s'agit principalement de roches terrigènes: grès et phyllades, parmi lesquelles s'intercallent des niveaux de roches, assez exceptionnelles par leur teneur élevée en manganèse, laquelle se manifeste par la présence de rhodochrosite et de spessartine. Bien que ces roches manganésifères ne représentent qu'une assez faible proportion de l'ensemble, elles ont particulièrement retenu notre attention, car elles sont analogues à celles de la région de Vielsalm, qui ont récemment fait l'objet des recherches de K. THEUNISSEN (1971). En vue d'une étude comparative nous avons donc sélectionné les roches provenant du toit du minerai de manganèse sédimentaire, désignées sous le nom de "*Bluestones*". Ce nom, qui leur a été donné par les mineurs qui ont exploité anciennement le minerai, provient de la pellicule grise ou noire à reflet bleuté, d'oxyde de manganèse qui recouvre ces roches par suite de l'altération météorique. Ces roches ont été décrites par WOODLAND (1938, p. 366-382). Il s'agit de "mudstones" recristallisés par métamorphisme en roches presque dépourvues de clivage schisteux et composées de quartz, d'albite, de séricite, de chlorite, de magnétite et localement de biotite, avec une teneur variable d'un carbonate manganésifère et de spessartine. Elles présentent une stratification fine marquée par une alternance de bandes pélitiques et carbonatées ou de composition intermédiaire entre ces deux.

D'autres roches manganésifères proviennent de l'assise des *Gamlan Flags*, celles-ci sont surtout pélitiques, à chlorite et séricite, et contiennent parfois de fins petits lits de spessartine et de quartz, qui ressemblent au "coticule" de Vielsalm. On y rencontre également d'étranges structures tubulaires aux parois de coticule, et remplies de quartz ou de chlorite; celles-ci sont interprétées par MATLEY et WILSON (1943) comme des terriers de vers transformés par le métamorphisme.

Le minerai de manganèse a été très bien décrit par WOODLAND (1939), qui a montré qu'il est composé essentiellement de rhodochrosite et de spessartine. Il n'a retenu notre attention que dans une moindre mesure, de même que les roches non manganésifères.

Méthodes d'observation

En dehors des méthodes classiques de détermination des minéraux au moyen du microscope polarisant, complétées par l'examen de lames minces polies, en lumière réfléchie, nous avons fait régulièrement appel aux techniques suivantes:

a) *coloration des lames minces*

— coloration des feldspaths par la méthode mise au point par D. LADURON (1966);
— coloration des carbonates par la méthode de S. St. WARNE (1962).

b) *microsonde électronique*

Malgré que beaucoup de nos roches sont à grain encore plus fin que le pouvoir de résolution de la microsonde, cet instrument nous a permis d'obtenir des résultats significatifs.

Nous avons travaillé avec une microsonde du type AMX (de la firme ARL, Glendale, Calif.) généralement sous un potentiel de 20 K.V. et avec les cristaux LiF pour les raies du Fe, Mn, Ca, Ti, Cu, K;
ADP pour les raies du Si, Al, K, Ca, S;
KAP pour les raies du Mg, Na, Al.

Pour éviter la dégradation des carbonates par l'impact électronique nous avons abaissé occasionnellement le potentiel à 15 K.V.

Les calculs de correction pour l'absorption ont été exécutés suivant la formule de PHILIBERT (1964) en utilisant les coefficients d'absorption de HEINRICH (1964). Les lames minces ont été polies et métallisées au carbone (métalliseur sous vide EDWARDS).

Minéraux essentiels

Outre le QUARTZ, présent dans tous nos échantillons nous avons rencontré les minéraux suivants.

L'ALBITE est fréquente, en grains détritiques dans les grès. Ce minéral est également fort répandu dans les roches pélitiques, où il semble avoir été, jusqu'à présent, confondu avec le quartz. Il s'y présente, à côté du quartz, en grains microgranoblastiques qui prennent la teinte rose du plagioclase par coloration de la lame à l'amaranthe. Le profilage du sodium sous la microsonde, dans une lame, a confirmé par comparaison avec un témoin d'albite, qu'il s'agit bien de ce minéral.

La MUSCOVITE, peu abondante est généralement détritique, ce qui se reconnaît à ce qu'elle est souvent pincée entre des grains de quartz détritique. Quelques lames nous ont montré de la muscovite néogène porphyroblastique.

La SÉRICITE par contre est abondante dans les phyllades où elle est généralement règlée. Ses teintes d'interférence, de la fin du 1r ordre et du début du 2e ordre, sont plus basses que celles de la muscovite détritique. Ceci est probablement dû à la finesse de son grain.

La BIOTITE a été signalée par WOODLAND dans les bluestones, aux environs des Hendre Mines. Nous l'avons retrouvée dans plusieurs échantillons provenant du versant nord et ouest du Moëlfre, et du versant ouest du Maes-y-garnedd. Elle se présente en petits porphyroblastes vert-brun, isolés, à pléochroïsme bien marqué. La dimension moyenne du grain oscille autour de 40 microns. Parfois elle est associée à un porphyroblaste de chlorite, plus rarement à une lamelle de séricite. L'analyse sous la sonde d'une de ces biotites est rapportée au tableau II sous le N°1.

La biotite se développant à l'intérieur de porphyroblastes de chlorite a également été rencontrée, dans les mêmes localités, dans des échantillons de grès à grain fin ainsi que dans un chlorito-schiste; dans ce dernier elle forme de fines paillettes porphyroblastiques.

La CHLORITE est un des minéraux principaux de presque toutes les roches que nous avons étudiées. La variété la plus commune est verte, pléochroïque de vert vif (suivant Ng) à incolore, à teinte d'interférence bleu anomal et à allongement positif (chlorite ferreuse).

Elle est toujours authigène. On la rencontre aussi bien dans les bluestones que dans les phyllades à terriers de vers. Elle est spécialement bien développée au contact des porphyroblastes de magnétite et de pyrite. Comme l'a décrit WOODLAND (1938, pp. 530-531, fig. 1, 2, 3), il faut y voir le remplissage épitaxique des cavités formées autour de ces minéraux lors de la déformation de la roche (pseudomorphose par remplissage d'un vide) conformément aux exemples décrits par SPRY (1969, p. 242).

Les analyses chimiques de six chlorites sont rapportées dans le tableau II sous les numéros 2 à 7. Ces résultats montrent que suivant la classification de HEY, les chlorites des phyllades à terriers de vers sont des ripidolites et celles des bluestones, l'une une pycnochlorite, l'autre une brunsvigite. Elles sont en fait relativement voisines les unes des autres.

Dans certains chlorito-schistes, où elle est très bien règlée, la chlorite prend des teintes d'interférence plus élevées, allant jusqu'au jaune du 1r ordre.

Nous n'avons rencontré qu'une seule fois dans une roche pélitique, une chlorite probablement détritique à teinte d'interférence grise du premier ordre et à allongement négatif, de caractère magnésien.

La chlorite s'observe également dans diverses roches éruptives; elle y est plus pâle et présente également des teintes d'interférence grises du premier ordre. Il s'agit apparemment d'une chlorite magnésienne, mais nous n'avons pas étudié systématiquement ces types de roches.

Le GRENAT a été signalé pour la première fois dans les roches de Harlech, par WOODLAND, qui le détermine comme étant de la spessartine. Les travaux de cet auteur ont montré qu'il est à côté de la rhodochrosite, un constituant essentiel du banc de minerai de manganèse et qu'il se rencontre également abondamment dans les bluestones. MATLEY et WILSON le signalent dans l'assise des Gamlan Flags ainsi que dans les Clogau Shales. Ce minéral forme rarement des grains assez grands pour être déterminés par les critères classiques de la forme, du relief et de l'isotropie optique. La plupart du temps le grain se situe vers dix microns de diamètre, ce qui est comparable au grain du coticule de Vielsalm.

Dans des grains aussi fins, isolés, le caractère d'isotropie disparaît complètement par superposition d'autres minéraux et seul le relief permettra de les observer, à condition que le relief des grains adjacents ne vienne pas le masquer. Si ces grains adjacents n'ont pas de relief, comme le quartz, les grains de grenat sautent aux yeux. Si le minéral adjacent possède un certain relief, et c'est déjà le cas de certaines chlorites ou séricites, les petits grains de grenat peuvent être masqués; on les met le mieux en évidence en insérant le condenseur, ce qui déprime le relief de tous les minéraux; les minéraux adjacents perdent tout leur relief de telle sorte que le relief du grenat, même atténué, se distingue mieux; le grenat se reconnaît alors à son contour d'aspect polygonal, généralement pseudohexagonal. On peut dans des cas favorables constater que la teinte d'interférence du grain qui se superpose au grenat est abaissée à l'endroit de celui-ci.

Lorsque le grenat est inclus dans une plage de carbonates, sa détermination devient beaucoup plus délicate, non seulement parce que la différence des indices de réfraction est moins grande, notamment avec la rhodochrosite, mais aussi parce que les carbonates présentent une très grande variété d'aspects, dont certains ressemblent morphologiquement au grenat. En outre, par suite de la haute biréfringence du carbonate, la superposition d'un grenat ne déprime pratiquement pas la teinte d'interférence caractéristique du carbonate. Dans certains cas favorables le grenat, qui possède quand même un relief supérieur à celui du carbonate, apparaît par insertion du condenseur, mais il faut acquérir beaucoup de coup d'oeil pour s'assurer de la chose.

L'utilisation de lames minces polies permet d'obtenir une détermination plus précise, car le pouvoir de réflexion du grenat est suffisamment supérieur à ceux du quartz, de la chlorite ou du carbonate pour le distinguer. En partant de plages homogènes ou de grains plus gros, on peut de proche en proche distinguer du grenat dans des plages de la roche où il aurait échappé sinon.

Lorsqu'on n'a plus affaire à des grains isolés mais juxtaposés, la détermination du grenat devient plus aisée, car son relief est notablement plus marqué. Il faut ici distinguer deux cas. Dans le premier cas, un autre minéral comme le quartz ou la chlorite remplit les interstices entre les grenats, ce qui se marque, en lumière transmise par une intensification du relief du grenat lequel en devient presque opaque. Il n'y a pas suffisamment de quartz pour qu'on observe sa biréfringence entre nicols croisés, de telle sorte qu'on serait porté à croire que l'agrégat ne comporte que du grenat. L'observation de ces agrégats en section polie, permet cependant d'apprécier exactement la proportion de quartz.

Dès que la proportion du minéral interstitiel diminue, les effets de réflexion interne qui rendaient les agrégats précédents presque opaques disparaissent et l'agrégat de petits grains de grenat devient transparent. Bien entendu, comme les grains optiquement isotropes sont jointifs, il n'existe pas de moyen de juger de la grosseur véritable des grains individuels, si ce n'est par comparaison avec les grains que l'on observe en bordure de ces agrégats.

L'étude du grenat sous la sonde nous a permis d'effectuer deux analyses chimiques ponctuelles que nous avons rapportées au Tableau II, sous les numéros 8 et 9. Les profils de la figure 1, et les photos X des planches I et II nous montrent, que la spessartine est zonée. Le profil du manganèse est "en cloche", il montre une légère diminution de teneur vers les bords; cette diminution est compensée par une augmentation de la teneur en calcium et en fer. La teneur en magnésium est trop faible pour qu'une zonation soit perceptible.

Les CARBONATES ont été rapportés par WOODLAND à la RHODOCHROSITE, (sauf dans le cas d'une roche (1938, p. 372, fig. 5) dont nous n'avons d'ailleurs pas retrouvé l'équivalent parmi nos échantillons). La forte biréfringence de ces minéraux fait qu'il n'échappent guère à l'étude microscopique. La grande variété d'aspects qu'ils présentent, nous a toutefois conduit à supposer dès le début de nos recherches, que la composition des carbonates était très variable. A cet effet nous avons essayé les méthodes microchimiques et de coloration sans obtenir des résultats concluants: chacun de ces carbonates contient les quatre ions: Ca^{++}, Mn^{++}, Fe^{++} et Mg^{++} et réagit par conséquent indifféremment aux essais microchimiques d'une manière positive. Au surplus, l'interpénétration fine des divers types de carbonate que nous a révélé la microsonde, aurait rendu ces méthodes globales illusoires.

1) *Morphologie des carbonates dans les bluestones*

La forme des carbonates manifeste de très grandes variations, non seulement d'un échantillon à l'autre, mais même d'une bande à l'autre dans un même échantillon, qui trahissent des variations de nature. On peut distinguer les bandes carbonatées mélangées d'éléments pélitiques et qui passent graduellement à celles-ci, par réduction de l'élément carbonaté, et les bandes qui sont des nodules ou des bancs nodulaires essentiellement carbonatés, intercalés, sans règle apparente, dans les bandes à éléments pélitiques.

a) La forme la plus simple des carbonates, est celle de petits *grains isolés*, disséminés en proportion plus ou moins grande, dans les bandes pélitiques. Ils sont en général arrondis, ont quelques microns de diamètre et sont parfois à structure radiaire. On les rencontre aussi groupés en agrégats de quelques grains. Lorsqu'ils sont plus concentrés, ils paraissent, dans certaines plages, formés de petites baguettes imbriquées les unes contre les autres. D'autres agrégats de ces petits grains ont l'aspect de fleurs de chrysanthème. Ils peuvent aussi former des plages homogènes. L'analyse chimique d'un agrégat de ce type de grains, nous montre une rhodochrosite calcitique (N° 7 du tableau I).

b) Le deuxième groupe morphologique dans lequel on peut grouper les carbonates, est celui des *agrégats fibro - radiés* de forme concrétionnée ou sphérulitique, montrant une croix d'extinction entre nicols croisés. La dimension de ces agrégats est beaucoup plus

Tableau I

Analyse chimique des carbonates

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$MnCO_3$	75.0	80.0	75.0	75.0	60.0	62.27	52.5	55.5	41.3	36.0	33.0	34.5	23.3	16.08
$FeCO_3$	1.6	1.9	2.5	5.0	4.7	1.34	5.0	4.3	6.2	5.3	4.0	5.9	1.2	1.24
$CaCO_3$	5.5	7.0	9.0	16.0	25.5	30.85	25.0	28.0	40.0	40.0	37.0	43.0	71.0	78.96
$MgCO_3$*	(17.9)	(11.1)	(13.5)	(4.0)	(9.8)	4.86	(17.5)	(12.2)	(12.5)	(18.7)	(26.0)	(16.6)	(4.5)	1.44
TOTAL	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	99.32	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	97.72

* Les teneurs en $MgCO_3$ indiquées entre parenthèses ont été déterminées par différence.

1-12 Bluestone, Hafotty Mines, éch. 8E (LM8I).
1-3 — Bande à bisphérulites; zone externe incolore d'une bisphérulite.
4 — Plage cryptocristalline à oxydes de manganèse.
5 — Agrégat fibro radié.
6 — Noyau sombre d'agrégats fibro-radiés.
7 — Plage de carbonate polycristalline.
8 — Bande à bisphérulites; noyau sombre d'une bisphérulite.
9-11 — Nodule de carbonate à chlorite et oxyde de manganèse.
12 — Bande à bisphérulites; matrice des bisphérulites.
13-14 Coticule calcitique, Afon Gamlan, éch. 18(LM85)
— Bande calcaire entre deux bandes de spessartine.

Tableau II

Analyses chimiques

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO_2	34,53	25,20	23,30	25,07	24,72	26,35	27,28	35,49	35,42
TiO_2	1,94	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Al_2O_3	14,62	21,40	20,53	22,91	22,43	20,05	17,10	19,15	18,65
Fe_2O_3*	—	—	—	—	—	—	—	1,53	2,24
Fe O*	23,56	28,75	28,42	29,44	28,80	22,58	27,46	6,99	0,51
MnO	0,77	2,07	2,01	1,94	1,97	2,57	1,83	31,56	38,91
MgO	8,90	11,29	10,76	11,17	10,84	15,09	11,59	1,08	0,79
CaO	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,37	0,98
K_2O	8,63	0,05	0,04	0,04	0,02	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
H_2O^+§	(4,00)	(11,00)	(11,00)	(11,00)	(11,00)	(11,00)	(11,00)	—	—
Total	(96,95)	(99,76)	(96,06)	(101,57)	(99,78)	(97,64)	(96,26)	97,17	97,50
Si	5.55 } 8.00	5.393 } 8.000	5.245 } 8.000	5.257 } 8.000	5.284 } 8.000	5.600 } 8.000	6.035 } 8.000	5.997	5.990
Al	2.45	2.607	2.755	2.743	2.716	2.400	1.965		
Al	31	2.786	2.679	2.916	2.927	2.626	2.492	3.809 } 4.000	3.716 } 4.000
Fe^{3+}								191	284
Fe^{2+}	3.15	5.124	5.339	5.143	5.130	3.947	5.054	974	71
Mn	11 } 5.95	372 } 11.916	369 } 12.036	340 } 11.920	359 } 11.897	450 } 11.832	345 } 11.738	4.508 } 5.999	5.563 } 6.020
Mg	2.15	3.621	3.636	3.509	3.476	4.809	3.847	274	203
Ca								243	183
Ti	23								
K	1.77	13	13	12	5				

§ H_2O^+ supposé égal à 4,00 dans la biotite et à 11,00 dans la chlorite.

* Le fer total a été calculé comme FeO, sauf pour les analyses 8 et 9, ou il a été distribué en fonction de la formule de structure.

1. **Biotite**, Bluestone, Versant Nord du Moelfre, éch. 15B-LM84.
2.-3 **Chlorite**, Grès de la formation des Gamlan Flags and Grits, éch. 9A-LM82.
4.-5 „ Roche à terriers de vers de la formation des Gamlan Flags and Grits, éch. 9D-LM83.
6. „ Bluestone, Hafo!ty Mines, éch. 8E-LM81.
7. „ Bluestone, Versant Nord du Moelfre, éch. 15B-LM84.
8. **Grenat**, Grès de la formation des Gamlan Flags and Grits, éch. 9A-LM82.
9. „ Roche à terriers de vers de la formation des Gamlan Flags and Grits, éch. 9D-LM83.

considérable, et peut atteindre 100 à 200 microns. Nous en décrirons quelques exemples qui illustrent les différences observables dans ce groupe.

La planche III nous montre par exemple une mosaïque de grains fibroradiés, avec entre nicols croisés la croix d'extinction caractéristique qui localise le centre de croissance des fibres. Celles-ci ont crû autour d'un noyau de teinte brunâtre et elles se sont développées jusqu'au contact des sphérulites voisines qui se limitent mutuellement par des contours polygonaux. Entre ces sphérulites on trouve des plages de quartz microgranoblastique.

Le profilage de pareils sphérulites ou nodules fibroradiés sous la sonde montre généralement que le noyau de teinte sombre est plus riche en calcium et la couronne extérieure plus riche en manganèse (Tableau I, an. 4 et 6). Dans un cas toutefois, la zonation concentrique est inverse: le centre plus sombre des sphérulites est plus manganèsifère (Tableau I, an. 5) et la couronne extérieure est plus riche en calcium.

Un cas particulier est celui d'agrégats fibroradiés constitués de deux sphérulites accolées par leur centre et se développant dans des directions opposées comme deux feuilles de trèfle; nous les désignons sous le nom de *bisphérulites*; rarement elles sont accolées par trois ou quatre. Les sphérulites d'apparence simple sont vraisemblablement des coupes au travers d'une des deux sphérulites composantes. Le contour extérieur des bisphérulites est arrondi; le plus souvent elles sont contenues dans une matrice carbonatée cryptocristalline contenant de tout petits grenats. Le profilage sous la sonde ainsi que les photos X (Planche IV) montrent que la partie centrale, brunâtre et pléochroïque, est plus riche en calcium (anal. 8, Tableau I), tandis que la couronne externe, claire, est plus riche en manganèse (anal. 1, 2, 3, Tableau I). La matrice interstitielle cryptocristalline est quasi calcitique (an. 12, Tableau I). Ce type d'agrégat si particulier ne s'observe que dans deux bandes épaisses de 2 mm chacune, qui se retrouvent assez semblables à elles-mêmes aussi bien dans des échantillons provenant des Hafotty Mines que dans ceux recueillis au nord de Barmouth par le Professeur Lees, qui a eu l'amabilité de nous les confier.

Il est suggestif de penser que ces deux bandes correspondent à deux mêmes événements sédimentaires. On peut en outre se demander si celles-ci ne seraient pas d'origine organique. Dans ce cas ce seraient ces bandes, et non les terriers de vers mentionnés plus haut, qui représenteraient les premières manifestations de la vie dans le Cambrien de Harlech.

c) Le troisième groupe morphologique est celui des carbonates *cryptocristallins*. Ils sont le constituant principal de la majorité des bandes carbonatées et des petits nodules contenus dans les bandes pélitiques. Son étude est souvent rendue difficile par la présence d'une imprégnation brunâtre qui lui donne un aspect amorphe. Ceci est vraisemblablement causé par un film intergranulaire d'oxyde de manganèse, absorbant pour la lumière, qui se manifeste en section polie par un défaut de polissage, mais qui est trop ténu pour se manifester à l'analyse chimique sous la sonde. Le grenat peut souvent être très abondant dans ce type de carbonate. Il s'y développe localement en de véritables nids. Ce carbonate semble également pouvoir être intimement mêlé à de la chlorite dans certains nodules, mais il est difficile de s'en assurer à cause de la finesse du grain. Les analyses 9, 10, 11 du Tableau I, correspondent à ce type de carbonate.

La description qui précède, des différents types de carbonates des bluestones, malgré toute sa complexité, ne peut cependant pas être considérée comme étant entièrement achevée. On peut, en effet, observer, dans les différentes lames que nous avons examinées, encore diverses structures qui sont trop particulières pour pouvoir entrer aisément dans une description générale et qui devraient pouvoir être étudiées plus longuement.

2) *Le Carbonate d'un coticule calcitique*

Nous avons recueilli, le long de l'Afon Gamlan, un échantillon dont nous n'avons pu préciser la position stratigraphique et qui est composé essentiellement de minces bandes alternantes de spessartine et de calcite manga-

nésifère, à texture micro-granoblastique, que nous considérons comme un bluestone fortement recristallisé.

Deux analyses chimiques de la calcite ont été effectuées sous la sonde et sont rapportées dans le Tableau I sous les numéros 13 et 14. Ce sont les calcites les moins manganésifères que nous ayons analysées. Un profilage au travers d'une de ces bandes nous a montré qu'il y a un appauvrissement graduel en manganèse de la calcite du centre de la bande vers les bords (fig. 2). La calcite en contact avec la spessartine, est encore moins riche en manganèse que celles des deux analyses.

Le profil effectué pour les éléments Al, Ca, Mn, nous permet de distinguer les grains et les bandes de grenat (g) à leur niveau en aluminium et manganèse, simultanément élevés. Les bandes calcitiques (c) se marquent par l'absence d'aluminium. On remarque qu'en s'écartant d'une centaine de microns de la bande de grenats vers le milieu de la bande de calcite celle-ci s'enrichit progressivement en manganèse. Quelques enregistrements marqués (x) correspondent à des minéraux non identifiés.

3) *Analyses chimiques des divers types de carbonate.*

Dans les deux lames de roches contenant des carbonates et qui ont été étudiés sous la microsonde, nous avons effectué deux analyses ponctuelles, quantitatives et douze analyses partielles qui sont reprises au Tableau I.

Les analyses ponctuelles se rapportent l'une (n° 6) au centre plus calcique d'un nodule fibroradié, l'autre (n° 14) à une plage de calcite manganésifère granoblastique de la roche de l'Afon Gamlan.

Les analyses partielles ont été obtenues par mesure de la hauteur des profils, pour le fer, le manganèse et le calcium, tracés au travers de certaines plages carbonatées. Ces teneurs ont été rapportées respectivement à $FeCO_3$, $MnCO_3$ et $CaCO_3$. Dans la plupart des cas il paraît raisonnable d'attribuer le reste, par différence, à $MgCO_3$, dont le profilage n'a pas été effectué. Dans le cas des analyses 9, 10 et 11, toutefois, cette hypothèse n'est pas justifiée, car il s'agit de nodules contenant de la chlorite et des oxydes de manganèse, dont la présence introduit d'ailleurs des erreurs dans l'analyse.

Les résultats des analyses sont exprimés en % pondéraux sur la figure 3; les teneurs en $FeCO_3$, $MnCO_3$ et $CaCO_3$, ne totalisant pas à 100%, ces analyses sont figurées par un triangle d'erreur, dont la hauteur mesure la différence non dosée; dans le cas des analyses 6 et 14 cette hauteur correspond à la teneur en $MgCO_3$ additionnée des erreurs d'analyse; dans les autres cas (sauf pour les analyses 9, 10 et 11) on peut accepter la même attribution. Un point à l'intérieur de chaque triangle exprime les rapports $FeCO_3$: $MnCO_3$: $CaCO_3$; rapportés à 100%.

L'examen de la figure 3 nous permet de constater que la composition chimique des carbonates varie d'une façon quasi continue, entre un pôle calcitique et un pôle rhodochrositique avec des teneurs accessoires en fer et en magnésium. Cette constatation est renforcée par l'examen des profilages qui montrent une variation continue du centre (8) vers les bords (1, 2 et 3) d'une bisphérulite, du centre (6) vers les bords (4) d'un agrégat fibroradié, du centre (5) vers les bords plus calciques d'un autre agrégat fibroradié, du centre (14 ou 13) des bandes calcitiques d'Afon Gamlan, vers leurs bords qui sont encore plus calcitiques (fig. 2).

On remarquera que seules ces calcites manganésifères se colorent à l'alizarine.

Ces résultats semblent indiquer qu'il existe entre la calcite et la rhodochrosite une série continue, sans lacune de solubilité; on remarquera toutefois que les agrégats sont toujours à grain, ou à fibres, tellement fins que l'on ne peut exclure l'hypothèse de la coexistence de deux minéraux, l'un plus manganésifère, l'autre plus calcique qui par interpénétration donneraient globalement les compositions relevées sous la sonde.

Minéraux accessoires

Malgré de nombreux essais de coloration, nous ne sommes parvenus à mettre en évidence la présence de *feldspath potassique* en

grains détritiques que dans deux échantillons du niveau des Festiniog Flags; ils y sont d'ailleurs très rares.

L'Epidote est très peu abondante et ne se rencontre que dans les grès. Son pléochroïsme, ainsi que ses teintes d'interférence, très variées et donnant l'impression d'un manteau d'Arlequin, permettent de la reconnaître sans trop de peine. Elles sont vraisemblablement authigènes.

Quoique nous n'ayons pas poussé l'étude des roches éruptives, nous signalerons y avoir observé également de l'épidote néogène.

La Tourmaline est un minéral accessoire de presque toutes les roches. On le retrouve aussi bien dans les grès et les schistes que dans les roches pélitiques. Elle se présente en petits grains prismatiques verdâtres. On la distingue de la chlorite par son pléochroïsme inverse de celui de ce minéral. Vu la finesse de son grain, ses teintes d'interférence sont souvent masquées.

Dans les grès elle peut être détritique. La présence d'abondants petits grains, ayant bien développé leur forme propre, dans certaines bandes pélitiques lui confère une origine authigène.

Le Zircon est un minéral détritique accessoire, courant dans les grès et les schistes. Il a été également mis en évidence sous la sonde. Le grain étudié contient quelques traces d'hafnium.

WOODLAND a signalé la Rhodonite dans le banc de minerai de manganèse. Nous n'avons toutefois jamais pu reconnaître ce minéral avec certitude dans les quelques échantillons que nous avons étudiés.

L'Apatite n'a été reconnue que dans deux lames minces de grès. Elle est probablement beaucoup plus fréquente que nos observations ne nous permettent de le supposer. Il est en effet difficile de reconnaître son relief dans un agrégat à grain fin et on risque de la confondre avec le quartz. Dans un des deux cas nous avons soupçonné ce minéral en cherchant à identifier des taches riches en calcium sur une image X, obtenue sous la microsonde (Planche I, G). La biréfringence de ces grains est faible et ne peut donc correspondre à celle de la calcite.

La Collophanite qui a été observée dans un phyllade de l'assise des Gamlan Flags forme des nodules qui ont jusqu'à un demi-millimètre d'épaisseur étalés dans la stratification. Elle a un relief sensible, est légèrement verdâtre en lumière naturelle et possède des teintes d'interférence si basses qu'on peut la considérer comme isotrope. La détermination de ce minéral a été confirmée en mettant en évidence la présence du phosphore par test semi-microchimique.

La Pyrite est relativement rare, mais elle se développe souvent en cristaux idioblastiques d'habitus cubique, de taille millimétrique, assez grands pour pouvoir la reconnaître à même l'échantillon. Elle se présente la plupart du temps dans des bandes très étroites de la roche et souligne ainsi la stratification.

La Chalcopyrite est rare. Elle a été reconnue en grains de forme irrégulière, en lumière réfléchie, dans une lame polie de Bluestone. La présence de cuivre et de soufre y a été vérifiée sous la microsonde.

La Magnétite est de loin le minéral opaque le plus abondant. L'absence de soufre, vérifiée sous la sonde, confirme ce diagnostic. Sa distribution dans les bandes pélitiques des Bluestones, est très régulière. Sa taille ne dépasse que rarement les cent microns. Ses grains sont idioblastiques.

L'Ilménite, en grains poeciloblastiques, de forme irrégulière, reconnue dans certains niveaux de l'assise des Gamlan Flags, est une variété manganésifère (Planche I.)

L'Hématite est généralement si fine qu'elle est translucide et de couleur brun rouge (grain inférieur à dix microns). Il n'est pas exclu que le fin pigment brunâtre, qui opacifie certaines plages de carbonate, soit également de l'hématite.

Nous rapportons à un des oxydes de manganèse, sans pouvoir spécifier lequel, le

pigment noir, opaque, de certaines plages de nos roches. L'étude de ces plages est très difficile; non seulement elles ne prennent pas le poli mais au surplus la microsonde nous montre qu'elles ne contiennent qu'une très faible quantité d'oxyde de manganèse, vraisemblablement interstitielle entre des grains carbonatés et silicatés. Un diffractogramme d'un échantillon de cette substance noire ne nous a donné que les raies de la spessartine. Dans la plupart des cas il s'agit clairement d'un produit d'altération météorique. WOODLAND en signale qu'il considère comme primaires, mais nous n'avons pas jusqu'à présent observé de cas convaincant de ceci. Nous préférons nous tenir à l'opinion qu'il s'agit de minéraux d'altération.

Conclusions

Les analyses de WOODLAND ont porté sur tous les types généraux de roches et laissent peu de choses nouvelles à découvrir dans la région de Harlech. Ce n'est que dans quelques cas exceptionnels que nous avons pu signaler des types pétrographiques nouveaux dont cet auteur n'avait pas donné une description: un phyllade à collophanite, un chloritoschiste à porphyroblastes de biotite lépidoblastique, et le coticule calcitique. Nous n'avons pu, en définitive, améliorer les excellentes descriptions de cet auteur que par le recours à la microsonde.

Cette nouvelle technique nous a permis d'analyser plusieurs minéraux et de reconnaître les rapports entre la variété texturale des carbonates et la variation assez large de leur composition chimique.

La microsonde nous a également montré, et la coloration des lames minces nous a confirmé l'importance inattendue qu'il faut attribuer à l'albite, qui avait été, lorsqu'elle est à grain fin, confondue avec le quartz. L'abondance de ce minéral non seulement comme minéral détritique, mais aussi dans la pâte de certains grès et dans les roches a grain fin tout autant que la rareté du feldspath potassique, pose des problèmes que nous n'avons pu aborder. On remarquera que les roches manganésifères du Harlech Dome diffèrent des roches de Vielsalm par leur teneur notable en rhodochrosite; elles correspondent à des types pétrographiques moins complètement décarbonatés ainsi que nous nous proposons de le montrer dans un autre travail, en collaboration avec K. THEUNISSEN et P. de BÉTHUNE.

Il nous reste à remercier MM P. de BÉTHUNE, K. THEUNISSEN et D. LADURON pour l'aide accordée et les multiples conseils donnés lors de l'élaboration de ce travail, H. MARTIN et J. WAUTIER sans la compétence desquels bien des analyses sous la sonde n'auraient pas été effectuées. Notre reconnaissance va également à Mr LEES qui nous a aimablement prêté des échantillons de bluestones et de minerai de manganèse de sa collection personnelle.

BIBLIOGRAPHIE

DE BÉTHUNE, P. (1949) Sur les manifestations bénignes du métamorphisme. ACAD R. DE BELGIQUE, Bull. de la Classe des Sciences, 5e Série, Tome 35, pp. 1073-1088

GREENLY, E. (1897) Incipient Metamorphism in the Harlech Grits. Trans. Edin. Geol. Soc., 7, p. 254.

HEINRICH, K.F.J. (1964) The Electron Microprobe, Ed. McKinley, Heinrich. Wittry, pp. 351-377.

LADURON, D. (1966) Sur les procédés de coloration sélectives des Feldspaths en lame mince. Ann. Soc. Géol. Belgique, 89.

MATLEY, C.A. and WILSON, T.S. (1943) The Harlech Dome, North of the Barmouth Estuary. Quart. Journ. Geol. Soc. London, 102, p. 1-40.

PHILIBERT, J. (1964) L'analyse quantitative en microanalyse par sonde électronique. Métaux, Corrosion et Industries, no 465, mai 1964.

THEUNISSEN, K. (1970) L'andalousite et ses phases de transformation dans la région de Vielsalm. Ann. Soc. Géol. de Belg., 93, p. 363-382.

— (1971) Verband tussen de tectonische vervorming en de metamorfe rekristallisatie in het doorbraakdal van de Salm te Salm-Château. Thèse inédite.

WARNE, S.St. (1962) A quick field or laboratory staining scheme for the differentiation of the

major Carbonate minerals. Jour. Sedim. Pertology, 132, p. 28-38.

WOODLAND, Austin William

a) 1938 — Petrological Studies in the Harlech Grit Series of Merionetshire Journ. Sedim. Petrology Geol. Mag., 75

I. Metamorphic changes in the Mudstones of the Manganese Shale Group, p. 366-382

II. The Petrography and Petrology of some of the Grits, p. 440-454

III. The development of Pyrite, in the Grits and Mudstones, p. 529-539.

b) 1939 — The Petrography and the Petrology of the Lower Cambrian. Manganese ore of West Merionethshire. Quart. Soc. Jour. Geol. London, 95, p. 1-35.

Fig. 1. PROFILS de 267 microns de longueur, au travers d'un groupe de deux GRENATS ZONES, (profil MN au travers du champ I de la planche I).
On observe, du centre vers les bords, de chacun des deux grenats, un léger appauvrissement en *manganèse* et un léger enrichissement en *calcium* et en *fer*.
Sur le bord gauche, le relèvement du fer et du magnésium correspond à la chlorite, extérieure au grenat.

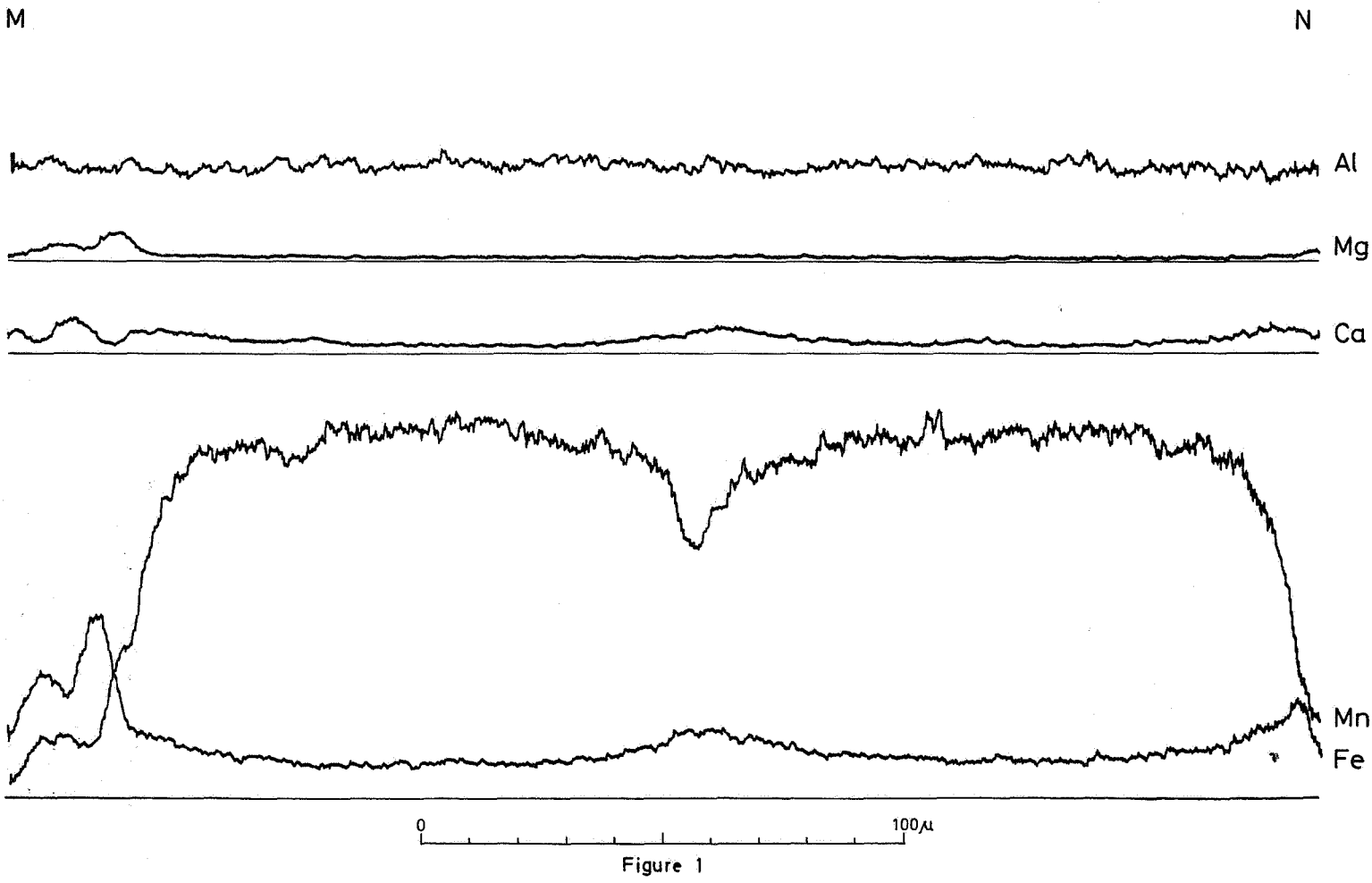


fig. 1

Figure 1

Fig. 2. PROFILS au travers de bandes attenantes de SPESSARTINE et de CALCITE MANGANESIFÈRE à texture microgranoblastique dans un COTICULE CALCITIQUE.
Les profils effectués pour les éléments Al, Mn et Ca nous permettent de reconnaître les grains et les bandes de grenat (g), à leurs niveaux en aluminium et en manganèse, simultanément élevés.
Les bandes calcitiques (c) se marquent par l'absence d'aluminium.
On observe qu'en s'écartant d'une centaine de microns de la bande de grenats vers le milieu de la bande de calcite, celle-ci s'enrichit progressivement en manganèse.
Les enregistrements marqués (x) correspondent à des minéraux non identifiés.

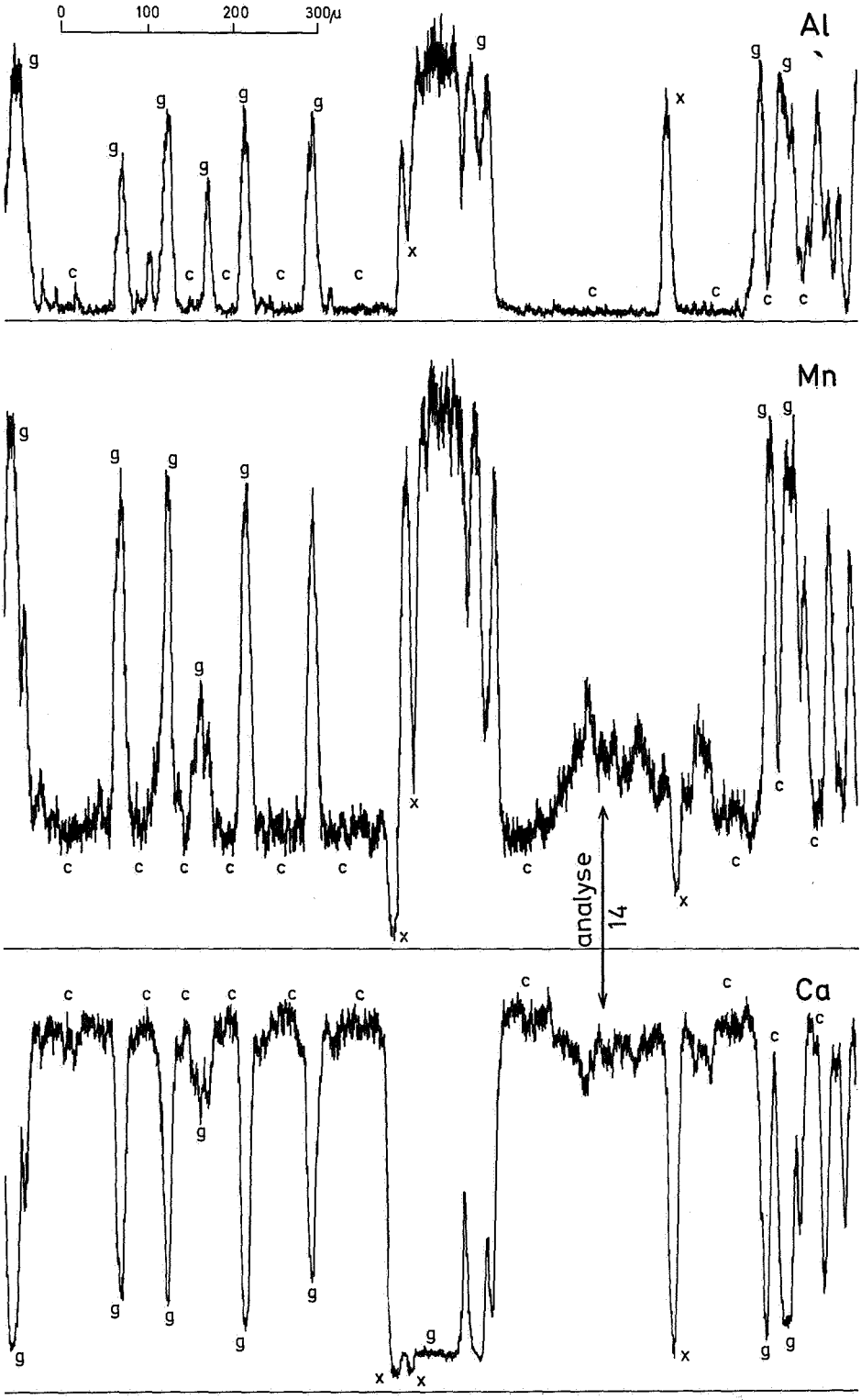


Figure 2

Fig. 3. COMPOSITION CHIMIQUES DES CARBONATES.

Les analyses sont exprimées en % pondéraux; les teneurs en $FeCO_3$, $MnCO_3$ et $CaCO_3$, ne totalisant pas à 100%, ces analyses sont figurées par un triangle d'erreur, dont la hauteur mesure la différence non dosée; dans le cas des analyses totales 6 et 14, cette hauteur correspond à la teneur en $MgCO_3$ additionnée des erreurs d'analyse; dans les autres cas (sauf pour les analyses 9, 10 et 11) on peut accepter la même attribution. Un point figuré à l'intérieur de chaque triangle, exprime les rapports $FeCO_3$: $MnCO_3$: $CaCO_3$ rapportés à 100%.

On observe que la composition chimique des carbonates varie d'une façon quasi continue, entre un pôle calcitique et un pôle rhodochrositique avec des teneurs accessoires en fer et en magnésium.

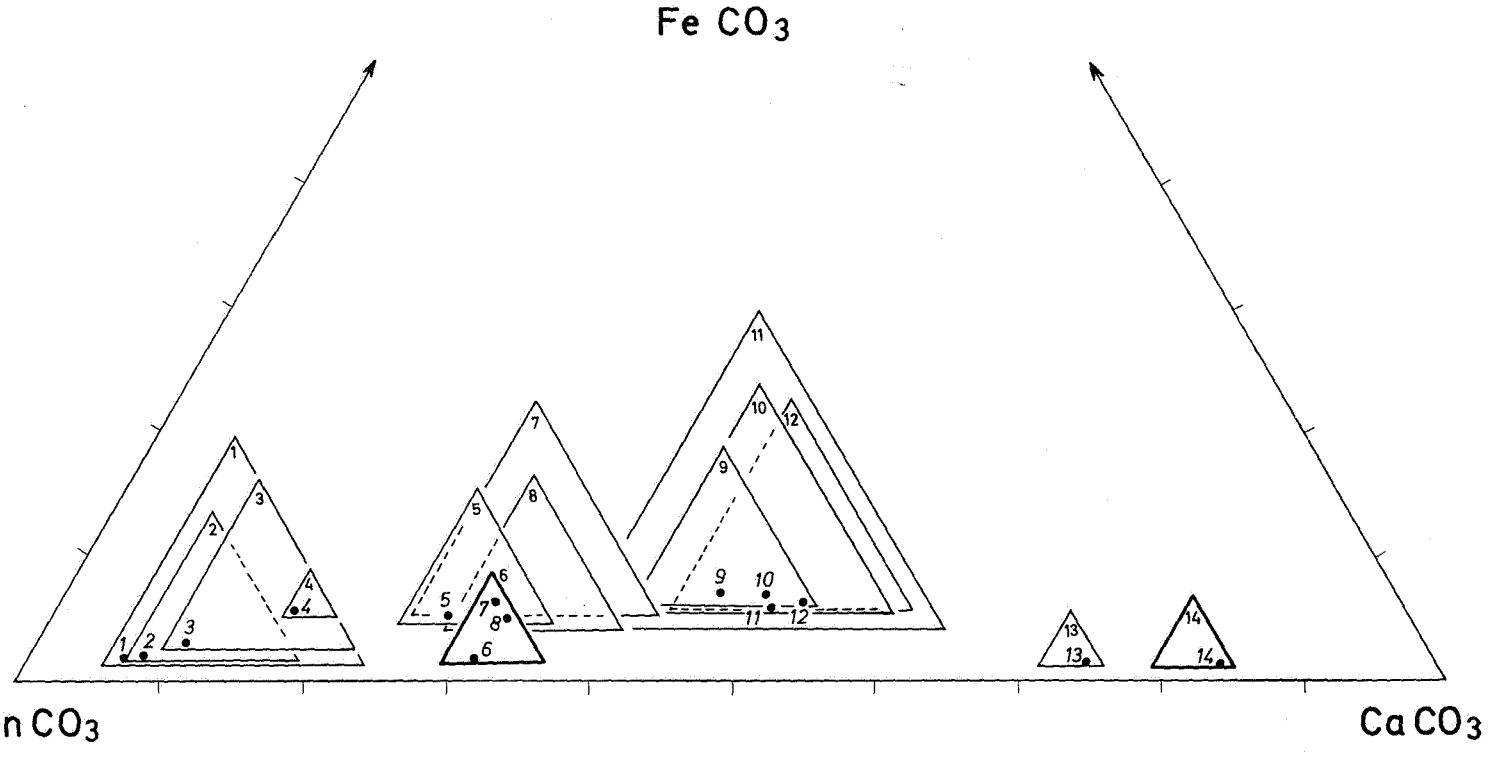


fig. 3

COMPOSITION CHIMIQUE DES CARBONATES

Fig. 3

PLANCHE I

GRENAT ZONÉ et ILMENITE MANGANÉSIFÈRE, dans un horizon grèseux des Gamlan Flags.
A— Microphotographie en lumière transmise;
B— le même champ en lumière réfléchie.
C— Image X de la distribution du manganèse, dans un champ de 267 microns de côté (champ I);
D— distribution du calcium, dans le même champ;
E— distribution du fer, dans le même champ.
F— Image X de la distribution du manganèse, dans un champ de 133 microns de côté (champ II);
G— distribution du calcium, dans le même champ;
H— distribution du titane, dans le même champ;
I— distribution du fer, dans le même champ.

On reconnaît, à gauche de la photographie, (Champ I) un groupe de deux grenats zonés, (voir aussi l'image calcium -D- et les profils MN de la figure 1).
D'autres grenats se reconnaissent en lumière réfléchie, à leur teinte gris clair.
Les plages gris-moyen, en lumière réfléchie, parfois mal polies, sont de la chlorite.
Les plages un peu plus foncées, claires en lumière transmise, sont surtout de l'albite.
Quelques grains, dont la teinte, en lumière réfléchie, est intermédiaire entre celle de la chlorite et celle du grenat, sont riches en calcium (image G); nous les rapportons à l'apatite.
Le grain à structure en tamis, blanc en lumière réfléchie, est une ilménite manganésifère (champ II et images F, H et I).

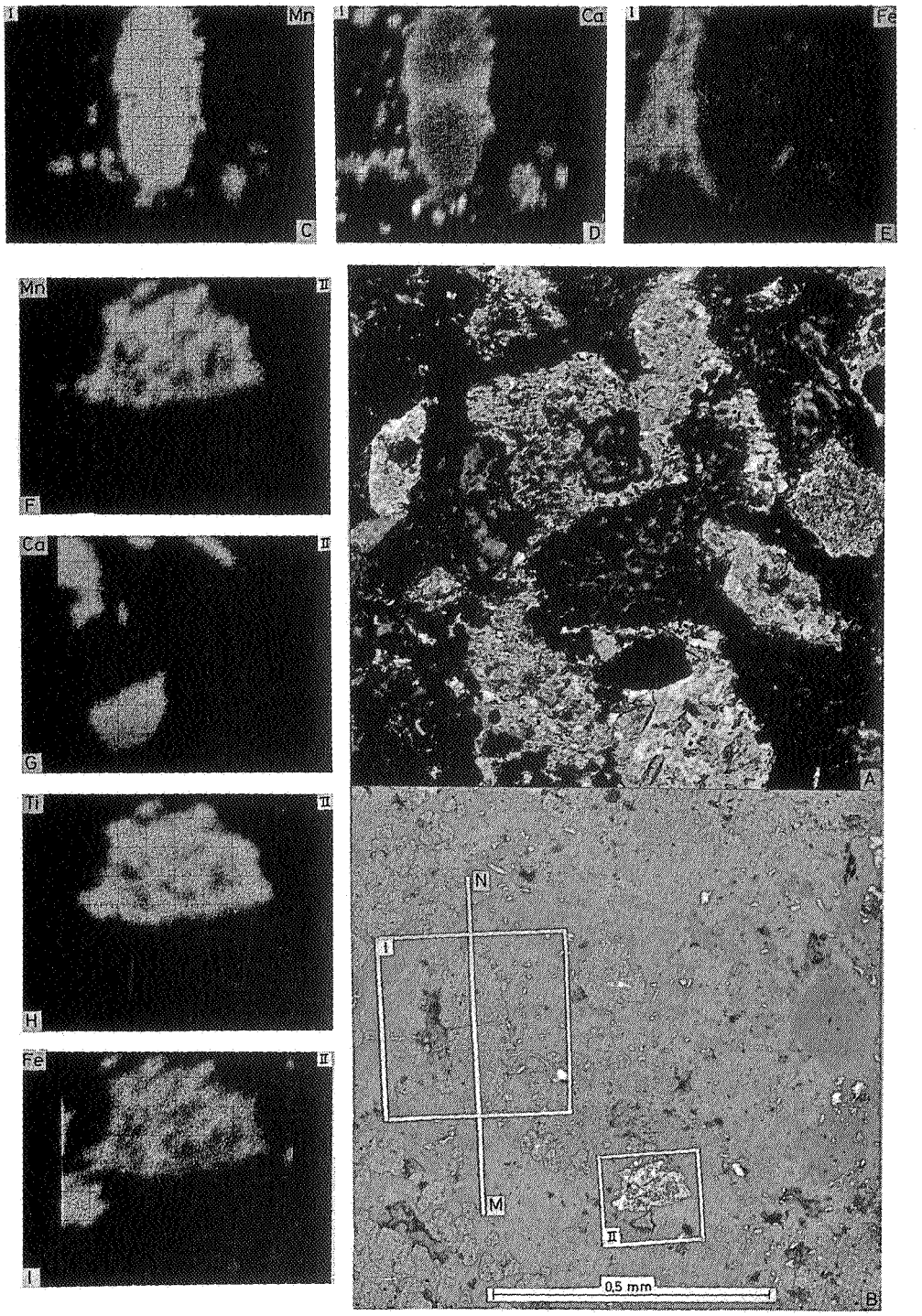


Planche I

PLANCHE II

GRENAT IDIOBLASTIQUE, dans le noyau à quartz, chlorite et grenat d'un terrier de ver, dans les Gamlan Flags.

A— Microphotographie en lumière transmise;
B— le même champ en lumière réfléchie.
C— Image X de la distribution du manganèse, dans le grenat de droite des photos A et B (champ de 267 μ);
D— distribution du fer, dans le même champ.

La roche comprend:

- du grenat, en porphyroblastes idioblastiques, gris clair en lumière réfléchie;
- du quartz, granoblastique, clair en lumière transmise;
- de la chlorite, grise, sans relief en lumière transmise;
- des oxydes de manganèse, opaques, non polis, noirs en lumière transmise comme en lumière réfléchie;
- quelques opaques, blancs en lumière réfléchie.

L'image D de la distribution du fer, suggère qu'il y a un léger enrichissement en fer, à la périphérie du grenat.

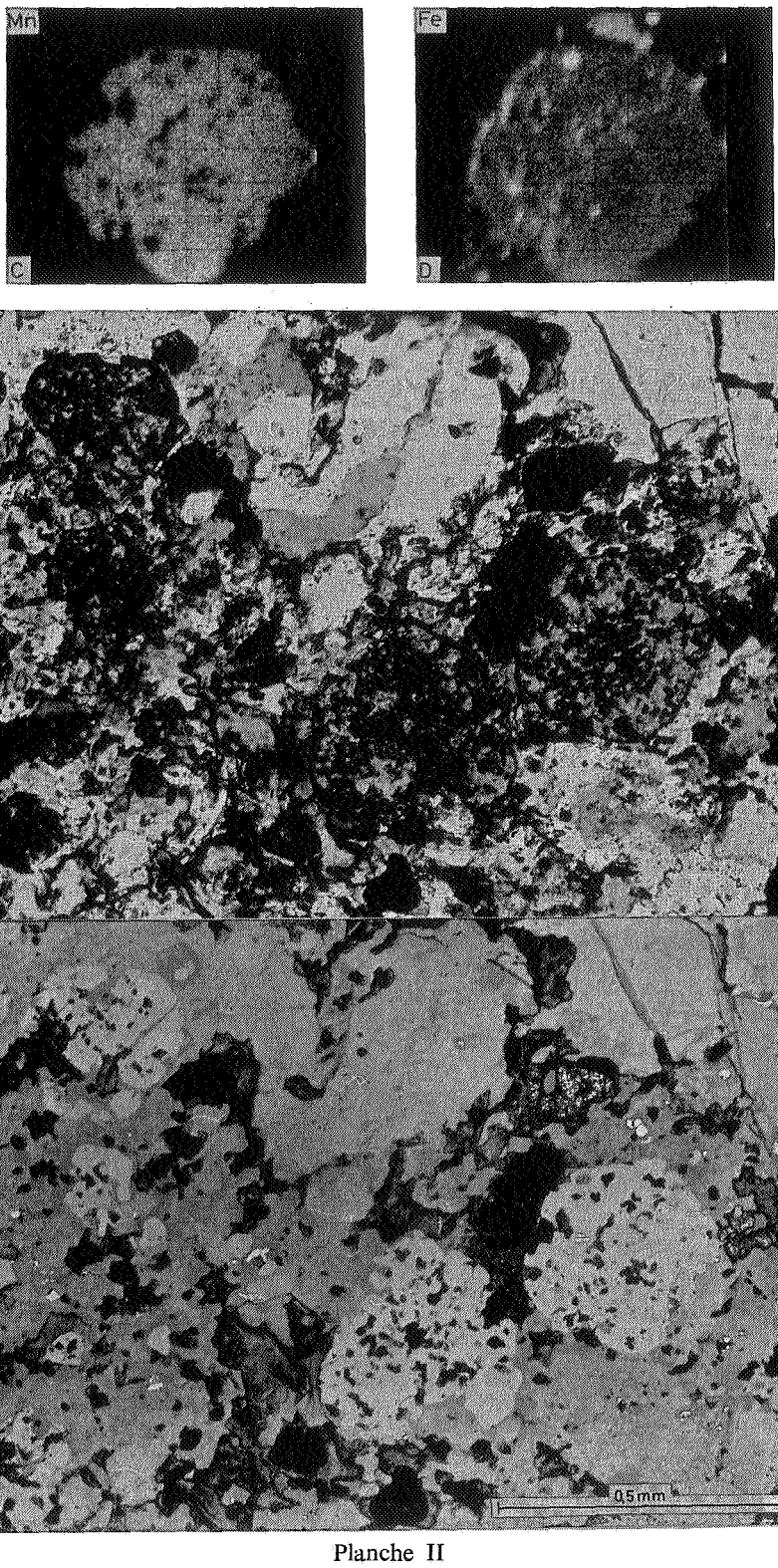
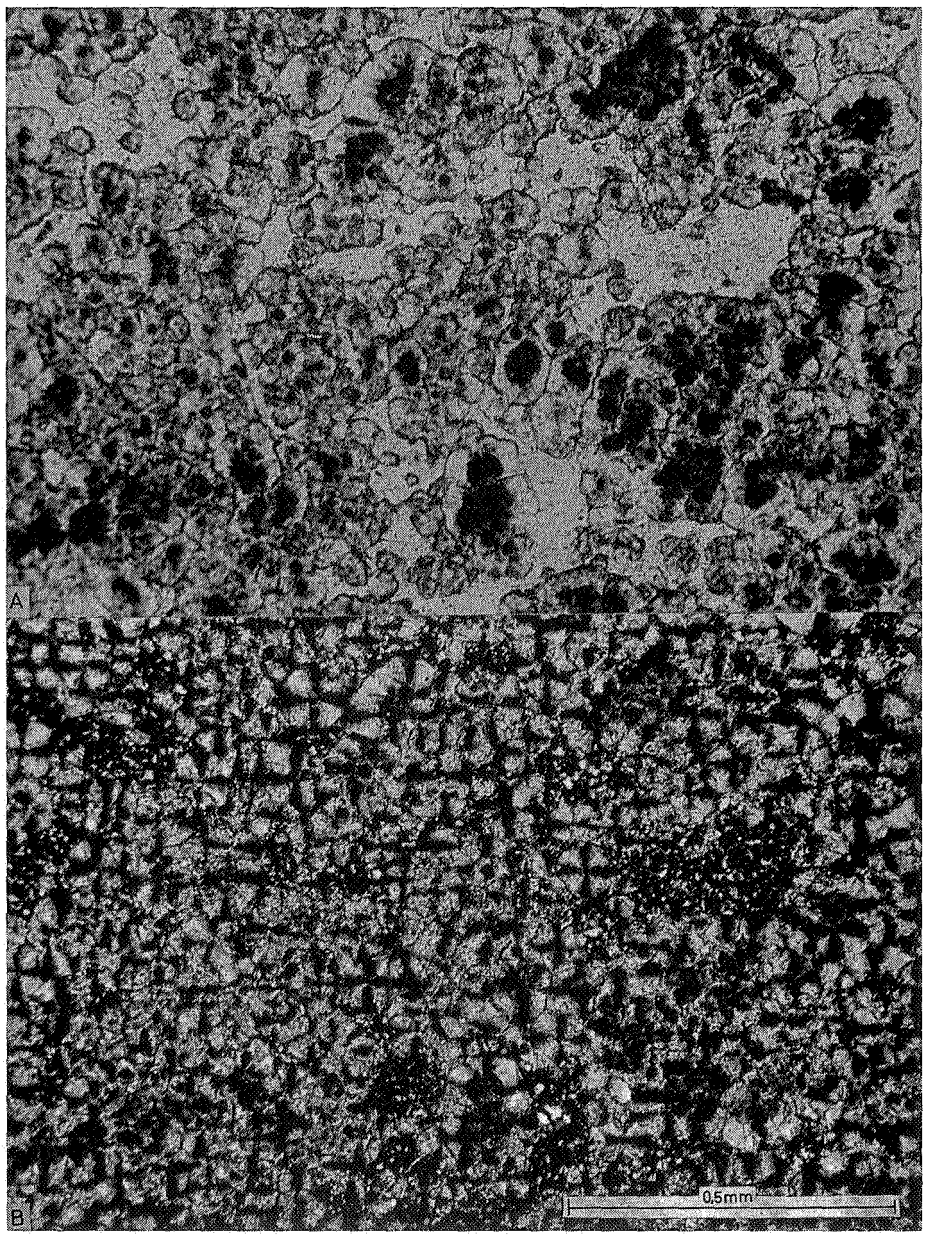


Planche II

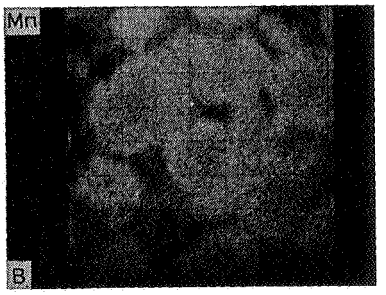


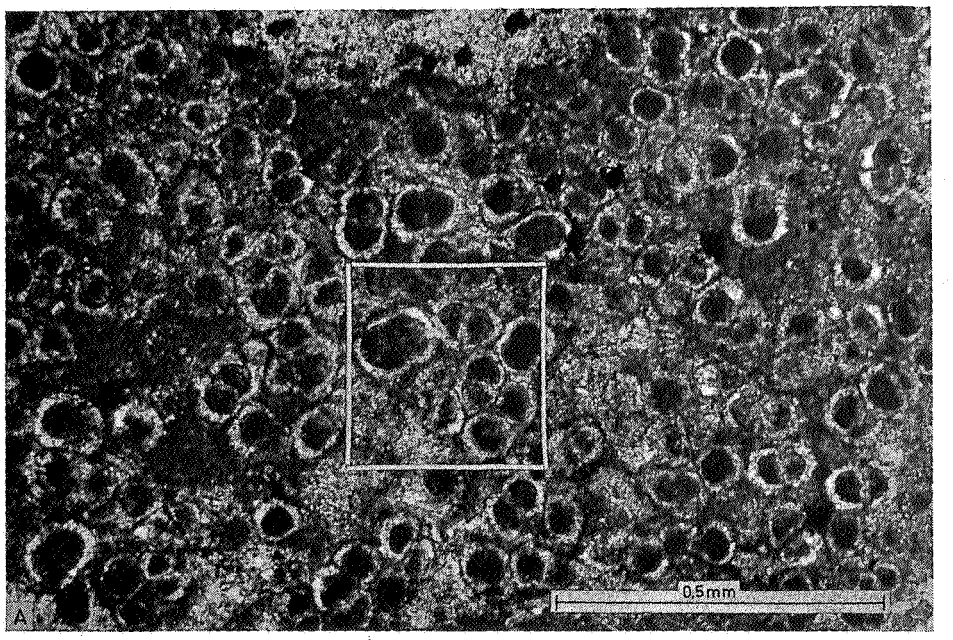
CARBONATES FIBRO-RADIÉS, en agrégats jointifs, dans un Bluestone.

A— Microphotographie en lumière naturelle;
B— le même champ, entre nicols croisés.

On remarquera:
- les agrégats fibro-radiés de carbonate, avec un centre de teinte foncée, vraisemblablement plus calcique, et des bords de teinte claire, vraisemblablement plus manganésifères;
- le contour polygonal, des agrégats jointifs;
- entre les agrégats non jointifs, une pâte interstitielle quartzitique, à grain très fin.

PLANCHE IV





CARBONATES en BISPHÉRULITES

A— Microphotographie en lumière naturelle.
B— Image X de la distribution du manganèse, dans un champ de 267 microns de côté;
C— distribution du calcium, dans le même champ.

On remarquera:

— les bisphérulites formés de deux agrégats, jointifs en leur centre de rayonnement;
— la structure zonée, à noyau foncé et à bord clair;
— la teneur plus forte du noyau foncé, en calcium, (analyse 8, du tableau I) et plus forte en manganèse du bord clair (analyses 1, 2 et 3);
— la matrice carbonatée interstitielle entre les bisphérulites, plus riche en calcium que le noyau (analyse 12).

Supplément au bulletin de la Société belge de Geéologie, de Paléontologie, et d'Hydrologie
Tome 81 - Fascicule 3-4 - 1972

TABLE DES MATIÈRES — INHOUD

Tome 81 — Volume 81

(1972)

Fascicule 1-2 — Deel 1-2

J. DE CONINCK — Applications stratigraphiques des microfossiles organiques de l'Yprésien du Bassin belge 1
W. WILLEMS — *Conicarcella Tongerenensis* n. sp. de la localité type des Sables de Grimmertingen (Oligocène inférieur de la Belgique) 13
W. WILLEMS — Benthonic Foraminifera from the type-locality of the Sands of Grimmertingen (Lower Oligocene of Belgium) 27
W. WILLEMS — Problematic microfossils from the Ypres Formation of Belgium. 53
D. NOLF — Stratigraphie des formations du Panisel et de Den Hoorn (Eocène belge). 75
D. NOLF — Deuxième note sur les Téléostiens des Sables de Lede (Eocène belge) 95
D. NOLF — Sur la faune ichthyologique des formations du Panisel et de Den Hoorn (Eocène belge). 111
D. NOLF — Les otholithes du Bassin grossier à Fercourt (Eocène du Bassin de Paris) 139

Fascicule 3-4 — Deel 3-4

L.L. LAMBRECHT, W.S. LACEY and C.S. SMITH — Observations on the Permian Flora of the Law Glacier Area, Central Transantarctic Mountains. 161
L. LAMBRECHT — The Permian sediments of the Law Glacier. 169
R. MARLIÈRE — Quelques Bélemnites du Crétacé supérieur du Hainaut. . . . 181
E. ROCHE — Le Landénien ligniteux (L_2) du sondage de Budingen — Etude palynologique 183
J. HERMAN — Les vertébrés du landénien inférieur (LIa ou Heersien) de Maret (Hameau d'Orp-le-Grand) 191
S. JONET et G. WOUTERS — Présence d'un Crocodilien nouveau dans les phosphates Yprésiens du Maroc 209
P.G.H. LAGA and F.J.C. DE MEUTER — A foraminiferal fauna found in the lower member of the Diest formation of borings of the Antwerp Kempen (NE-Belgium). 211
R. SOUCHEZ and R.PAEPE — Radiocarbon ages and Valley Floor evolution in South Belgium 221
J. DUCLOUX et R. NIJS — Contribution à l'étude géologique et géomorphologique du Marais Poitevin 227
P.G. LAGA — Een Fossielhoudende Zandsteen in de zanden van Diest te Olmen (Antwerpse Kempen) 251
S. DE BÉTHUNE — Etude à la microsonde électronique des minéraux métamorphiques du Cambrien de Harlech (Pays de Galles). 255

Après ce délai, leur publication est renvoyée à une date de publication ultérieure et l'article n'est plus accepté après trois mois.

Les manuscrits seront dactylographiés, avec double interligne sur format quarto. La longueur des lignes ne dépassera pas 15 cm. Des corrections seront évitées.

Pour l'usage de caractères spéciaux dans le texte, les symboles typographiques suivants seront utilisés pour l'impression:
en italique: souligner une fois;
EN PETITES CAPITALES: souligner deux fois;
EN MAJUSCULES: souligner trois fois;
EN MAJUSCULES ITALIQUES: souligner quatre fois;
en caractères gras: souligner d'un trait ondulé;
en caractères espacés: souligner d'un trait interrompu.

Chaque manuscrit est accompagné d'un résumé. Il est souhaitable d'en ajouter au moins un, au maximum trois, dans une langue étrangère.

Figures et planches

Les figures seront suffisamment grandes et tracées avec soin, afin de permettre leur réduction au format (13 × 20 cm) du Bulletin ou à largeur d'une colonne (6 cm). Les écrits et signes conventionnels doivent garder au moins 1 mm de hauteur après réduction. On évitera d'inclure dans le dessin, les titres, numérotations et légendes qui peuvent s'imprimer. Les planches seront préparées au format du bulletin (13 × 20 cm). Les photos indépendantes pourront également être imprimées sur une colonne (6 cm).

Références bibliographiques

Les références bibliographiques figureront à la fin du texte et seront classées par ordre alphabétique (pas de numérotation): nom de l'auteur suivi de l'année de publication; éventuellement ajouter a, b, c, ... pour indiquer les travaux publiés dans la même année. Dans le texte, le renvoi à la bibliographie se fera par inscription du nom de l'auteur suivi de l'année de publication.

Courtes notes

De courtes notes peuvent être envoyées, sans présentation publique préalable, à l'éditeur qui les transmet ensuite à la commission des publications. Elles se limiteront à quatre pages de texte dactylographiées et n'inclueront qu'un nombre limité de figures et de photos.

verdaagd naar een volgend bulletin en worden na drie maanden niet meer aanvaard.

De manuscripten worden getypt op quartoformaat met dubbele tussenlijn en de lijnen zullen niet langer zijn als 15 cm. Verbeteringen worden vermeden.

Voor het gebruik van speciale lettertypes in de tekst worden volgende typografische symbolen aangewend:
cursief: éénmaal onderlijnen;
KLEINE HOOFDLETTERS: tweemaal onderlijnen;
HOOFDLETTERS: driemaal onderlijnen;
CURSIEVE HOOFDLETTERS: viermaal onderlijnen;
vet: éénmaal golvend onderlijnen;
geëspaceerd: éénmaal onderbroken onderlijnen.

Bij ieder manuscript moet een korte samenvatting worden gevoegd. Minstens één en maximum drie vertalingen zijn wenselijk.

Figuren en platen

De figuren zullen voldoende groot en duidelijk getekend zijn zodat ze een reduktie binnen bladspiegel (13 × 20 cm) of op breedte van een kolom (6 cm) toelaten. Geschriften en konventionele tekens mogen nooit kleiner zijn dan 1 mm na reductie. Men vermijde elke nummering, titel en legende die kunnen worden gezet, op de tekening aan te brengen. Platen worden op bladspiegel (13 × 20 cm) voorbereid. Afzonderlijke foto's kunnen ook op één kolom (6 cm) worden afgebeeld.

Bibliografische referenties

Bibliografische referenties worden aan het einde van de tekst aangebracht in alfabetische volgorde (geen nummering): naam van de auteur gevolgd door het jaar van publicatie; eventueel a, b, c, ... toevoegen aan het jaartal wanneer meerdere publicaties van hetzelfde jaar voorkomen. Naam en jaar worden ook op die manier in de tekst aangewend voor verwijzing naar de bibliografie.

Korte nota's

Korte nota's worden rechtstreeks, zonder voordracht, gestuurd aan de uitgever die ze dan aan de publikatiekommissie voorlegt. Ze omvatten vier bladzijden getypte tekst en een beperkt aantal figuren en foto's.

Publications et prix des publications

Les auteurs sont priés de présenter des articles condensés et de se limiter volontairement à environ 16 pages dactylographiées. Des contributions plus volumineuses risquent d'ailleurs d'augmenter considérablement le coût de publication et une aide financière pourrait alors être demandée. Les frais de deux clichés au trait ou un simili sont à charge de l'éditeur. **Les frais résultant des changements dans le texte (également les points, virgules, etc.), à l'exception des corrections ordinaires, seront directement taxés à l'auteur au prix 20 F par ligne.**

Les épreuves avec leurs manuscrits, seront renvoyées à l'éditeur dans un délai de 10 jours, faute de quoi, elles seront considérées comme « bon à tirer ».

Seuls les articles originaux sont acceptés. Les articles sont publiés, quant à leur teneur, sous l'entière responsabilité des auteurs. L'Editeur—Secrétaire-général se réserve cependant le droit de discuter de l'opportunité de certaines publications et de les soumettre éventuellement à l'examen des Comité des Publications.

Prix des publications:

Bulletins:

— par tome: abonnement annuel. . . . 650 F
gratuit pour les membres après payement de la cotisation annuelle. . . . 350 F
— par fascicule . . . . . 225 F
— par tiré-à-part. . . . . 25 F

Mémoires: in -8° of -4°; paraissant occasionnellement; les membres profitent d'une réduction de 25% sur les prix.

Publications hors-série: patronnées par la Société, vendues uniquement aux prix fixés.

Tables générales de matières:

Tome I (1887) à XX (1906) . . . 150 F
Tome XXI (1907) à L (1940-1941) 150 F
Tome LI (1942) à LXXI (1962) . . . 500 F

La liste des Mémoires et Publications hors-série peut être obtenue chez l'Editeur—Secrétaire général. Les commandes doivent également lui être adressées. Le payement anticipé est obligatoire et se fera par chèque adressé à la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, Bruxelles ou par versement ou virement au C.C.P. 1452.19 de la Société. Une remise de 25% est accordée aux libraires.

Publikaties en prijslijsten

Teneinde de artikels bondig te houden worden de auteurs verzocht zich vrijwillig te beperken tot ongeveer 16 getijpte bladzijden. Meer lijvige teksten verhogen tevens aanzienlijk de kostprijs waarvoor dan om een financiële tussenkomst kan worden verzocht. De kosten van twee lijnclichés of één plaat worden door de uitgever gedragen. **De kosten van veranderingen in de tekst (ook punten, komma's enz.), behalve zetfouten, worden rechtstreeks aan de auteur aangerekend aan de prijs van 20 F per lijn.**

Drukproeven worden binnen de 10 dagen, samen met het manuscript terug bij de uitgever verwacht; nadien worden ze als persklaar beschouwd.

Alleen oorspronkelijke artikels worden aanvaard. De artikels worden, voor wat hun inhoud betreft, volkomen onder de verantwoordelijkheid van de auteur gepubliceerd. De Uitgever—Secretaris-generaal behoudt zich nochtans het recht voor, over de wenselijkheid van een publicatie overleg te plegen en ze desgevallend aan de Publicatie-commissie voor te leggen.

Prijzen der Publikaties:

Bulletins:

— per volume: jaarlijks abonnement . . 650 F
gratis voor de leden na betaling van het jaarlijks lidgeld . . . . . 350 F
— per deel . . . . . 225 F
— per overdruk . . . . . 25 F

Verhandelingen: in -8° of in -4°; verschijnen occasionneel; leden genieten van een reductie van 25% op de vastgestelde prijzen.

Buitengewone Publikaties: gepatroneerd door de Vereniging worden uitsluitend verkocht aan de vastgestelde prijzen.

Inhoudstafels:

Volume I (1887) tot XX (1906) . 150 F
Volume XXI (1907) tot L (1940-1941) 150 F
Volume LI (1942) tot LXXI (1962) . 500 F

De lijst van de Verhandelingen en Buitengewone Publikaties zijn verkrijgbaar bij de Uitgever—Sekretaris-generaal. Ook de bestellingen worden aan hem gericht. Verplichtend voorafgaandelijk te betalen per check geadresseerd aan de « Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, Bruxelles » of door storting of overschrijving op P.C.R. 1452.19 van de Vereniging. Boekhandels genieten 25% afslag.

Imprimerie - NICI - Drukkerij
GENT