

## AGE ET ORIGINE DES SHALES AYANT SERVI À LA CONFECTION DES ANNEAUX PRÉHISTORIQUES (SECOND AGE DU FER) DE BASÈCLES (BELGIQUE)

Michel VANGUESTAINE & Bastien WAUTHOZ

Paléobotanique, Paléopalynologie et Micropaléontologie, Université de Liège Sart Tilman B18, B-4000 Liège

(4 figures, 2 tableaux et 2 planches)

**ABSTRACT. Provenance and age of the shales used in the making of prehistorical stone rings found in Basècles (Belgium) and attributed to the second Iron Age.** An archaeological site in Basècles yielded many shale pieces. They are the remnants of a stone rings industry, dated to the second Iron Age (300-400 BC). The source material was not excavated in Basècles since its basement consists of Dinantian limestone, Thanetian and Ypresian sand and clay. Where did this material come from?

A biostratigraphical analysis with acritarchs dates the source material to the upper Telychian (Llandovery, Lower Silurian). Since the analysed samples yield very similar palynological results and show the same lithological facies, it is assumed that they come from the same deposit in a single locality. In Belgium, Silurian rocks are found in two different areas: the Sambre-Meuse Inlier and the Brabant Massif. Silurian rocks have just been discovered in the Boulonnais (Northern France), but their Wenlock-Ludlow age and the great distance from Basècles preclude they may be the source material. A former study (Vanguestaine, 1995) hypothesised that the source material may come from the Dendre valley. However, no reference samples were available at that time and no formal evidence could be shown. The present study investigates rock debris from the Dendre valley that show a lithological facies similar to the source rocks of the stone rings. Their lithological and palynological likeness to the stone ring material confirms the former hypothesis and allows to be more specific about the source area of the material. They likely belong to the Fallais Formation. Moreover, these results exclude the presence of Deville Group rocks south to the porphyric sill of Lessines.

**KEYWORDS:** archaeology, prehistory, palynology, acritarchs, Silurian, Telychian.

**RÉSUMÉ.** A Basècles, un site archéologique recèle une multitude de plaquettes de "schistes" constituant le résidu de la fabrication d'anneaux lithiques. Cet artisanat est daté du second Age du Fer (300-400 avant J.-C.). Le matériau de base n'était pas extrait sur place puisque le sous-sol y est constitué de calcaire Dinantien, de sable ou d'argile Thanétien et Yprésien. Se pose dès lors le problème de la provenance de ces "schistes".

L'analyse biostratigraphique (acritarches) conduit à dater le matériau d'origine du Telychien supérieur (Llandovery, Silurien inférieur). La bonne similitude du résultat palynologique pour les deux échantillons étudiés et l'uniformité lithologique des plaquettes de roche permettent de considérer que ces dernières proviendraient d'un même gisement, issu d'une seule localité. En Belgique, seuls la Bande de Sambre-Meuse et le Massif de Brabant offrent en affleurements des roches datées du Silurien inférieur. Des roches d'âge Silurien viennent d'être mises à jour dans le Boulonnais, mais leur âge Wenlock-Ludlow et l'éloignement du site de Basècles permettent de les exclure des aires d'origine possibles. Une précédente étude (Vanguestaine, 1995) avait émis l'hypothèse que ces fragments seraient issus de la vallée de la Dendre. Cependant, aucun échantillon de référence n'était alors disponible et aucune preuve formelle n'était présentée. Dans le cadre de cette étude, des débris de lithologie similaire à celle des roches ayant servi à la confection des anneaux et issus de la vallée de la Dendre ont été étudiés (lithologie et palynologie). Leur similitude, tant lithologique que palynologique, permet de confirmer l'hypothèse précédente et de préciser ainsi la région d'origine du matériau des anneaux. Ce seraient des roches de la Formation de Fallais. De plus, les résultats de cette étude confirment l'absence de roches appartenant au Groupe de Deville au Sud immédiat du sill porphyrique de Lessines.

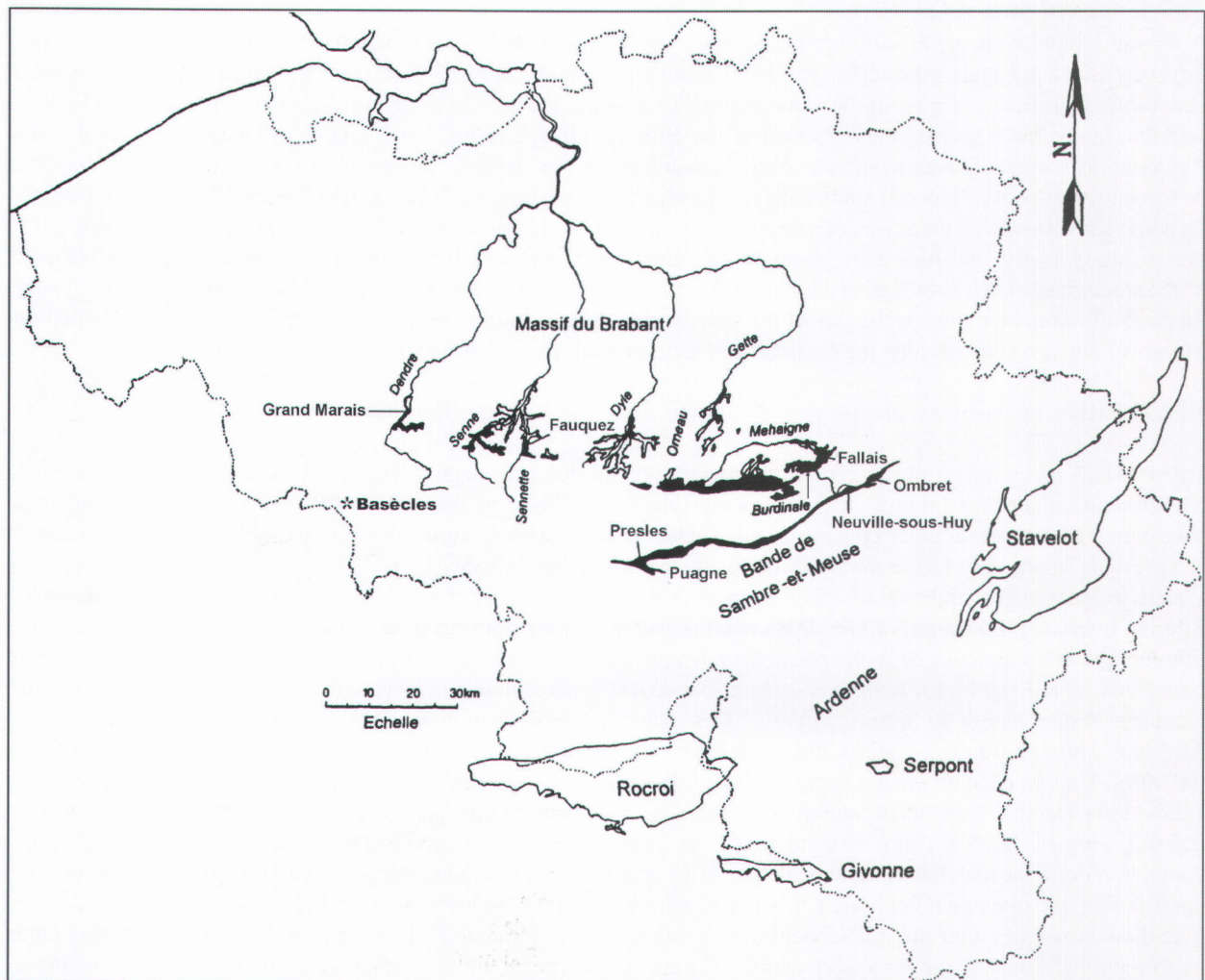
**MOTS-CLÉS :** archéologie, palynologie, préhistoire, acritarches, Silurien, Telychien

## 1. Introduction

A Basècles (Fig. 1), des prospections et une fouille ont conduit à une importante récolte de plaquettes, dénommées "schistes", témoignant à cet endroit d'une intense activité artisanale datée du second Age du Fer, ou période de La Tène (300-400 avant J.-C.). Cet artisanat avait pour but la confection d'anneaux lithiques, d'un diamètre variant de 4 à 10 cm, dont toutes les étapes de fabrication ont pu être reconstituées (Demarez et Brun, 1985, voir Fig. 2). L'utilisation de ces anneaux n'est cependant pas connue de manière certaine (De Braekeleer et Houbion, 1995), mais Cahen-Delhaye (1997) considère qu'il s'agit de bracelets à usage de parure féminine. La roche ayant servi à leur fabrication ne peut avoir été extraite sur place puisque le sous-sol de la région est constitué de calcaire Dinantien, de sable et d'argile Thanétien et Yprésien comme l'indique la carte géologique Blicquy-Ath, 38/5-6 (Doremus & Hennebert, 1995).

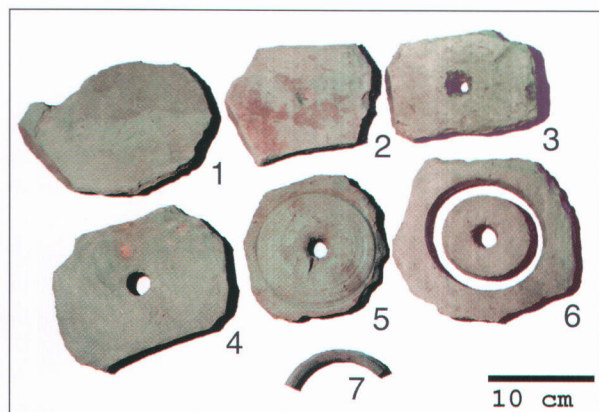
Dans une publication peu connue de la communauté géologique, Vanguestaine (1995) a proposé une hypothèse quant à la provenance du matériau. L'âge, probablement Telychien, déduit de la distribution stratigraphique des acritarches, très abondants dans les échantillons analysés, la couleur des spécimens reflétant un taux d'évolution prononcé de la matière organique et l'absence de schistosité de la roche ont conduit à indiquer la vallée de la Dendre, au Sud immédiat de Lessines, comme lieu probable d'origine du matériau manufacturé à Basècles.

Dans une publication plus récente, Jadin et Verniers (1998) ont appliqués des méthodes et des techniques d'étude tout à fait similaires à celles de Vanguestaine (1995) pour la résolution d'un problème comparable. Un examen macroscopique et des techniques pétrographique, microtectonique et micropaléontologique (chitinozoaires) ont permis d'établir la provenance probable d'une partie au moins des anneaux de schistes du



**Figure 1.** Carte de localisation de Basècles, des Massifs Paléozoïque Inférieur et des sites de référence. En noir, affleurements du Silurien dans le Massif de Brabant, du Silurien et de l'Ordovicien, non différenciés, dans la Bande de Sambre-Meuse (modifié de Vanguestaine, 1995).

**Figure 1.** Map of Belgium with localisation of Basècles, the Palaeozoic Massifs and the reference sites. In black, the Silurian of the Brabant Massif and the combined Ordovician and Silurian of the Sambre-Meuse (modified after Vanguestaine, 1995).



**Figure 2.** Reconstitution des étapes de fabrication des anneaux de Basècles par juxtaposition de plaquettes de shales à divers stades du processus. Ces étapes sont : (1) dégrossissage des plaques et (2) aplanissement recto-verso, (3-4) aménagement de la perforation centrale en vue de l'enfilement dans l'axe d'un tour, (5-7) découpage de l'anneau (d'après Demarez et Brun, 1985).

**Figure 2.** The successive stages in the manufacturing of the rings from Basècles. Each shale piece is representative of one of the successive steps, respectively : (1) roughing-out and (2) smoothing of the shale piece, (3-4) piercing of the central hole to be adjusted to a lathe axe, (5-7) cutting out of the ring (adapted from Demarez et Brun, 1985).

Secteur Blicquien de Darion, en Hesbaye et de localiser le matériau de base dans des affleurements du Silurien de la vallée de la Meuse, aux environs de Fallais, à quelque 7 km de Darion.

Le but de la présente publication est de compléter les observations de Vanguetaine (1995) par des observations nouvelles sur le terrain et en laboratoire. Vu qu'aucun échantillon de la vallée de la Dendre n'avait été étudié, aucune preuve formelle n'étayait l'hypothèse émise alors. Une exploration géologique de cette vallée au Sud de Lessines a été effectuée et des prélèvements de roches réalisés (M. V.). Un inventaire complet des assemblages d'acritarches des échantillons tirés des anneaux (Basècles-1 & -2) et de la vallée de la Dendre (Grand Marais-1) a été effectué (B.W.) de manière à ce que la similitude des assemblages de microfossiles (acritarches) dans ces différents échantillons puisse être évaluée.

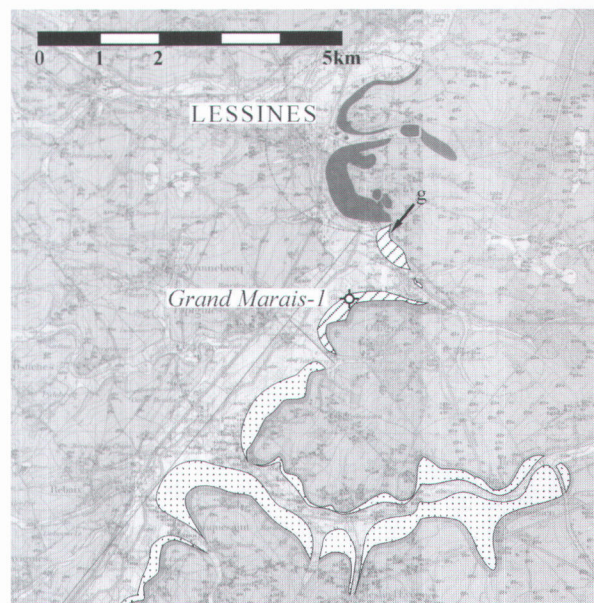
## 2. Inventaire et provenance des échantillons analysés

En plus des deux échantillons d'anneaux qui constituent le matériel de base de cette étude (Basècles-1 et -2, échantillons archéologiques), des échantillons de référence ont aussi été analysés. Ils proviennent de la Bande de Sambre-Meuse, des localités de Presles, Puagne, Neuville-sous-Huy et d'Ombret (sondage de Meuse 21 III 4,6 m)

et du Massif de Brabant, des localités de Grand Marais, Fauquez et Fallais (Figure 1). Leur localisation et leur âge sont précisés en Annexe 1.

Les échantillons archéologiques (Basècles-1 & -2) consistent en un fragment de deux plaquettes de "schiste" ayant servi chacune à la confection d'un anneau lithique. Ils ont fait l'objet d'un inventaire palynologique complet et une lame mince pour analyse pétrographique a été confectionnée à partir de l'échantillon Basècles-2.

L'examen des échantillons de référence, à l'exception de celui de Grand Marais, a déjà été effectué précédemment (Vanguetaine, 1995). Cette dernière étude en avait confirmé l'âge Silurien inférieur (Annexe 1) indiqué soit par des techniques biostratigraphiques indépendantes de la palynologie (pour Neuville-sous-Huy), soit par une analyse palynologique (pour Fauquez, Fallais, Presles, Puagne et Ombret). De plus, les échantillons Fauquez et Grand Marais-1 ont servi à la confection d'une lame mince pour analyse pétrographique.



**Figure 3.** Carte géologique de la région de Lessines montrant le sill porphyrique de Lessines (en gris), l'extension des roches du Groupe de Deville (barré) et des roches du Silurien (pointillé), modifié de Delvaux, 1894 et Velge *et al.*, 1893. La position du gîte à graptolithes (Legrand, 1966) est indiquée par la lettre "G". La figure montre aussi la localisation de l'échantillon Grand Marais-1.

**Figure 3.** Original geological map of the Lessines area with the porphyric sill of Lessines (gray colour), the Deville Group rocks (diagonal lines) and the Silurian rocks (dots), modified from Delvaux, 1894 and Velge *et al.*, 1893. The letter "G" refers to the graptolite-bearing site of Legrand (1966) and the cross indicates the place where the Grand Marais-1 sample was collected.

L'échantillon de Grand Marais (Grand Marais-1) provient de la vallée de la Dendre et porte le nom du lieu-dit dont il provient (Fig. 3). Il se caractérise par le fait que son âge est inconnu alors que celui des autres est Silurien inférieur. Il a fait l'objet d'un inventaire palynologique complet.

Il faut signaler, par ailleurs, que des roches siluriennes, dépourvues de schistosité, viennent d'être redécouvertes à Caffiers, dans le Boulonnais, lors de l'électrification de la ligne de chemin de fer et le remplacement du pont (Degardin *et al.*, 2001). Une étude palynologique préliminaire indique un âge Wenlock à Ludlow inférieur, plus récent que celui des anneaux de Basècles. Cependant, cette région peut potentiellement contenir dans son sous-sol des roches d'âge comparable à celui des anneaux préhistoriques de Basècles. Toutefois, la distance de 140 km séparant cette région du site archéologique, rend peu probable une provenance du matériau d'une région aussi éloignée. Dès lors, il est raisonnable de postuler que l'aire géographique d'origine des matériaux ayant servi à la confection des anneaux de Basècles se circonscrit aux seules régions où affleurent des roches d'âge Silurien en Belgique.

### 3. Conditions de gisement et nature lithologique des matériaux analysés

La Figure 1 montre les zones d'affleurement de roches d'âge Silurien en Belgique. Elles se distribuent en deux régions géologiquement distinctes: la Bande de Sambre-Meuse qui débute à quelque 70 km à l'Est de la localité de Basècles, à Bouffioulx, et s'étend vers l'Est jusqu'Engis; le Massif de Brabant dont les principaux affleurements se localisent dans les vallées de la Dendre, de la Sennette et de la Senne, de la Dyle-Thyle, de la Gette, de l'Orneau, de la Burdinale et de la Mehaigne, et qui est également reconnu dans le sous-sol par de nombreux sondages jusqu'à Anvers au Nord, Ostende à l'Ouest et la périphérie de Liège à l'Est.

On voit, par l'examen de la Figure 1, que les localités susceptibles d'être à la source du matériau analysé sont d'extension limitée et, pour certaines, relativement proches du site de Basècles.

#### 3.1. Échantillons archéologiques

Macroscopiquement, les deux échantillons archéologiques précités (Basècles -1 et -2), ainsi que diverses roches du site de Basècles, examinées par ailleurs, présentent l'aspect d'un shale de couleur verte. Le matériau est compact, non feuilleté. Il est homogène (Basècles-1) ou finement lité localement (Basècles-2). Cette fine lamination ressemble à celle qui est connue dans des roches du Paléozoïque Inférieur de notre pays et qui résulte de leur nature turbiditique.

De plus, les prospecteurs ne font pas état de roches de natures différentes (De Braekeleer *in* Vanguestaine, 1995). Il se pourrait dès lors que toutes les pièces recueillies à Basècles proviennent d'une seule et même localité.

Au microscope, l'observation de la roche en lame mince taillée perpendiculaire à la lamination (Basècles-2) révèle une granulométrie très fine et une minéralogie uniquement constituée de phyllosilicates avec nombreuses lentilles d'illite/chlorite en sandwiches, dont la longueur est de l'ordre de 50 à 100 µm.

L'absence de feuilletage (schistosité) confère au matériau analysé la compacité mentionnée plus haut. Ce caractère, joint à la faible dureté de la roche, due à la nature et à la finesse de son grain, en fait un matériau assez facile à usiner. Ceci peut expliquer la raison pour laquelle il fut choisi par l'homme de l'Age du Fer pour la confection d'anneaux.

Cette absence de schistosité par ailleurs interdit que cette roche soit dénommée "schiste". En fonction des caractéristiques précisées plus haut, le terme approprié est celui de shale.

#### 3.2. Échantillons de référence

Toutes les localités des échantillons de comparaison, à l'exception de celle d'Ombret, se situent dans les aires d'affleurement directement accessibles aujourd'hui et qui l'étaient vraisemblablement déjà à l'Age du Fer. L'Annexe 1 renseigne les localisations des échantillons et les références bibliographiques pour chaque localité. Les conditions de gisement dans la vallée de la Dendre, et plus particulièrement pour l'échantillon Grand Marais-1, sont détaillées en 3.3.

Les nombreux sondages connus dans les mêmes niveaux stratigraphiques du Massif de Brabant (Legrand, 1968; De Vos *et al.*, 1993) ne présentent pas d'intérêt dans le cadre du présent travail puisque les roches qu'ils ont permis de traverser étaient inaccessibles à l'époque préhistorique. Nous ferons cependant appel à certains d'entre eux, dans la mesure où ils fournissent des indications sur la nature du sous-sol dans des régions où les affleurements ont aujourd'hui disparu ou sont d'observation malaisée.

Le Tableau 1 fournit les caractéristiques lithologiques (nature et couleur) des échantillons de référence. Seuls parmi ces derniers, les échantillons de Fauquez et de Grand Marais ont fait l'objet d'une étude pétrographique en lame mince.

Cette étude indique pour l'un et l'autre échantillon une lithologie comparable. La roche est entièrement constituée de minéraux argileux et la lamination est due à des lamines de compositions argileuses différentes.

			LITHOLOGIE		ACRITARCHES		
			Nature et couleur	Présence de schistosité	Estimation de la conservation	Couleur de la matière organique	Présence de remaniements
ECHANTILLONS ARCHÉOLOGIQUES		Basècles-1 & -2	Shale vet	NON	Bonne	gris-vert à opaque	NON
ECHANTILLONS DE RÉFÉRENCE	MASSIF DE BRABANT	Grand Marais-1	Shale vert	NON	Bonne	gris-vert à opaque	NON
		Fauquez	Schiste vert	OUI	Moyenne	gris-vert à opaque	NON
		Fallais	Phyllade gris	OUI	Mauvaise	gris-vert à opaque	NON
	BANDE DE SAMBRE-MEUSE	Presles	Shale gris	NON	Moyenne	brun à brun foncé	OUI
		Puagne	Shale vert	NON	Moyenne	brun foncé	OUI
		Neuville-sous-Huy	Shale vert	NON	Bonne	brun clair à foncé	OUI
		Ombret	Shale gris et mauve	NON	Moyenne	brun à brun fonc	OUI

**Tableau 1.** Comparaison lithologique et palynologique (acritarches) entre les échantillons archéologiques et les échantillons de références du Massif de Brabant et de la Bande de Sambre-Meuse (modifié de Vanguetaine, 1995).

**Table 1.** Lithological and palynological (acritarchs) comparison between the archaeological samples and the reference samples from the Brabant Massif and the Sambre-Meuse Belt (modified from Vanguetaine, 1995).

### 3.3. Échantillon Grand Marais-1

A l'heure actuelle, la vallée de la Dendre, entre Ath et Lessines, n'offre pratiquement plus d'affleurements de roches ordoviciennes et siluriennes. Fourmarier (1921) en a déjà fait la constatation tout en spécifiant que les roches paléozoïques ne doivent pas se trouver loin de la surface, comme en témoigne la présence de débris de ces dernières dans l'éluvium. Ces roches paléozoïques ont d'ailleurs été recoupées par sondages, entre Ath et Lessines, pour la construction de l'autoroute A8 (Verniers et Van Grootel, 1988).

L'absence de relief qui caractérise cette partie du Hainaut, empêche le dégagement naturel d'affleurements en dessous de l'éluvium. Des débris de roches vertes sont cependant observables à divers endroits, notamment au lieu-dit "Grand Marais". Ces débris sont parfois de dimension décimétrique et relativement frais en termes d'altération atmosphérique.

D'après les cartes géologiques au 1/40.000 (partiellement reproduites à la Fig.2, Delvaux, 1894, Velge *et al.*, 1893), le sous-sol de l'endroit du lieu-dit "Grand Marais" et au Nord de celui-ci, serait constitué de roches vertes ("assise" de Tubize), unité lithologique rapportée au Groupe de Deville d'âge Cambrien dans sa partie datée. Cependant, la découverte de graptolites (Legrand, 1966) au toit immédiat du porphyre a mis en doute l'existence de roches d'âge devillien au Sud de Lessines, contrairement à la légende de la carte géologique officielle. De plus, la similitude macroscopique entre les débris trouvés à Grand Marais et le matériau ayant servi à la confection des anneaux lithiques a poussé à inclure cet échantillon dans la

présente étude. L'âge Silurien déduit de la détermination des graptolites est intéressant à contrôler sur les débris récoltés à Grand-Marais.

## 4. Critères sélectionnés pour déterminer l'origine des matériaux du site archéologique

Afin de déterminer dans quelle roche et de quelle région géographique ont été extraits les shales ayant servi à la confection des anneaux lithiques de Basècles, divers critères qualitatifs (lithologiques et palynologiques) ont été choisis par Vanguetaine (1995). Ils ont permis l'exclusion de toutes les localités de référence disponibles alors. Nous les reprenons ici pour déterminer si l'échantillon Grand Marais-1 s'y conforme.

En plus de ces critères qualitatifs, un inventaire complet des acritarches dans les échantillons archéologiques (Basècles-1 & -2) et dans l'échantillon de la vallée de la Dendre (Grand Marais-1) a été réalisé. Il permet, outre une datation biostratigraphique, une comparaison objective des échantillons sur base de coefficients de proximité.

### 4.1. Critères lithologiques

#### 4.1.1. Nature macroscopique et couleur

Les échantillons archéologiques ont une nature lithologique argileuse et ils sont de couleur verte (Yellowish gray 5Y 7/2 à Pale Olive 10Y 6/2 sur la rock-color chart de Munsell). Le matériau est compact. Il est

homogène (Basècles-1) ou finement lité localement (Basècles-2).

A Grand Marais, la roche est également un shale vert (Yellowish gray à Pale Olive), homogène à finement lité selon les débris. L'échantillon Grand Marais-1 est tiré d'un fragment homogène.

#### 4.1.2. Présence/absence de schistosité

L'absence d'une schistosité, même microscopique (Basècles-2), dans les échantillons archéologiques donne un premier critère exclusif. Dès lors, toute roche présentant une schistosité ne peut être à l'origine du matériau des anneaux.

L'échantillon Grand Marais-1 ne présente aucune schistosité, même microscopique. Cette absence de schistosité à Grand Marais est à rapprocher de l'observation de Hance (*in* Verniers et Van Grootel, 1991, p. 181), selon laquelle les roches reconnues par sondage pour la construction de l'autoroute A8 entre Ath et Lessines sont dépourvues de schistosité.

Il est classiquement connu (Fourmarier, 1931) que la schistosité est absente dans la majeure partie de la bande condrusienne de Sambre-et-Meuse. D'après Verniers et Van Grootel (1991, p. 181 et fig. 11), elle serait absente aussi à l'Ouest du méridien de Renaix, dans le Massif de Brabant. Vers l'Est, par ailleurs, si elle est manifeste dans les vallées de la Senne/Sennette, de l'Orneau et de la Mehaigne/Burdinale, elle n'est représentée que de manière fruste dans la vallée de la Thyle (affluent de la Dyle, voir à ce sujet Michot, 1978 et Servais, 1991). Les travaux les plus récents (Sintubin 1994, 1997) concernant la présence ou l'absence de la texture schisteuse dans les roches calédoniennes du Condroz et du Brabant précisent, tout en les renforçant, les notions classiquement admises à ce sujet.

## 4.2. Critères palynologiques

### 4.2.1. Estimation de la conservation des acritarches

L'estimation de la conservation des acritarches se fait sur base de la fréquence de spécimens entiers, la conservation de structures délicates (processus, ramifications, crêtes membraneuses, etc.) et la présence de déchirures hors structures taxonomiques. Sur base de ces critères autant quantitatifs que qualitatifs, on distingue trois classes : bonne, moyenne et mauvaise.

La conservation des échantillons archéologiques est bonne. Celles des échantillons de référence du Massif de Brabant va de bonne (Grand Marais-1) à mauvaise (Fallais). Elle est généralement moyenne pour les échan-

tillons de la Bande de Sambre-Meuse, sauf à Neuville-sous-Huy où elle est bonne.

### 4.2.2. Taux d'évolution de la matière organique

Durant l'enfouissement, la matière organique dispersée dans les sédiments s'assombrit du fait de la maturation thermique qu'elle subit et qui tend à l'enrichir en carbone. L'évolution subie est irréversible, donc le taux maximum atteint est conservé.

Les techniques chimiques qui ont permis l'examen microscopique en lumière transmise des acritarches de Basècles utilisent, entre autres réactifs, un oxydant (le "Schulze aqueux", mélange d'acide nitrique et de chlorate de potassium), dont le but est justement d'éclaircir la matière organique à observer. Telle que nous l'avons examinée, la matière organique ne présente donc plus les caractéristiques du matériau d'origine.

C'est la raison pour laquelle seule une appréciation qualitative de son taux d'évolution a été réalisée dans le cadre de ce travail. Celle-ci a été rendue possible par le fait que tous les échantillons examinés ont rigoureusement subi le même temps d'oxydation au "Schulze aqueux", soit deux heures.

La méthode utilisée consiste à comparer la couleur des acritarches de Basècles avec celle de spécimens provenant de roches d'âge comparable du Massif de Brabant et de la Bande de Sambre-Meuse. Cette méthode fait référence à l'échelle TAI (Thermal Alteration Index) publiée dans Traverse (1988). Bien que cette échelle est établie pour des spores et des pollens, la succession relative des couleurs est identique pour les acritarches.

Il ressort que le Brabant (Pl. 1, figs A-D, F-J et Pl. 2, figs O-S) se caractérise par des spécimens d'acritarches de couleur gris verdâtre, pour les parties les plus translucides, à opaque. La Bande de Sambre-Meuse (Pl. 1, figs R-T et Pl. 2, figs X-1 à X-10) par contre, présente des spécimens dont la couleur est brun clair à brun foncé. Sur la base de ce critère, les acritarches de Basècles-1 & -2 (Pl. 1 E, K-O, Pl. 2 A-S) sont comparables à ceux du Brabant.

Un élément de comparaison plus objectif est fourni à la Planche 1, figs O à T. En effet, tous les spécimens appartiennent au même genre, *Veryhachium* (Deunff) Sarjeant et Stancliffe 1994, et, au sein de ce genre, à des spécimens présentant une épaisseur de membrane différente. Ils proviennent des anneaux préhistoriques (Pl. 1 O-Q) et de la localité de Neuville-sous-Huy (Bande de Sambre-Meuse, Pl. 1 R-T).

La comparaison de la couleur de la paroi des acritarches du Massif de Brabant d'une part, et des échantillons

Basècles-1 & -2 d'autre part ( $TAI_{\text{post Schulze}} = 4 \text{ à } 5$ ), avec celle des acritarches de la Bande de Sambre-Meuse ( $TAI_{\text{post Schulze}} = 3 \text{ à } 4$ ) indique que celle-ci a connu une altération thermique moindre par rapport au Massif de Brabant.

Cette constatation rejoint des notions classiques qui considèrent une évolution nettement moindre du sédiment de la Bande de Sambre-Meuse par rapport à celle des sédiments du Massif de Brabant (Fourmarier, 1931). L'utilisation à des fins géologiques de ce critère de couleur de la matière organique n'est d'ailleurs pas une nouveauté en Belgique (Hance et al., 1991; Steemans, 1994). Elle est couramment utilisée dans la recherche d'hydrocarbures.

#### 4.2.3. Absence ou présence de remaniements

Par remaniement, nous entendons la présence anachronique, dans une couche d'un âge donné, de spécimens recyclés de périodes plus anciennes. Ce phénomène, maintenant bien connu en Palynologie (Streel et Bless, 1980), fut mis en évidence pour la première fois dans notre pays par Martin (1969) qui observait, dans du Silurien de la Bande de Sambre-Meuse, des espèces d'acritarches identifiées, pour la plupart, dans l'Ordovicien de la même région et dont l'extension stratigraphique à l'échelle internationale interdisait qu'elles puissent avoir persisté jusqu'au Silurien. Des spécimens de ce type, provenant de la localité de Presles, sont montrés Pl. 2 (X-9 et X-10).

Il faut préciser qu'il est maintenant établi que les remaniements débutent dans le Condroz dès l'Ordovicien Supérieur (Tourneur et al., 1993) et qu'ils affectent aussi la partie la plus supérieure de l'Ordovicien et la partie inférieure du Silurien du Massif de Brabant (Martin, 1974; Wauthoz, 1997). D'après ces observations, le critère de présence ou d'absence de remaniements n'apparaît pas comme un critère absolu.

La présence de remaniements n'a pas été observée dans les échantillons archéologiques, ni dans les trois échantillons de référence du Massif de Brabant. Par contre, des remaniements sont enregistrés dans tous les échantillons de la Bande de Sambre-Meuse.

#### 4.3. Inventaire complet des espèces d'acritarches des échantillons Basècles-1 & -2 et Grand Marais-1

Il faut noter que parler d'espèces d'acritarches est un abus de langage. En effet, les acritarches sont des organismes *incertae sedis*, dont la systématique est une parataxonomie purement utilitaire. En fait, les taxa d'acritarches décrits jusqu'ici sont des morpho-espèces et des morpho-genres n'ayant aucune signification biologique démontrée. Nous continuons à utiliser les ter-

mes "espèces" et "genres" par soucis d'uniformité avec nos collègues et la littérature.

94 espèces d'acritarches ont été distinguées lors de ce travail, dont 23 sont laissées en nomenclature ouverte (Annexe 2). Certaines font référence à la nomenclature de travail de l'un de nous (B.W., thèse de doctorat en cours).

L'échantillon présentant la plus grande diversité est Grand Marais-1 (81 espèces), tandis que Basècles-1 & -2 enregistrent respectivement 63 et 77 espèces. Cette diversité est comparable à celle enregistrée en sondages dans le Silurien inférieur du Massif de Brabant (B.W., données inédites).

#### 4.3.1. Biostratigraphie

L'inventaire taxonomique des acritarches révèle la présence d'espèces qui ne sont connues en Belgique et/ou à l'étranger que dans un intervalle de temps très restreint : la partie supérieure du Telychien (Fig.4), correspondant à l'intervalle de temps compris entre les points d'apparition des espèces *Oppilatala monterrosae* (Cramer) Le Hérisse 1989, *Cymatiosphaera heloderma* Le Hérisse 1989 et *Multiplicisphaeridium forquillum* (Cramer et Diez) Eisenack et al. 1973 et le point de disparition de l'espèce *Crassiangulina variacornuta* Wauthoz et al. in press.

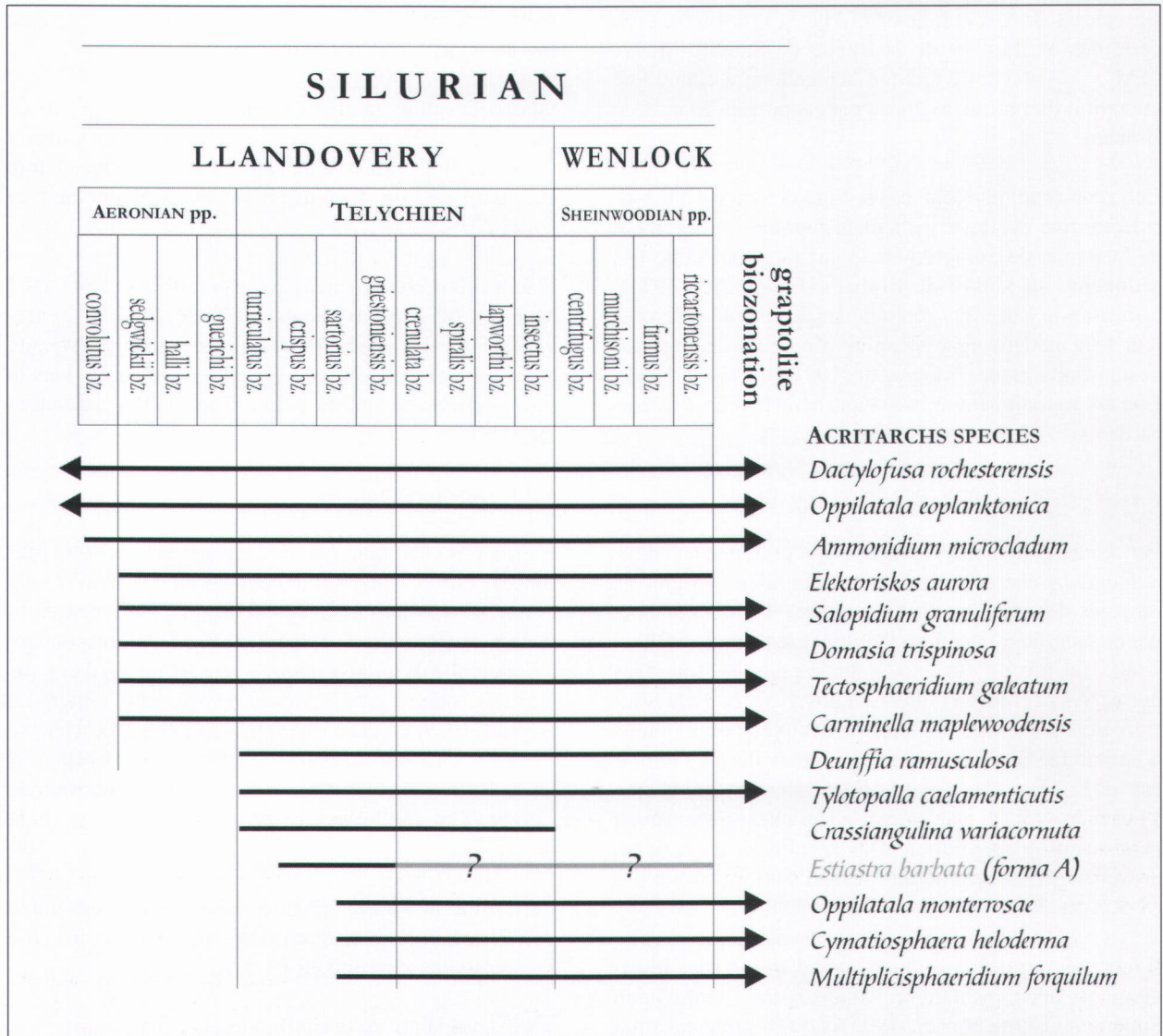
Ce résultat biostratigraphique, valable pour l'ensemble des 3 échantillons, corrobore et affine celui que Vanguetaine proposait en 1995.

#### 4.3.2. Évaluation de la similitude des échantillons

La liste de présence/absence d'espèces dans chaque échantillon (Annexe 2) nous permet de dresser des tables de contingence. Outre qu'elles facilitent le calcul des coefficients de similitude, elles permettent une première comparaison objective des assemblages (Tableau 2).

Il apparaît que Grand Marais-1 possède 25 espèces qui ne sont pas enregistrées dans les autres échantillons, contre 5 pour Basècles-1 et 17 pour Basècles-2. Le nombre d'espèces enregistrées en commun dans chaque paire d'échantillons est assez constant (46, 42 et 44).

Trois coefficients de proximité sont calculés pour chaque paire d'échantillons (caractères communs, coïncidence de Sokal-Michener et similitude de Sorensen). Leur méthode de calcul se trouve en Tableau 2. Les caractères communs donnent le pourcentage d'espèces communes entre les deux échantillons concernés, par rapport à la diversité totale. La coïncidence de Sokal-Michener insiste sur les caractères dont la présence et l'absence sont communs. La similitude de Sorensen oppose la présence



**Figure 4.** Distribution stratigraphique de quelques espèces d'acritarches recensées dans Basècles-1 (Ba-1), Basècles-2 (Ba-2) et Grand Marais-1 (GM-1). La zonation à graptolites est celle de Loydell (1998). Notez que la distribution de *Estiastra barbata* est en grisé et la distribution connue de *Estiastra barbata* forma A en Belgique est en noir.

**Figure 4.** Stratigraphic distribution of some relevant acritarchs species registered in Basècles-1 (Ba-1), Basècles-2 (Ba-2) and Grand Marais-1 (GM-1). The graptolite zonation is according to Loydell (1998). Note that the distribution of *Estiastra barbata* is shown in gray and that the known distribution of *Estiastra barbata* forma A in Belgium is in black.

commune de caractères à la présence de caractères dans un échantillon et non l'autre.

Attention que ces deux derniers coefficients supposent, dans ce cas-ci, que l'absence d'une espèce dans la lame palynologique implique son absence dans l'échantillon. Or cette corrélation n'est jamais directe et ne peut pas être démontrée. Cependant, elle est acceptable ici vu le grand nombre d'acritarches présents dans chaque lame palynologique (plusieurs milliers).

Ces trois coefficients sont de même ordre pour les trois comparaisons de paire d'échantillons (Tableau 2). Cela

implique que l'échantillon Grand Marais-1 ne diffère pas significativement des échantillons Basècles-1 & -2.

Leur ordination indique que les échantillons Basècles-1 et Basècles-2 sont plus similaires entre eux qu'ils ne le sont de l'échantillon Grand Marais-1. Par contre, il n'est pas clair que Grand Marais-1 soit plus proche de l'un ou l'autre des échantillons archéologiques. Cela est montré par l'ordination différente du coefficient de caractères communs et des coefficients de coïncidence et de similitude.

Une lecture détaillée de la liste des espèces enregistrées dans ces trois échantillons permet d'affiner ces résultats.



		Hainaut2			
		1	0		
Hainaut1	1	46	17	119	caractères communs 38,66 coïncidence de Sokal-Michener 0,60 similitude de Sorensen 0,66
	0	31	25		
		Gd Marais			
		1	0		
Hainaut1	1	42	21	119	caractères communs 35,29 coïncidence de Sokal-Michener 0,50 similitude de Sorensen 0,58
	0	39	17		
		Gd Marais			
		1	0		
Hainaut2	1	44	33	119	caractères communs 36,97 coïncidence de Sokal-Michener 0,41 similitude de Sorensen 0,56
	0	37	5		
		Echant2			
		1	0		
Echant1	1	a	b	p	caractères communs (a/p)*100 coïncidence de Sokal-Michener (a+d)/p similitude de Sorensen 2a/(2a+b+c)
	0	c	d		

**Tableau 2.** Tables de contingences et coefficients de similitude entre les paires d'échantillons (Basècles-1 & -2 et Grand Marais-1) et mode de calcul de ces coefficients.

**Table 2.** Contingency tables and similitude coefficients for each pair of samples (Basècles-1 & -2 and Grand Marais-1) and calculation of these coefficients.

30 espèces sont communes aux trois échantillons, soit 25% de la diversité totale. De plus, la plupart des taxons qui forment ce groupe d'espèces communes sont ceux dont la concentration dans la lame palynologique est la plus importante (hors sphaeromorphes non étudiés ici). On peut estimer qu'ils forment près de 90% de l'assemblage de ces échantillons (hors sphaeromorphes).

Certaines espèces, comme *Dactylofusa* sp. cf. *D. estillis* Cramer & Diez 1972, sont enregistrées de manière plus sporadique dans le Silurien inférieur du Massif de Brabant et du Shropshire (Wauthoz, données inédites). Leur observation dans les trois échantillons est considérée comme assez significative de leur similitude et de leur origine proche.

## 5. Origine des matériaux du site archéologique de Basècles

Le sous-sol de Basècles ne renfermant pas de roches siluriennes, il est évident que le matériau y a été amené. Se pose par conséquent le problème de déterminer l'endroit d'où ces shales verts ont été extraits.

Sur base de critères lithologiques (nature et couleur de la roche, présence/absence de schistosité), seules trois localités peuvent être retenues : Grand Marais, Puagne et Neuville-sous-Huy (Tableau 1). Les trois critères palynologiques (estimation de la conservation, couleur de la matière organique des acritarches et présence de remaniements, voir Tableau 1) excluent les localités de la Bande de Sambre-Meuse (Puagne et Neuville-sous-Huy). Cette conclusion est renforcée par la bonne similitude entre les assemblages d'acritarches des échantillons Basècles-1 & -2 et Grand Marais-1.

La question posée par les archéologues trouve dans le présent travail une réponse très satisfaisante : la roche ayant servi à manufacturer les anneaux de Basècles ressemble en tous points à celle que l'on trouve dans la vallée de la Dendre, au Sud immédiat de Lessines, au lieu-dit Grand Marais. A notre connaissance, il n'existe pas de roche comparable dans une autre localité. Un argument qui milite par ailleurs en faveur du site de Grand Marais est que celui-ci constitue le site le plus proche (25 km) de celui de Basècles. Il ne faut pas perdre de vue en outre que la Dendre, dans une partie de son cours au moins, a pu constituer un moyen de transport très efficace des matériaux à manufacturer.

L'absence d'affleurements nous empêche cependant d'indiquer un endroit précis d'où viendrait le matériau d'origine. Le relief monotone de cette région semble indiquer qu'il n'y a jamais eu dans cette région de carrière de quelque importance. Il se pourrait dès lors que l'homme préhistorique n'ait pas exploité la roche en carrière mais se soit contenté de ramasser des débris en surface, ces derniers étant parfois de taille décimétrique ainsi qu'il a été indiqué précédemment.

## 6. Implications géologiques de ce travail

Une conséquence indirecte de ce travail est de confirmer l'absence de roches appartenant au Groupe de Deville dans la vallée de la Dendre, au Sud immédiat de Lessines, contrairement à ce qu'indique la carte géologique officielle (Delvaux, 1894). Les roches vertes qu'on y observe en débris ne sont pas à rapporter au Groupe de Deville mais à une entité lithologique d'âge Silurien (Télychien supérieur), comme l'a montré la datation palynologique.

Cette datation cadre très bien avec le contexte géologique de la région. Le mur du porphyre de Lessines est constitué de roches d'âge Ordovicien Supérieur (Legrand et Mortelmans, 1948 ; Lecompte, 1950). Sur le toit, reposent des shales psammitiques gris cendré foncé à graptolithes (Zone à *acuminatus*) de l'extrême base du Silurien, Rhuddanien, partie inférieure du Llandovery (Legrand, 1966). L'endroit du gîte à graptolithes est noté "g" à la Figure 2. Vers le Sud, succèdent les couches du Silurien de Grand Marais datées par acritarches du Télychien supérieur, soit la partie supérieure du Llandovery. Ces couches de Grand Marais s'intercalent entre le porphyre et les roches d'âge Silurien qu'indique la carte géologique à l'Est de Rebaix qui pourraient appartenir à un Silurien plus récent. C'est une partie de ces dernières sans doute qui a été rencontrée lors des sondages effectués pour l'autoroute A8. L'examen de leur lithologie conduit à un rapprochement avec la Formation de Corroy (Verniers et al., 2002a).

Nous émettons l'hypothèse que les roches de Grand Marais renseignées comme appartenant au Groupe de Deville sur la carte géologique appartiendraient à la Formation de Fallais (Verniers et al., 2002a). Non seulement l'âge et la lithologie correspondent, mais la présence de la Formation de Fallais est conforme à la succession géométrique et géologique. Cependant, cette hypothèse ne peut être confirmée qu'à la condition d'étudier des échantillons de roche en place.

L'excellent état de conservation des acritarches de Basècles et de Grand Marais, bien meilleur que ce qui a été observé jusqu'à présent dans le Brabant, trouve peut-

être son explication dans cette particularité de la vallée de la Dendre: la présence du sill de porphyre de Lessines, dont l'extension vers le Sud pourrait avoir protégé, par sa rigidité, les roches surincombantes de déformations importantes, postérieures à sa mise en place.

## 7. Conclusions

Les "schistes" de Basècles sont des shales verts compacts dont la consistance (roche suffisamment tendre sans être fissile) se prêtait bien à la confection des anneaux que l'homme du second Age du Fer a manufacturés à échelle relativement grande dans cette localité du Hainaut belge.

Le problème posé par l'origine de ce matériau allochtone a été abordé par des techniques palynologiques et pétrographiques. Celles-ci ont donné les résultats suivants :

- a) Les deux échantillons archéologiques (Basècles-1 & -2) soumis à l'analyse ainsi que les divers matériaux du site archéologique examinés sont de lithologie identique, ce qui laisse supposer l'unicité du gisement d'origine.
- b) Ils contiennent un très grand nombre d'acritarches bien conservés dont l'inventaire conduit à la reconnaissance de quelque 94 espèces. Leur distribution stratigraphique connue indique sans équivoque un âge Silurien, Llandoveryen, plus précisément la partie supérieure du Télychien.
- c) Des débris récoltés en surface, à Grand Marais au Sud de Lessines, en l'absence d'affleurements, présentent un faciès lithologique similaire. L'étude palynologique d'un débris (Grand Marais-1) fournit un assemblage d'acritarches de même âge et de même composition générale que les échantillons archéologiques. L'utilisation de coefficients de similitude montre que l'échantillon Grand Marais-1 n'est pas plus différent des échantillons archéologiques qu'ils ne le sont entre eux.

Il ressort par conséquent que les shales dont sont constitués les anneaux de Basècles proviennent très vraisemblablement de la vallée de la Dendre, d'une localité située au Sud de Lessines.

Une conséquence des recherches entreprises dans le cadre de ce travail est de confirmer l'absence de roches du Groupe de Deville dans la vallée de la Dendre au Sud de Lessines, contrairement aux indications de la carte géologique officielle. Nous proposons que les roches de Grand Marais appartiennent à la Formation de Fallais. Cette hypothèse se base sur la nature lithologique et l'âge des débris récoltés. De plus, elle est en harmonie avec la succession géométrique et géologique des roches de la région.

## 8. Remerciements

F. Tourneur et J. Verniers sont remerciés pour leur révision du manuscrit et leur critiques constructives. R. De Braekeleer a fourni l'original de la photo reproduite ici à la Figure 2. Cette photographie, montrant les diverses étapes de fabrication des anneaux, a été publiée dans De Braekeleer et Houbion (1995), Planche C2, Fig. 2. Nous le remercions également de nous avoir proposé cette étude originale et stimulante. Merci aussi à M. Giraldo pour la confection des lames palynologiques et à Ph. Steemans pour l'accès à son microscope Axioskop, équipé d'une caméra numérique Zeiss. Nous sommes heureux d'offrir cette contribution à la mémoire de J.-M. Graulich et en hommage à son travail dans le Paléozoïque inférieur de Belgique.

## 9. Références

(Remarque: la littérature relative à la systématique des acritarches citée en dehors du corps du texte n'est pas portée dans ces références bibliographiques)

CAHEN-DELHAYE, A., 1997. Les parures féminines au Second Age du Fer en Belgique in La parure dans nos régions de la Préhistoire au Moyen Age. *Bulletin de la Fédération des Archéologues de Wallonie (Vie Archéologique)*, 48: 38-54.

CRAMER, F. H., 1964. Microplankton from three Palaeozoic formations in the Province of León, NW-Spain. *Leidse Geologische Mededelingen*, 30: 253-360.

CRAMER, F. H., 1970. Acritarchs and chitinozoans from the Silurian Ross Brook Formation, Nova Scotia. *Journal of Geology*, 78: 745-749.

CRAMER, F. H. & DIEZ, M. D. C. R., 1972. North American Silurian palynofacies and their spatial arrangement: Acritarchs. *Palaeontographica, Abt. B*, 138 (5-6): 107-180.

DE BRAEKELEER, R. & HOUBION, F., 1995. Un site de production de bracelets de schiste à Basècles (Hainaut) in Un siècle de découvertes archéologiques dans l'entité de Beloeil : pp.75 et 77. *Association pour la Sauvegarde du Patrimoine de Beloeil*, Document n° 2.

DEGARDIN, J.-M., MANSY, J.-L., LE HERISSE, A., SERVAIS, T., STEEMANS, P. & VERNIERS, J., 2001 : Identification du Silurien par Acritarches et Chitinozoaires dans le Boulonnais (Nord de la France) : implications géodynamiques et paléogéographiques. Abstract du Colloque "Early Palaeozoic Palaeogeographies and Biogeographies of Western Europe and North Africa", Université des Sciences et Tech-

nologies de Lille, Villeneuve d'Ascq : September 24-26, 2001 : p.18.

DELVAUX, E., 1894. Carte géologique de Belgique 1/40000. Feuille 113 : Mainvault-Lessines. *Institut cartographique militaire*.

DEMAREZ, L. & BRUN, P., 1985. Un site de production de bracelets en schiste à Basècles (Hainaut). Les recherches archéologiques en Hainaut occidental. Bilan 1978-1983. Actes du colloque d'Antoing (1983). *Amicale des Archéologues du Hainaut Occidental-Fédération des Archéologues de Wallonie*: 39-45.

DE VOS, W., VERNIERS, J., HERBOSCH, A. & VANGUESTAINE M., 1993. A new geological map of the Brabant Massif, Belgium. *Geological Magazine*, 130 (5) : 605-611.

DOREMUS, P. & HENNEBERT, M., 1995. Carte géologique de Wallonie, 1/25000. 38/5-6, Blicquy-Ath. *Ministère de la Région Wallonne, Division Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Service des Ressources du Sous-sol*, 1 Carte + Notice explicative : 50pp.

EISENACK, A., CRAMER, F.H. & DIEZ, M., 1973. Katalog der fossilen Dinflagellaten, Hystriosphären und verwandten Mikrofossilien. Band III Acritarcha 1. Teil. E. *Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung*, Stuttgart, 1104 p.

FOURMARIER P., 1921. La tectonique du Brabant et des régions voisines. *Mémoire de l'Académie royale de Belgique, Classe des Science*, 2ème série, 4 (6): 1-95.

FOURMARIER P., 1931. Les plissements calédoniens et les plissements hercyniens en Belgique. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 54: 364-384.

HANCE, L., STEEMANS, P., GOEMARE, E., SOMERS, Y., VANDENVEN, G., VANGUESTAINE, M. & VERNIERS, J., 1991. Nouvelles données sur la Bande de Sambre-et-Meuse à Ombret (Huy, Belgique). *Annales de la Société géologique de Belgique*, 114 (1): 253-264.

HILL, P. J., 1974. Stratigraphic palynology of acritarchs from the type area of the Llandovery and Welsh Borderland. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 18: 11-23.

JADIN, I. & VERNIERS, J., 1998. Contribution à l'étude des bracelets du Groupe de Blicquy/Villeneuve-Saint-Germain. Approche micropaléontologique et pétrographique des anneaux en schiste du Secteur blicquien de Darion. *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 37: 93-109.

- LECOMPTE, M., 1950. L'Ordovicien de la carrière de la Dendre à Lessines. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 59: 47-52.
- LEGRAND, R., 1966. La zone à *Cephalograptus ? acuminatus* au toit immédiat du porphyre de Lessines. *Bull.Soc.belge Géologie, Paléont. et Hydrogéol.*, 74 (1965) (2-3) : 113-114.
- LEGRAND, R., 1968. Le Massif du Brabant. *Mémoire explicatif des cartes géologiques et minières de Belgique*, 6, Service Géologique de Belgique.
- LEGRAND, R. & MORTELMANS, G., 1949. Un contact de la diorite quartzifère de Lessines et de l'Ordovicien. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 57: 642-674.
- LE HERISSE, A., 1989. Acritarches et kystes d'algues Prasinophycées du Silurien de Gotland, Suède. *Palaeontographica Italica*, 76: 57-302.
- LOYDELL, D. K., 1998. Early Silurian sea-levels changes. *Geological Magazine*, 135 (4): 447-471.
- MAES, G., RICKARDS, B., ROMBOUTS, L. & VANDELDE N., 1979. Silurian formations between Neuville-sous-Huy and Ombret : their correlation, age and structure. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 101 (1978) :31-36.
- MARTIN, F., 1967. Les Acritarches du parc de Neuville-sous-Huy (Silurien belge). *Bulletin de la Société belge de Géologie de Paléontologie et d'Hydrologie*, 75 (3) (1966):306-337.
- MARTIN, F., 1969. Les Acritarches de l'Ordovicien et du Silurien belges. Détermination et valeur stratigraphique. *Mémoires Institut royal des Sciences naturelles de Belgique*, 160 (1968) : 1-175.
- MARTIN, F., 1974. Ordovicien Supérieur et Silurien Inférieur à Deerlijk (Belgique). Palynofacies et Microfacies. *Mémoires de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 174 (1973) : 1-71.
- MARTIN, F. & RICKARDS, B., 1979. Acritarches, Chitinozoaires et Graptolithes ordoviciens et siluriens de la vallée de la Sennette (Massif du Brabant, Belgique). *Annales de la Société géologique de Belgique*, 102: 189-197.
- MICHOT, P., 1978. L'Ordovicien de la vallée de la Thyle (Brabant) : structure tectonique, stratigraphie et lithologie. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 100 (1977): 223-231.
- SARJEANT, W. A. S. & STANCLIFFE, R. P. W., 1994. The *Michrystidium* and *Veryhachium* complexes (Acritarcha: Acantomorphitae and Polygonomorphitae): a taxonomic reconsideration. *Micropaleontology*, 40 (1): 1-77.
- SERVAIS, T., 1991. Contribution to the stratigraphy of the Ordovician Rigenée formation (Brabant Massif, Belgium) with a preliminary study on acritarchs. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 114 (1) : 233-245.
- SINTUBIN, M., 1994. Structural and paleogeographic inferences from a texture analysis in Ordovician and Silurian pelites of the Wépion borehole (Ardennes, Belgium) *Geologie and Mijnbouw* 92 (3): 305-310.
- SINTUBIN, M., 1997. Cleavage-fold relationships in the Lower Paleozoic Brabant Massif (Belgium). *Aardkundige Mededelingen* 8: 161-164.
- STEEMANS, P., 1994. Géologie de la région de Puagne, Bande de Sambre-et-Meuse (Belgique). Hypothèses basées sur l'état de maturation des palynomorphes fossiles. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 318 (II): 1551-1556.
- STREEL, M. & BLESS, M.J.M., 1980. Occurrence and significance of reworked palynomorphs. *Mededelingen Rijks geologische Dienst*, 32 (10): 69-80.
- STOCKMANS, F. & WILLIÈRE, Y., 1963. Les Hystricosphères ou mieux les Acritarches du Silurien belge. Sondage de la Brasserie Lust à Courtrai (Kortrijk). *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 71 (3): 450-481.
- TOURNEUR, F., VANGUESTAINE, M., BUTTLER, C., MAMET (B.), MOURAVIEFF, N., POTY, E. & PREAT, A., 1993. A preliminary study of Ashgill carbonate beds from the lower part of the Fosses Formation (Condruz, Belgium). *Geological Magazine*, 130(5) : 673-679.
- TRAVERSE, E.A., 1988. Paleopalynology. Unwin Hyman : 600pp.
- VANGUESTAINE, M., 1995. Les anneaux de "schiste" : leur nature et leur âge géologique. Hypothèse concernant leur provenance : 76-88 in :Un siècle de découvertes archéologiques dans l'entité de Belœil. *Association pour la Sauvegarde du Patrimoine de Belœil*, Document n° 2.
- VELGE, G., MALAISE, C., de la VALLEE-POUSSIN, Ch. et RENARD, A.-F., 1893. Carte géologique de Belgique 1/40000. Feuille 114: Biévène-Engchien. *Institut cartographique militaire*.

VERNIERS, J., 1983. The Silurian of the Mehaigne area (Brabant Massif, Belgium). Lithostratigraphy and features of the sedimentary basin. *Service géologique de Belgique, Professional Paper* 203, 1983 : 1-117.

VERNIERS, J. & VAN GROOTEL G., 1991 : Review of the Silurian in the Brabant Massif, Belgium. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 114 (1) : 163-193.

VERNIERS, J., HERBOSCH, A., VANGUESTAINE, M., GEUKENS, F., DELCAMBRE, B., PINGOT, J.-L., BELANGER, I., HENNEBERT, M., DEBACKER, T., SINTUBIN, M. & DE VOS, W., 2002. Cambrian-Ordovician-Silurian lithostratigraphic units (Belgium). In Bultynck, P. and Dejonghe, L., eds., Guide to a revised lithostratigraphic scale of Belgium. *Geologica Belgica*, 4 (2001) (1-2) : 5-38.

VERNIERS, J., Van GROOTEL, G., LOUWYÉ, S. and DIEPENDAELE, B., 2002. The chitinozoan biostratigraphy of the Silurian of the Ronquières-Monstreux area (Brabant Massif, Belgium). Review of Palaeobotany and Palynology, 118 (1-4), 287-322.

WAUTHOZ, B., 1997. Etude palynologique des Acritarches du sondage Kortrijk 83 W-421, Silurien (Aéronien) du Massif du Brabant, Belgique. Mémoire inédit, DEA en Paléontologie appliquée, Université de Liège : 1-64.

WAUTHOZ, B., DORNING, K. J. & LE HÉRISSE, A., *in press*. *Crassianguilina variacornuta* sp. nov. from the late Llandovery and its bearing on Silurian and Devonian acritarch taxonomy. *Bulletin de la Société Géologique de France*.

## 10. Annexe 1

Localisation et âge des échantillons de référence du Massif de Brabant et de la Bande de Sambre-Meuse.

Localisation and dating of the reference samples from the Brabant Massif and the Sambre-Meuse Inlier .

**Grand Marais -1** : échantillon erratique trouvé, avec d'autres, au lieu-dit Grand Marais, Coord. Lamb.112,775-153,292, à 2,5 km au Sud de Lessines, à l'Est du village de Papignies, au Nord de celui de Florbec. Les débris de shales ont été récoltés dans un champ labouré, à 300 m au Nord-Ouest d'une chapelle, à 350 m. au Nord de la Ferme La Pokaye. Formation de Fallais ?

**Fauquez**: échantillon FM-77-6-1 de Martin et Rickards (1979), dont la localisation est précisée et l'âge, Telychien (sur base des assemblages d'acritarches), est discuté dans l'article de ces deux auteurs. L'échantillon analysé dans

le cadre de ce travail consiste en une partie de l'échantillon originel donné à l'un de nous par F. Martin. Formation de Corroy (Verniers *et al.*, 2002b)

**Fallais**: échantillon des phyllades du Bois Cornet au SE de Fallais, correspondant à la localité IF-11: Fallais-Pitet-Bois Cornet de Verniers (1983, p. 90). D'après le même auteur, l'âge de ces phyllades est incertain, compris entre du Llandoveryen (?) supérieur et du Wenlock inférieur. L'échantillon (Vanguestaine, 1995) a livré *Domasia amphora* Martin, 1969, *Domasia trispinosa* (Downie) Hill 1974, *Duvernaysphaera aranaides* (Cramer) Cramer et Diez, 1972, *Neoveryhachium carminae* (Cramer) Cramer, 1970, et *Quadradiatum fantasticum* Cramer, 1964. Formation de Fallais, Membre de Pitet (Verniers *et al.* 2002a).

**Presles**: échantillon de l'affleurement de la route nouvellement aménagée, conduisant à un lotissement situé à environ 1 km à l'Est de Presles. Les roches exposées montrent une alternance d'argilites et de quartzites en petits bancs. L'échantillon, dénommé Presles-3, est localisé dans Steemans (1994) où il correspond à la localité 14 de la fig. 1b. Cet échantillon, en plus de très nombreux spécimens remaniés de l'Ordovicien, a livré (Vanguestaine, 1995) : *Domasia amphora* Martin, 1969, indiquant un âge Silurien, Aéronien à Homérien (voir Fig. 3).

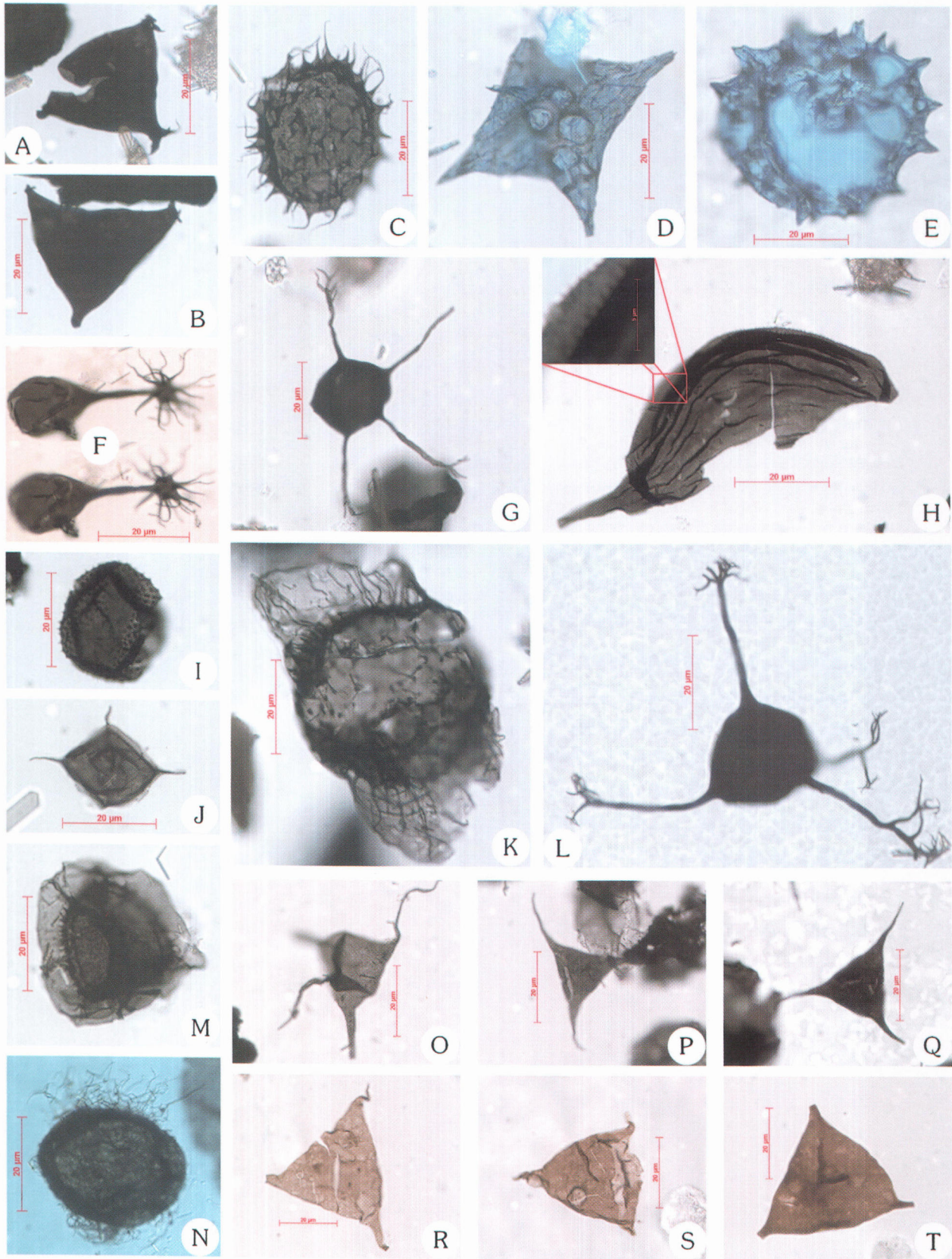
**Puagne**: échantillon provenant du talus oriental de la petite place de Sart-Eustache, le long de la route conduisant à Puagne. L'échantillon, dénommé Puagne-26, est localisé à la carte fig. 1b de Steemans (1994), où il correspond à la localité 3. Il livre (Vanguestaine, 1995) de très nombreux spécimens remaniés de l'Ordovicien ainsi que *Diexallophasis denticulata* Stockmans et Willière, 1963 et *Domasia cf trispinosa* (Downie) Hill 1974. La présence de cette dernière espèce indique un âge Silurien, Llandovery ou Wenlock.

**Neuville-sous-Huy**: parc au Sud de Neuville-sous-Huy, ancienne carrière d'arkose, extrémité sud, à environ 1 mètre au-dessus de l'arkose. D'après le positionnement des échantillons de Martin (1967) dans la même localité, l'échantillon analysé dans le présent travail, dénommé Neuville-3, correspond à peu près à l'emplacement de l'échantillon Neu-3 de Martin (1969). Le niveau appartient, d'après Maes *et al.*, 1979, à la Zone *crenulata* des graptolites. Son âge est Llandovery supérieur, Telychien.

**Ombret**: sondage de Meuse 21 III 4,6 m dont la localisation est précisée dans Hance *et al.* (1991, fig.2). L'âge fourni dans cette publication, Llandovery-Wenlock, a été confirmé (Vanguestaine, 1995) par l'illustration de *Domasia trispinosa* (Downie) Hill 1974 (Pl. CI, fig. 23 et 24).

**Plate 1**

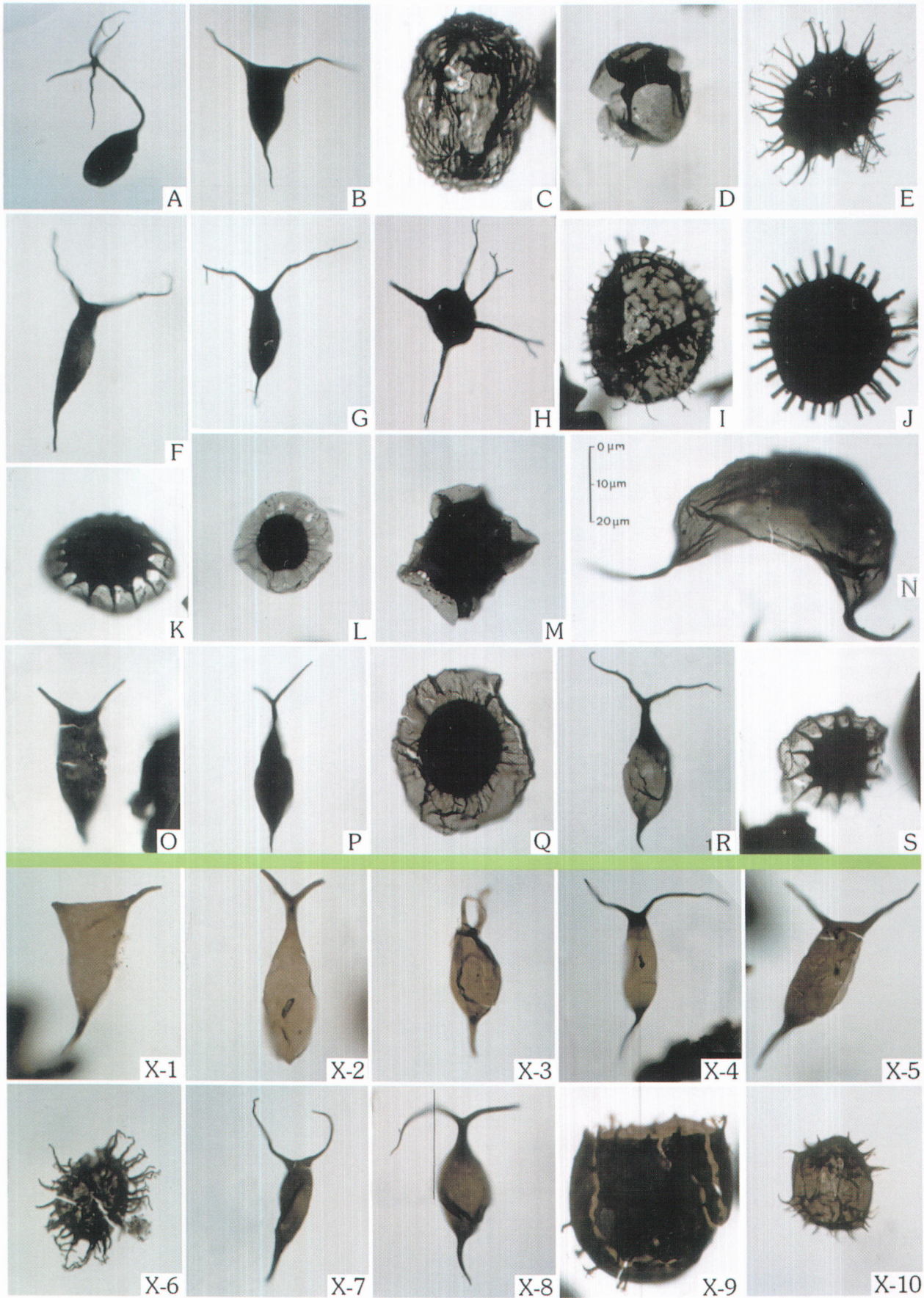
- A. *Crassiangulina variacornuta* Wauthoz et al. (in press), Grand Marais-1 (23702) O52/2
- B. *Crassiangulina variacornuta* Wauthoz et al. (in press), Grand Marais-1 (23702) Y47/2
- C. *Salopidium granuliferum* Downie 1959, Grand Marais-1 (23702) W33/4
- D. *Estiastra barbata* Downie 1963 forma A, Grand Marais-1 (23702) N52/4
- E. *Tyloptalla caelamenticutis* Loeblich, 1970, Basècles-1 (23460) K57/0
- F. *Deunffia* cf. *sp* A Le Hérisse, 1989, Grand Marais-1 (23702) W44/2
- G. *Oppilatala eoplanktonica* (Eisenack, 1955) Dorning 1981, Grand Marais-1 (23702) N36/2
- H. *Dactylofusa* cf. *estillis* Cramer & Diez, 1972, Grand Marais-1 (23702) U34/2
- I. *Lophosphaeridium* cf. *galeatum* (Hill, 1974) Le Hérisse, 1989, Grand Marais-1 (23702) Q38/1
- J. *Neoverhachium carminae* (Cramer, 1964) Cramer, 1970, Grand Marais-1 (23702) H35/4
- K. *Carminella maplewoodensis* Cramer, 1968, Basècles- 2 (23461) K46/2
- L. *Oppilatala monterrosae* (Cramer, 1969) Le Hérisse, 1989, Basècles- 2 (23461) H33/4
- M. *Cymatiosphaera heloderma* Cramer & Diez, 1972, Basècles- 2 (23461) G33/4
- N. *Elektoriskos aurora* Loeblich, 1970, Basècles- 1 (23460) R50/2
- O. *Veryhachium europaeum* Stockmans & Willièrè, 1960, Basècles-1 (23460) S51/4
- P. *Veryhachium trispinosum* (Eisenack, 1938) Stockmans & Willièrè, 1962, Basècles-1 (23460) Q53/2
- Q. *Veryhachium trispinosum* (Eisenack, 1938) Stockmans & Willièrè, 1962, Basècles-1 (23460) O55/3
- R. *Veryhachium trispinosum* (Eisenack, 1938) Stockmans & Willièrè, 1962, Neuville-sous-Huy (23490) O46/2
- S. *Veryhachium trispinosum* (Eisenack, 1938) Stockmans & Willièrè, 1962, Neuville-sous-Huy (23490) M45/1
- T. *Veryhachium trispinosum* (Eisenack, 1938) Stockmans & Willièrè, 1962, Neuville-sous-Huy (23490) N55/1



**Plate 2**

- A. *Deunffia ramusculosa* Downie, 1960, Basècles-2 (23461) Y38.  
B. *Domasia limaciformis* (Stockmans et Willière) Cramer, 1970, Basècles-2 (23468) E36/3.  
C. *Dactylofusa cabottii* (Cramer, 1970) Eisenack et al., 1976, Basècles-1 (23460) P49/1-3.  
D. *Quadraditum fantasticum* Cramer, 1964, Basècles-1 (23460) H44.  
E. *Ammonidium microcladum* (Downie) Lister, 1970, Basècles-2 (23461) 050/4.  
F. *Domasia elongata* Downie, 1960, Basècles-2 (23468) Y52/1.  
G. *Domasia trispinosa* (Downie) Hill, 1974, Basècles-2 (23468) 546/2.  
H. *Diexallophasis denticulata denticulata* Stockmans et Willière, 1963, Basècles-2 (23461) E51/3.  
I. *Visbysphaera brevifurcata*, Basècles-2 (23461) L42/1-3.  
J. *Baltisphaeridium motolensis* Dufka et Pacltova, 1988, Basècles-2 (23461) H47/2.  
K. *Duvernaysphaera aranoides* (Cramer) Cramer et Diez, 1972, Basècles-1 (23460) N49/2-4.  
L. *Pterospermopsis martinii* (Cramer) Eisenack et al., 1973, Basècles-2 (23468) 036/1.  
M. *Cymatiosphaera octoplana* (Downie) Mullins, 2001, Basècles-2 (23468) 532/4.  
N. *Dactylofusa rochesterensis* Cramer, 1970, Basècles-2 (23461) G40/2-4.  
O. *Domasia trispinosa* (Downie) Hill, 1974, Fallais (23469) 033/1.  
P. *Domasia amphora* (Martin) Hill, 1974, Fallais (23481) P47/1.  
Q. *Pterospermopsis martinii* (Cramer) Eisenack et al., 1973, Fauquez (23485) K52/3.  
R. *Domasia amphora* Martin, 1969, Fauquez (23485) Z53/2.  
S. *Duvernaysphaera aranoides* (Cramer) Cramer et Diez, 1972, Fauquez (23483) 053.  
X-1. *Domasia limaciformis* (Stockmans et Willière) Hill, 1974, Neuville-sous-Huy (23490) P49.  
X-2. *Domasia* cf *amphora* (Martin) Hill, 1974, Neuville-sous-Huy (23490) J37/3.  
X-3. *Domasia trispinosa* (Downie) Hill, 1974, Neuville-sous-Huy (23490, N41/4).  
X-4. *Domasia trispinosa* (Downie) Hill, 1974, Ombret (21467) K50/1.  
X-5. *Domasia trispinosa* (Downie) Hill, 1974, Ombret (21467) N43/2.  
X-6. *Elektoriskos williereae* (Deflandre et Deflandre-Rigaud) Vanguestaine, 1979, Puagne (23493) K50/2.  
X-7. *Domasia* cf *trispinosa* (Downie) Hill, 1974, Puagne (23493) P55/56.  
X-8. *Domasia amphora* (Martin) Hill, 1974, Presles (30197) 051/3-4.  
X-9. *Stelliferidium* sp., Presles (30197) S40.  
X-10. *Acanthodiacrodium* sp., Presles (30197) Z36.





## 11. Annexe 2

Liste taxonomique des espèces d'acritarches recensées dans Basècles-1 (Ba-1), Basècles-2 (Ba-2) et Grand Marais-1 (GM-1).

Taxonomic list of the acritarch species registered in Basècles-1 (Ba-1), Basècles-2 (Ba-2) and Grand Marais-1 (GM-1).

Genre		espèce	B-1	B-2	GM-1
Ammonidium		listerii	1		1
Ammonidium		microcladum	1		1
Baltisphaeridium		motolensis	1	1	
Baltisphaeridium		ravum		1	
Beromia		rexroadii			1
Carminella		maplewoodensis		1	
Comasphaeridium		sp. 04			1
Crassiangulina		variicornuta		1	1
Cymatiosphaera		heloderma	1	1	1
Cymatiosphaera		mirabilis	1	1	
Cymatiosphaera		octoplana	1	1	1
Cymatiosphaera		sp. 03			1
Cymatiosphaera		sp. 06			1
Cymatiosphaera		sp. B-2 (L39/3)		1	
Dactylofusa	cf.	cabotii			1
Dactylofusa	cf.	estillis	1	1	1
Dactylofusa		rochesterensis	1	1	1
Dactylofusa		striatifera	1	1	1
Deunffia		ramusculosa		1	
Deunffia	cf.	sp. A in Le Hérisse (1989)			1
Dictyotidium		alveolatum	1	1	1
Dictyotidium	cf.	biscutulatum	1	1	1
Dictyotidium		dictyotum			1
Dictyotidium		faviformis			1
Dictyotidium		stenodictyotum	1	1	1
Diexallophasis		denticulata denticulata	1	1	1
Diexallophasis		denticulata gotlandica	1	1	
Diexallophasis		denticulata podolica	1		1
Diexallophasis		granulosa			1
Diexallophasis		indianae	1	1	1
Diexallophasis		sanpetrensis	1		1
Diexallophasis		virgulata	1	1	1
Diexallophasis		sp. 02	1		1
Diexallophasis		sp. A in Le Hérisse (1989)		1	1
Diexallophasis		sp. B-2 (N43/1)		1	
Disphaeromorphae		sp. 02		1	1
Domasia		elongata	1	1	1
Domasia		limaciformis	1	1	1
Domasia		trispinosa	1	1	1
Duvernaysphaera		aranoides	1	1	1
Elektoriskos	cf.	aurora	1		1
Elektoriskos		williereae	1	1	1
Elektoriskos		sp. A in Le Hérisse (1989)	1		1
Elektoriskos		sp. B-1 (R52/4)	1		
Estiastra		barbata forma A		1	1
Helosphaeridium		echiniformis	1	1	
Helosphaeridium		pseudodictyum		1	

Helosphaeridium ?		sp. GM-1 (P42/4)		1
Hogklintia		corallina (débris)	1	1
Hogklintia		digitata (débris)	1	1
Leiofusa		blanca		1
Leiofusa		cantabrica		1
Leiofusa		kyrianovi		1
Leiofusa		tumida	1	1
Lophosphaeridium		latispinosum		1
Lophosphaeridium		parvaverum		1
Lophosphaeridium		parvum		1
Lophosphaeridium		sp. 06		1
Micrhystridium		inconspicuum		1
Micrhystridium		nannacanthum		1
Micrhystridium	sp. aff.	parveroquesi		1
Micrhystridium		pentagonale	1	1
Micrhystridium		salopiense	1	1
Micrhystridium		stellatum	1	1
Micrhystridium		sp. 07		1
Micrhystridium		sp. 12		1
Multiplicisphaeridium		arbusculum	1	1
Multiplicisphaeridium		chattonii		1
Multiplicisphaeridium		forquillum		1
Multiplicisphaeridium		mingusi		1
Multiplicisphaeridium		neaghae	1	1
Multiplicisphaeridium	cf.	neaghae		1
Multiplicisphaeridium		paraguaferum	1	1
Multiplicisphaeridium		parvirochesterensis		1
Multiplicisphaeridium		rochesterensis	1	1
Multiplicisphaeridium		variabile	1	1
Multiplicisphaeridium		varians		1
Multiplicisphaeridium		sp. B-1 (K39/3)	1	
Neoveryhachium		carminae		1
Onondagaella?		assymetrica		1
Oppilatala		eoplanktonica	1	1
Oppilatala		grahni	1	1
Oppilatala		insolita	1	1
Oppilatala		monterrosae	1	1
Oppilatala		ramusculosa ramusculosa	1	1
Oppilatala	cf.	ramusculosa ramusculosa	1	1
Polyedrixium		sp. ind.		1
Pterospermopsis		martinii	1	1
Pterospermopsis		onondagaensis	1	1
Pterospermopsis		sp. B-2 (D50/4)		1
Quadraditum		fantasticum	1	1
Salopidium		granuliferum	1	1
Salopidium		sp. ind.	1	1
Schismatosphaeridium		guttulaferum	1	
Schismatosphaeridium		perforatum	1	1
Schismatosphaeridium		sp. GM-1 (R43/4)		1
Sol		planus	1	1
Sol		radians		1
Solisphaeridium		lucidum		1
Solisphaeridium		nanum	1	
Tectosphaeridium	cf.	galeatum		1
Tunisphaeridium		tentaculaferum	1	1
Tylotopalla		caelamenticutis	1	1
Tylotopalla		deerlijkiana	1	1

Tylotopalla	guapa	1		1
Tylotopalla	robustispinosa		1	1
Tylotopalla	sp. 04			1
Veryhachium	checkleyensis		1	
Veryhachium	europaeum	1	1	1
Veryhachium	geometricum	1	1	1
Veryhachium	reductum		1	
Veryhachium	trispinosum	1	1	1
Veryhachium	trispinosum gordospinosum			1
Veryhachium	valiente			1
Visbysphaera	brevifurcata	1	1	
Visbysphaera	connexa		1	
Visbysphaera	microspinosa		1	1
Visbysphaera	sp. ind.	1		
<b>diversité (S)</b>		<b>63</b>	<b>77</b>	<b>81</b>

Manuscrit reçu le 18.7.2002 et accepté pour publication le 25.2.2003.