Commission géologique du Canada
Rapport divers 43

LES FOSSILES DES SCHISTES DE BURGESS
Un trésor national dans le parc national de Yoho, Colombie-Britannique

S. Conway Morris et H.B. Whittington



1985

Ressources naturelles Canada
Natural Resources Canada

Canada

Commission géologique du Canada
Rapport divers 43

Les fossiles des schistes de Burgess,

un trésor national dans le parc national de Yoho, Colombie-Britannique

S. Conway Morris
H.B. Whittington

1985

© Ministre de l'Energie, des Mines et des Ressources 1994

En vente au Canada par l'entremise de nos
agents libraires agréés at autres librairies
ou par la poste auprès du

Groupe Communication Canada - Édition
Ottawa, Canada K1A 0S9

et des

Bureaux de la Commission géologique du Canada :

601 rue Booth
Ottawa, Canada K1A 0E8

3303-33rd Street N.W.
Calgary, Alberta T2L 2A7

100, West Pender Street
Vancouver, B.C. V6B 1R8

Des exemplaires de cette publication sont également
déposés dans diverses bibliothèques publiques du Canada.

N° de catalogue M41-8/43F
ISBN 0-660-91581-2

Prix sujet à changement sans préavis

Re-impression 1994

Photo de couverture

Vue ventrale de Marrella (×5), montrant les cornes incurvées se prolongeant de la tête vers l'arrière, les antennes (a), un deuxième long appendice (b) et les nombreuses paires d'appendices sur le thorax. À l'arrière, une tache noire visible sur la roche représente les produits de putréfaction qui se sont écoulés du corps dans les sédiments encaissants.

This publication is also available in English

Critiques

J.D. Aitken
B.S. Norford
N.C. Ollerenshaw

Adresse des auteurs

Musée Sedgwick
Département des sciences de la Terre
Université de Cambridge
rue Downing, Cambridge (Angleterre)

Rédacteur scientifique

N.C. Ollerenshaw

Avant-propos

Charles D. Walcott a découvert les schistes de Burgess et les a rendus célèbres; il a reconnu l'importance des fossiles uniques qui s'y trouvaient et a passé les étés de 1909 à 1913 à fouiller soigneusement les schistes et à en extraire les fossiles. Un demi-siècle plus tard, la riche collection de Walcott demeurait pratiquement la seule source d'échantillons disponibles pour l'étude de la faune des schistes de Burgess et on croyait qu'il ne restait plus rien des couches fossilifères. Un grand nombre des méthodes d'extraction et de préparation utilisées par Walcott étaient périmées, de même que les connaissances biologiques sur lesquelles il avait fondé son interprétation de la faune. Il était bien évident qu'il fallait entreprendre une nouvelle étude scientifique de la faune et de la flore des schistes de Burgess et que tout nouveau fossile prélevé conformément aux normes contemporaines serait d'une très grande valeur.

Les géologues de la Commission géologique du Canada ont entrepris des travaux de reconnaissance qui ont révélé l'existence de certaines couches fossilifères susceptibles de fournir de très précieux échantillons. Les hauts fonctionnaires de Parcs Canada ont reconnu l'importance scientifique d'une nouvelle étude et ont accordé la permission de rouvrir la carrière. On a demandé à M. Harry B. Whittington, qui était alors professeur à l'université Harvard, de diriger l'équipe paléobiologique étant donné les vastes connaissances qu'il possédait des groupes fossiles à étudier et les nouvelles techniques photographiques d'illustration avec lesquelles il obtenait d'excellents résultats. La Commission géologique du Canada a fourni le soutien financier et logistique pour les fouilles effectuées en 1966 et 1967, et les scientifiques de la Commission ont étudié la géologie de la région de Burgess Pass afin de reconstituer le milieu dans lequel ce gisement unique s'est accumulé.

Les résultats de ces travaux ont surtout été publiés dans des documents scientifiques très spécialisés. Cette étude spéciale, une contribution de la Commission géologique du Canada au centenaire des parcs nationaux du Canada, a pour but de vulgariser l'histoire des schistes de Burgess ainsi que l'importance de ses fossiles célèbres.

TABLE DES MATIÈRES

1	Introduction
2	Travaux récents et histoire de la formation des schistes
3	La faune et la flore
3	La flore
4	La faune
4	Arthropodes
14	Vers polychètes
15	Vers priapuliens
15	Brachiopodes
20	Échinodermes
20	Mollusques
21	Hyolithes
21	Cnidaires ou coelentérés
21	Chordés
22	Spongiaires
22	Animaux divers
29	L'importance scientifique des schistes de Burgess
30	**Annexe** (N.C. Ollerenshaw)
30	Échelle stratigraphique
31	Glossaire

Illustrations

Figures

3	1. Coupe transversale schématique de la séquence stratigraphique des roches sédimentaires aux alentours de Field, parc national de Yoho.
4	2. Paléoreconstitution de l'escarpement récifal mi-cambrien profondément découpé séparant les zones récifales peu profondes, où s'accumulait du calcaire, du bassin profond où s'accumulaient des limons et des boues (y compris les schistes de Burgess).
5	3. Abondance relative des principaux groupes d'animaux des schistes de Burgess.
5	4. *Marpolia*.
6	5. *Pagetia*.
6	6. *Olenoides*.
7	7. *Marrella*.
8	8. *Canadaspis*.
8	9. *Yohoia*.
9	10. *Leanchoilia*.
9	11. *Sidneyia*.
10	12. *Molaria*.
10	13. *Burgessia*.
11	14. *Aysheaia*.
11	15. *Canadia*.
12	16. *Burgessochaeta*.

12 17. *Insolicorypha*.
13 18. *Ottoia*.
14 19. *Selkirkia*.
15 20. *Louisella*.
16 21. *Micromitra*.
17 22. *Hyolithes*.
18 23. *Pikaia*.
19 24. *Vauxia*.
20 25. *Eiffelia*.
21 26. *Opabinia*.
22 27. *Anomalocaris*.
23 28a. *Anomalocaris*.
23 28b. *Anomalocaris*.
24 29. *Wiwaxia*.
25 30. *Dinomischus*.
26 31. *Hallucigenia*.
27 32. Reconstitution de certaines des espèces des schistes de Burgess qui vivaient aussi bien à la surface qu'à l'intérieur et au-dessus des sédiments boueux accumulés au pied de l'escarpement sous-marin.

LES FOSSILES DES SCHISTES DE BURGESS, UN TRÉSOR NATIONAL DANS LE PARC NATIONAL DE YOHO, COLOMBIE-BRITANNIQUE

INTRODUCTION

Les magnifiques montagnes du chaînon Main des Rocheuses se situent dans le parc national de Yoho, près de la petite ville de Field en Colombie-Britannique; ces montagnes se composent presque entièrement de roches sédimentaires accumulées au cours de la période cambrienne. Ces roches remontent à la plus haute antiquité; la datation radiométrique[1] indique qu'elles se sont accumulées il y a entre 530 et 560 millions d'années. Bien qu'il n'existe aucun jalon permettant de comprendre ces chiffres, il est bon de noter que la Terre elle-même date d'environ 4 600 millions d'années. En d'autres mots, presque 90 pour cent de l'histoire de la Terre s'était écoulée avant le début du Cambrien.

Un simple examen superficiel des roches aux alentours de Field révèle que celles-ci sont inclinées ou plus ou moins horizontales; on pourrait supposer que les couches horizontales n'ont pas été basculées ni plissées depuis leur mise en place. En réalité, les roches ont été déplacées bien loin de l'endroit où elles se sont accumulées. Ce mouvement a été provoqué par l'orogénèse des Rocheuses qui a entraîné le chevauchement et le transport vers l'est d'énormes tranches de roches qui auparavant étaient situées très loin à l'est de leur position actuelle.

La composition des roches sédimentaires varie énormément. On peut habituellement les reconnaître, même de loin, d'après la couleur produite par les processus d'altération. Par exemple, les roches brun jaunâtre des pentes inférieures et des falaises des montagnes environnantes sont surtout des grès tandis que plus haut, les calcaires se reconnaissent à leur couleur gris bleuâtre et les schistes, à leur couleur brun plus foncé. La plupart des sédiments cambriens de cette région, sinon tous, ont été déposés dans des milieux marins. La présence dans ces roches de brachiopodes et d'échinodermes fossiles, animaux qui aujourd'hui ne se retrouvent jamais en eau douce mais seulement dans les mers, semble indiquer que les roches se sont accumulées dans un milieu marin. On peut donc supposer que les autres fossiles de ces roches sont aussi des organismes marins.

Comme dans la plupart des roches cambriennes de la planète, les trilobites sont les fossiles les plus abondants de ces couches. Les trilobites sont un groupe éteint d'arthropodes (au sens propre, animaux aux membres articulés), parents éloignés des crevettes et des homards actuels, dotés d'une carapace externe (ou exosquelette) renforcée de carbonate de calcium. D'autres sortes de fossiles accompagnent les trilobites. Les brachiopodes sont d'anciens animaux à coquille bivalve, dont certains représentants, nombreux et variés, continuent d'habiter les mers, à diverses profondeurs. Les hyolithes, également abondants dans ces roches, sont des organismes maintenant disparus que caractérise une coquille en cornet fermée par un opercule. Les restes de spongiaires et d'échinodermes (correspondant aux astéries, oursins verts et les crinoïdes des mers actuelles) sont un peu plus rares dans les roches cambriennes; ils se présentent presque toujours sous forme de plaques et de spicules épars puisque les tissus mous qui les liaient autrefois ont rapidement pourri après la mort de l'organisme. En effet, ces groupes ont été conservés sous forme de fossiles pour la seule raison qu'ils possédaient un squelette dur qui a résisté à la putréfaction. Du fait que les parties molles de ces organismes se décomposaient rapidement après la mort, les paléontologues sont normalement contraints à deviner leur forme.

Normalement, seules les parties dures des fossiles sont conservées, y compris les coquilles de bivalves et de gastéropodes, les exosquelettes de trilobites et les plaques d'échinodermes, toutes composées de carbonate de calcium. Toutefois, l'examen de l'ensemble des organismes benthiques et fouisseurs des mers d'aujourd'hui révèle qu'en plus des nombreuses espèces d'animaux à parties dures (notamment les escargots et les praires du groupe des Mollusques), il existe autant sinon plus d'organismes dont le corps mou ou le squelette délicat empêche pratiquement toute conservation. Bien que l'on sache que la nature des organismes marins a beaucoup changé depuis le Cambrien, il n'y a aucune raison de croire que les animaux à corps mou étaient moins répandus dans les anciennes mers que dans les mers d'aujourd'hui. En fait, l'inverse pourrait bien être vrai. Habituellement, les paléontologues doivent se contenter des débris squelettiques fournis par les archives paléontologiques; seuls les tubes et les traces (empreintes fossiles) laissés par des organismes à corps mou ambulatoires (rampants) et fouisseurs font allusion à la diversité de ces créatures. Toutefois, pour des raisons qui ne sont pas bien connues, les processus de putréfaction qui entraînent normalement la destruction des corps mous et des squelettes délicats sont parfois arrêtés ou évités. Ces exemples de la conservation des parties molles dans les archives paléontologiques sont indispensables pour les paléontologues puisqu'ils fournissent une gamme de détails sur la diversité originelle de la vie. Bien sûr, les archives paléontologiques renferment un certain nombre de ces faunes à corps mou mais sans aucun doute, nulle ne surpasse l'extraordinaire exemple trouvé dans le parc national de Yoho. Cette faune est très importante puisqu'elle représente un échantillon de la vie marine au début de l'histoire des animaux pluricellulaires, quelques dizaines de millions d'années à peine

[1]La datation radiométrique est fondée sur le rythme de désintégration des éléments radioactifs contenus dans les minéraux lithogènes.

[2]Cambridge Earth Science Publication 608.

avant l'évolution des plus anciens animaux à parties dures susceptibles d'être conservées. La faune et la flore des schistes de Burgess se manifestent dans deux horizons mis à nu dans de petites carrières sur le flanc ouest de la crête (crête Fossil) entre le mont Field et le mont Wapta, à environ 4,8 kilomètres au nord de Field.

Les fossiles de ces carrières sont irremplaçables, et les roches qui les contiennent pourraient fournir d'autres indices sur l'origine de ces gisements uniques. Il faut donc **obtenir un permis pour y accéder** en s'adressant à l'administration du parc de Yoho, à Field. Le visiteur responsable signalera tout acte de vol ou de vandalisme au gardien du parc. **Ceux qui tentent de prélever des fossiles ou des roches du parc s'exposent à des poursuites.**

Les couches fossilifères des schistes de Burgess semblent avoir été découvertes en grande partie par hasard, l'histoire de cette découverte faisant maintenant partie du folklore de la paléontologie. Par une journée d'automne en 1909, Charles D. Walcott, éminent paléontologue et Secrétaire de la *Smithsonian Institution* de Washington, D.C., aux États-Unis, et les membres de son expédition géologique suivaient une piste traversant le côté ouest de la crête Fossil. Un bloc rocheux, qui s'était immobilisé sur la piste au cours d'un éboulis récent, gênait le passage des chevaux et M. Walcott a mis pied à terre pour le déplacer lorsqu'il a aperçu des fossiles d'organismes à corps mou. Il a dû reconnaître l'importance de sa découverte mais ce n'est qu'à son retour sur les lieux l'année suivante, lorsqu'il a découvert la couche intacte d'où était tombé le bloc, qu'il s'est vraiment rendu compte du trésor qu'il avait découvert. Au cours des cinq saisons de fouilles qui suivirent, M. Walcott a recueilli, de la couche qu'il a nommée «couche à Phyllopodes», des dizaines de milliers de fossiles merveilleusement bien conservés: arthropodes à squelette fragile, vers à corps mou, éponges, algues et une vaste gamme de groupes plus curieux, ainsi que des animaux caractéristiques du Cambrien tels les trilobites, les brachiopodes, les mollusques et les échinodermes, les parties molles de certains de ces organismes ayant été conservées. Ces échantillons ont été expédiés à la *Smithsonian Institution* où les chercheurs peuvent encore les examiner. M. Walcott a décrit un grand nombre de ces organismes mais ses descriptions n'étaient que provisoires; manifestement, il restait encore beaucoup à apprendre sur la faune et la flore des schistes de Burgess et sur l'origine des organismes par rapport au milieu.

TRAVAUX RÉCENTS ET HISTOIRE DE LA FORMATION DES SCHISTES

En 1966, Parcs Canada et les autorités du parc national de Yoho ont accordé à la Commission géologique du Canada la permission de rouvrir les carrières des schistes de Burgess. Un très grand nombre de nouveaux spécimens ont été recueillis en 1966 et en 1967 et ces échantillons, de même que les fossiles recueillis par M. Walcott, ont donné l'élan à une nouvelle description systématique de tous les fossiles. Les études détaillées de la géologie de la région entreprises après la découverte de Walcott par MM. Charles Ney, D.G. Cook, W.H. Fritz, J.D. Aitken et I.A. McIlreath ont donné une assez bonne idée de l'endroit où ces fossiles se sont accumulés. Les schistes de Burgess font partie d'une séquence sédimentaire de limons et de boues (fig. 1) qui se sont accumulés en eau relativement profonde à côté d'une énorme structure en forme de récif qui, à l'origine, se composait de calcaire (carbonate de calcium) peut-être produit par les algues marines. Le calcaire a été chimiquement transformé en dolomie depuis son accumulation. À l'origine, le rebord de ce récif formait un escarpement sous-marin vertical d'une longueur de plusieurs kilomètres, dont la surface supérieure et le bord se trouvaient dans des eaux ensoleillées peu profondes; la paroi de l'escarpement plongeait dans l'obscurité à plusieurs centaines de mètres de profondeur (fig. 2). La cartographie et la reconstitution soignées de ce récif, maintenant disséqué par l'érosion et par la formation de failles, ont permis de découvrir que l'escarpement récifal exerçait un certain contrôle sur la répartition des organismes vivant à la surface ou à l'intérieur des boues des eaux profondes contiguës. En plus de la faune des schistes de Burgess, d'autres faunes prolifiques, particulièrement riches en trilobites, ont existé à côté du récif. Les mieux connues sont conservées dans les vastes couches fossilifères (schistes à *Ogygopsis*) qui affleurent sur le flanc nord-ouest du mont Stephen. Il aura toutefois fallu attendre que M. D.H. Collins et ses collègues du *Royal Ontario Museum*, à Toronto, avec la collaboration des autorités du parc, entreprennent la recherche systématique de nouvelles zones de fossiles d'organismes à corps mou pour découvrir, ailleurs le long de l'escarpement du front récifal, une couche équivalente aux schistes de Burgess, si riches en fossiles de corps mou. À ce jour, on a relevé plus d'une douzaine de ces zones sur une distance de 20 kilomètres le long de l'escarpement du front récifal. Toutefois, malgré leur importance, aucune de ces nouvelles découvertes ne peut rivaliser, par rapport à la diversité des formes et le merveilleux état de conservation, avec les fossiles des schistes de Burgess. La faune de ces schistes demeure la source ultime de renseignements sur la vie au cours du Cambrien.

Bien que l'on soit incapable de fournir une explication complète de la conservation exceptionnelle de ces fossiles, il est évident qu'un certain nombre de facteurs sont intervenus. Les animaux vivaient aussi bien à la surface qu'à l'intérieur des boues accumulées au pied de la falaise sous-marine (fig. 32). Périodiquement, des nappes de boue saturée s'écoulaient au bas de la pente, soulevant un nuage sous-marin de boue très dense qui entraînait les animaux vivants ainsi que des carcasses et des débris d'algues. Ayant parcouru une distance relativement courte, les boues à grains fins se déposaient et il y avait enfouissement rapide des animaux et des plantes. C'est ainsi que des animaux entiers et des débris d'algues ont été enfouis et le fait que les quantités d'oxygène au lieu d'enfouissement étaient vraisemblablement très faibles, a contribué au ralentissement correspondant du taux de putréfaction. D'autres facteurs physiques et chimiques mal connus ont dû intervenir pour expliquer la conservation des parties molles sous forme de minces pellicules de matière minérale. Certaines parties de ces pellicules réfléchissent la lumière, comme le montrent les photographies aux figures 6, 16, 18 et 23.

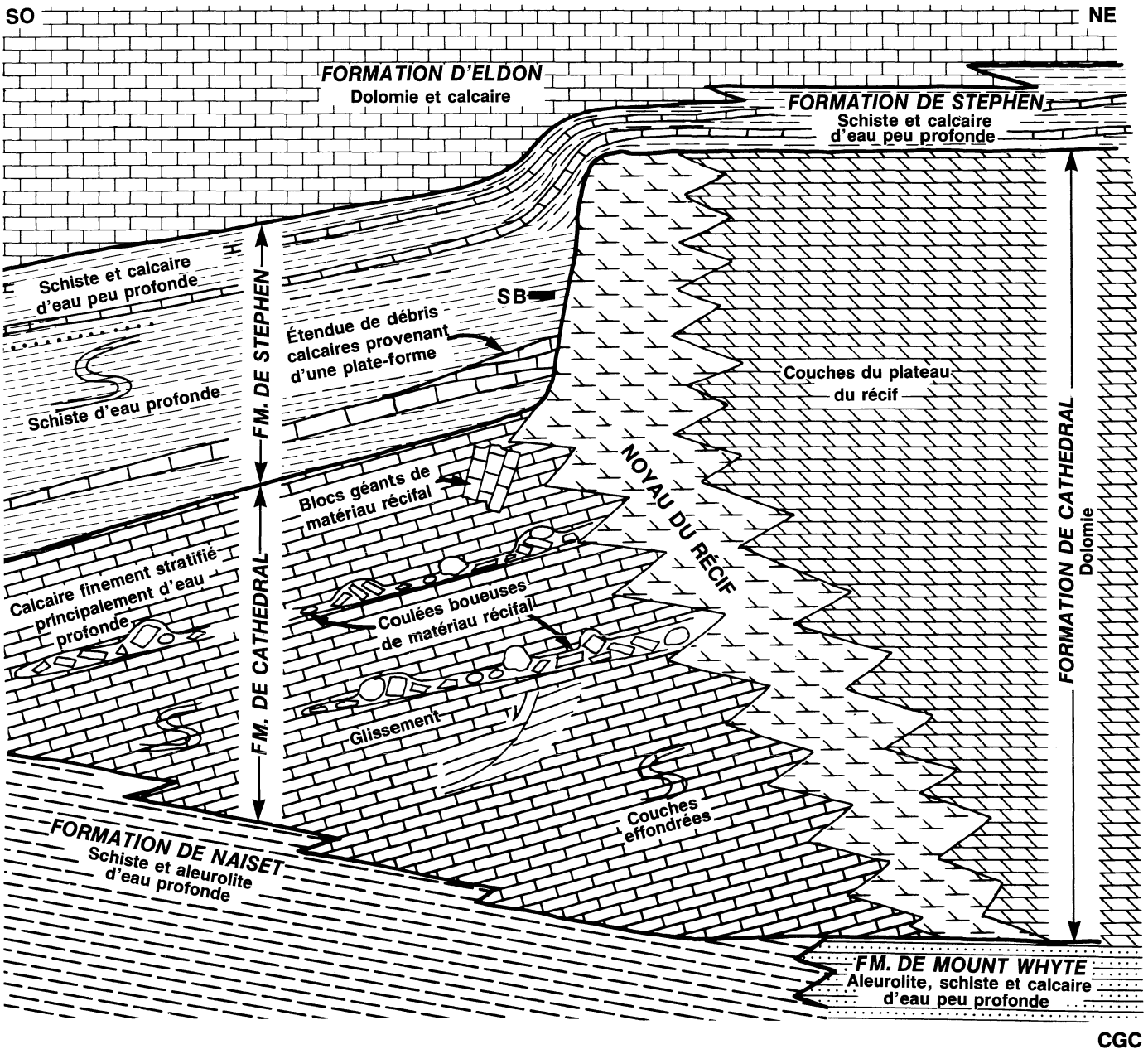

Figure 1. *Coupe transversale de la séquence stratigraphique des roches sédimentaires aux alentours de Field, parc national de Yoho.*

La position approximative des schistes de Burgess dans cette colonne est indiquée par un rectangle identifié par les lettres SB. Toutes les formations données datent du Cambrien moyen. (D'après Aitken et McIlreath, 1984, GEOS, vol. 13, nº 1, p. 19.)

LA FAUNE ET LA FLORE

La faune des schistes de Burgess comporte plus de 120 espèces représentant une gamme d'arthropodes, de mollusques, de brachiopodes, de cnidaires, d'éponges, de vers polychètes, de priapuliens, d'échinodermes, de chordés et d'un certain nombre de formes diverses qui ne font pas manifestement partie des principaux embranchements d'animaux (fig. 3). On y trouve également un grand nombre d'algues. L'abondance respective des espèces varie considérablement; autant les échantillons de certaines espèces peuvent se compter par milliers, autant d'autres sont uniques.

LA FLORE

La flore des schistes de Burgess se compose de débris délicats et ramifiés d'herbes marines ou d'algues conservés en abondance dans certaines couches minces de la carrière excavée par Walcott. Une de ces couches contient des masses de fragments brisés de *Marpolia* (fig. 4) ainsi que quelques rares fossiles d'autres espèces. Elle ne renferme cependant aucune autre algue. D'autres couches minces contiennent des fragments abondants d'une algue en forme de feuille perforée. M. Walcott a décrit un grand nombre d'autres espèces d'algues, toutes rares; aucune étude détaillée de ces fossiles

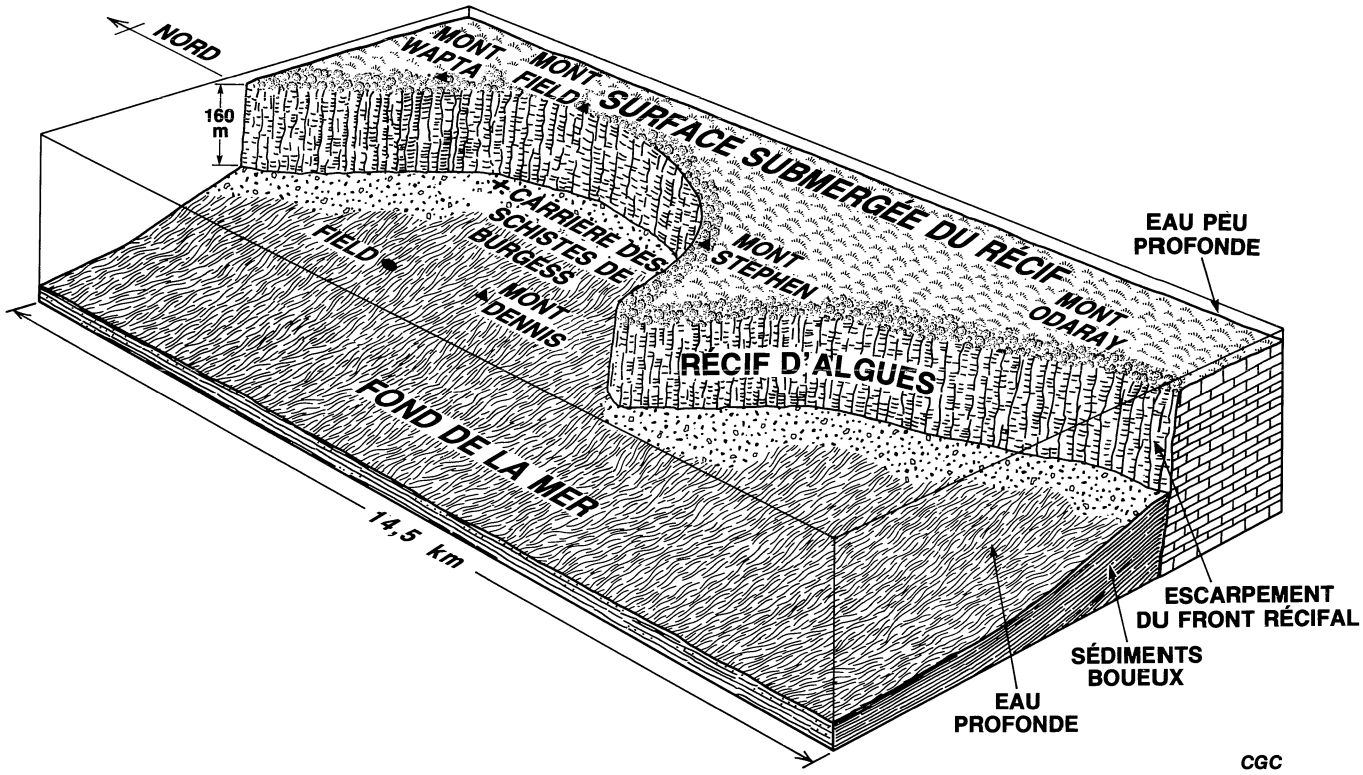

Figure 2. *Paléoreconstitution de l'escarpement récifal mi-cambrien profondément découpé séparant les zones récifales peu profondes, où s'accumulait du calcaire, du bassin profond où s'accumulaient des limons et des boues (y compris les schistes de Burgess). On y voit la position relative actuelle de la carrière des schistes de Burgess, de la ville de Field et des diverses montagnes.*

n'a été publiée depuis. Les algues fossiles sont séparées les unes des autres et elles ne sont que rarement associées à d'autres animaux fossiles, phénomène qui semble indiquer qu'elles vivaient dans un milieu différent de celui des animaux, peut-être fixées à la falaise sous-marine d'où elles auraient été périodiquement arrachées puis enfouies dans une couche affaissée.

LA FAUNE

Arthropodes

Les arthropodes sont les animaux fossiles les plus abondants (en termes de spécimens recueillis) et variés (en termes de genres et d'espèces) des schistes de Burgess (fig. 3). Ce sont les ancêtres de divers organismes, tels les insectes et les araignées sur terre et les crabes, les crevettes et les homards en mer. Le corps d'un arthropode est constitué de segments munis d'une paire de pattes articulées; ces pattes ainsi que le corps sont recouverts de matériau raide. Cet exosquelette peut se composer d'une matière organique tannée de nature résistante ou peut être renforcé d'une couche de carbonate de calcium, notamment dans le cas des pinces, des appendices et de la carapace du crabe et du homard. Un groupe de segments à l'avant du corps forment la tête qui peut comporter des yeux et des appendices spécialisés servant à capturer, à couper et à broyer la nourriture. Le corps principal ou thorax, situé derrière la tête, comporte une série de segments similaires, chacun de ces segments étant muni d'une paire d'appendices. Vient ensuite la zone caudale qui peut avoir la forme d'une plaque de segments fusionnés, d'un éventail ou d'une épine. Les trilobites (le mot trilobite signifie trois lobes: tri-lob(e)-ite), un groupe d'arthropodes maintenant disparu, sont caractérisés par une division tripartite du corps.

Dans la plupart des zones fossilifères cambriennes, les fossiles les plus communs sont des débris d'exosquelettes de trilobites, le fait que ces exosquelettes étaient renforcés de carbonate de calcium, les rendait plus susceptibles d'être conservés. On trouve beaucoup de ces débris dans les schistes de Burgess; on y trouve aussi de splendides exemples d'exosquelettes complets constitués d'une tête, d'un thorax et d'une queue (fig. 5). Toutefois, les fossiles les plus exceptionnels sont des exosquelettes complets d'*Olenoides* (fig. 6), antennes et appendices compris. La compaction qu'a subi le corps après son enfouissement a transformé les appendices en minces feuilles aplaties qui se chevauchent comme les bardeaux d'un toit.

Durant le processus d'enfouissement, la boue s'est infiltrée entre les appendices et l'exosquelette d'*Olenoides*. Ces sédiments ont par la suite été comprimés en une mince

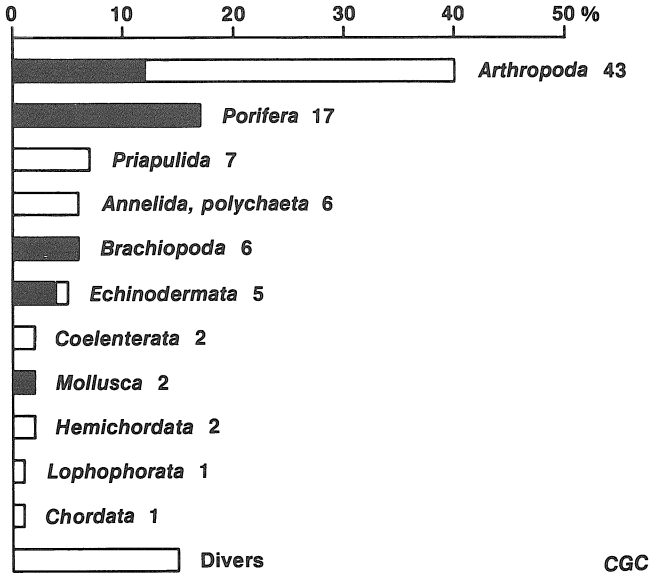

Figure 3. *Abondance relative des principaux groupes d'animaux des schistes de Burgess.*

La figure présente le nombre de genres dans chaque groupe tandis que la longueur des rectangles indique le pourcentage du total de 107 genres que représente chaque groupe. La partie noire pleine d'un rectangle représente la proportion de genres du groupe ayant des parties dures minéralisées.

couche de matrice rocheuse séparant les appendices les uns des autres et tous les appendices de l'exosquelette. À l'aide d'un minuscule outil de coupe, on peut dégager les divers appendices et ainsi les examiner au microscope. Ainsi, il a été possible d'identifier les articulations d'une patte locomotrice et les épines du côté interne et du segment basal. En reconstituant l'animal, on peut deviner, comment il se déplaçait sur terre et dans l'eau (faiblement) et comment ses pattes épineuses lui servaient à capturer, déchirer et déchiqueter la nourriture avant de l'amener à la bouche située sous la tête.

Les appendices de trois autres espèces très différentes de trilobites ont également été conservés dans des spécimens prélevés dans les schistes; toutefois, dans la plupart des espèces, les appendices et d'autres parties molles demeurent inconnus.

Marella (fig. 7) est le fossile le plus commun des schistes de Burgess. Cet organisme de seulement 1 à 2 cm de long porte en général une tache noire huileuse, bien évidente, à son extrémité postérieure. Deux paires de longues cornes incurvées se prolongent de la tête en forme de biseau, vers l'arrière. Une paire de longues antennes lui servaient d'organe sensoriel et une paire d'appendices plumeux adjacents balayaient les particules alimentaires vers la bouche située à l'arrière de la tête. *Marella* avait un corps mince muni de



Figure 4. Marpolia *(×2,8), fragments brisés de cette délicate algue ramifiée.*

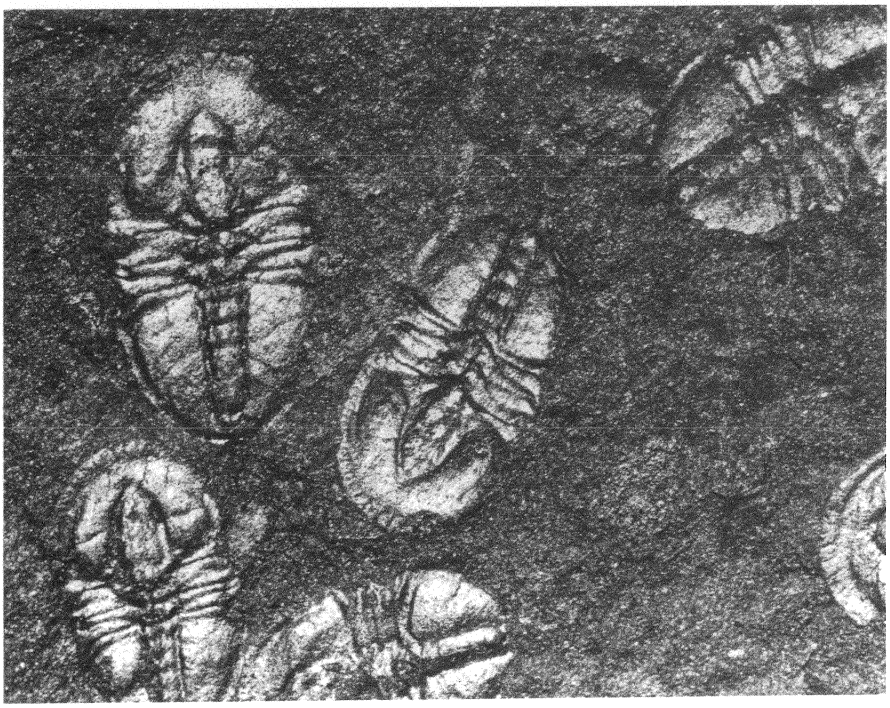

Figure 5. Pagetia *(×9,2). Groupe de spécimens.*

Chose curieuse, aucune partie molle n'a été identifiée dans ce trilobite ni dans un certain nombre d'autres espèces. ***Pagetia*** *était peut-être un organisme flottant ou nageur qui vivait normalement bien au-dessus du fond de la mer.*

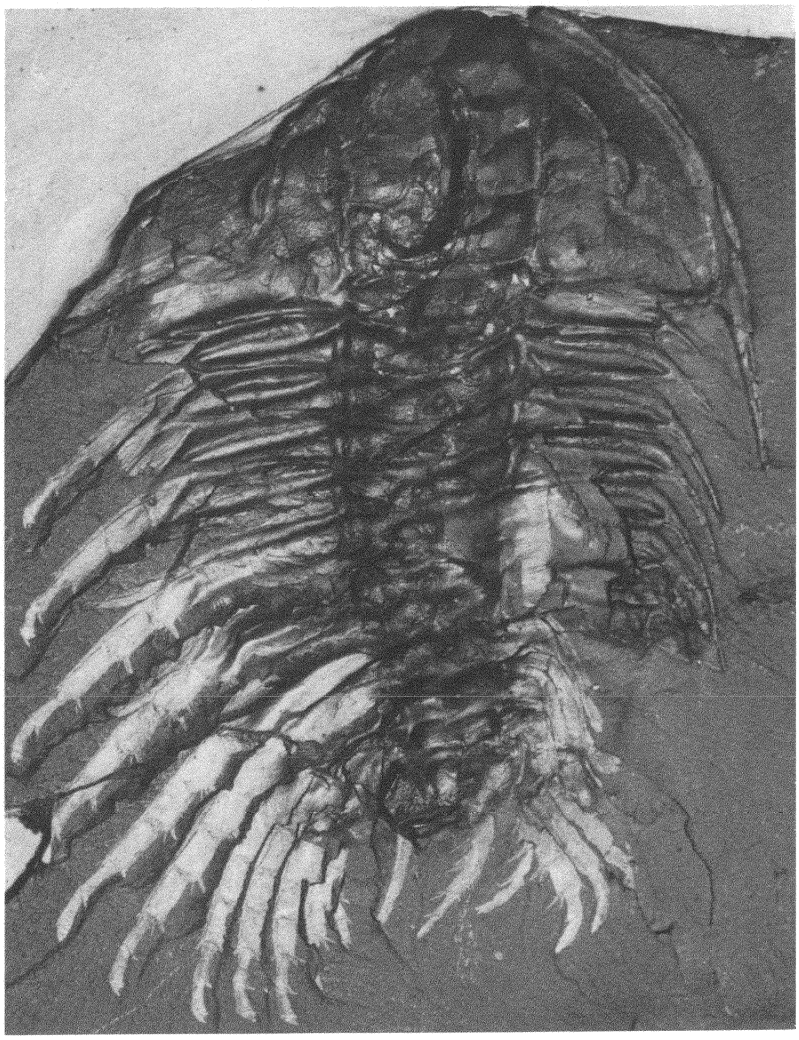

Figure 6. Olenoides *(×1,7). Spécimen complet de ce trilobite montrant les organes locomoteurs, épineux et articulés, situés sous l'exosquelette.*



Figure 7. *Vue ventrale de* ***Marrella*** *(×5), montrant les cornes incurvées se prolongeant de la tête vers l'arrière, les antennes (a), un deuxième appendice long (b) et les nombreuses paires d'appendices sur le thorax. À l'arrière, une tache noire visible sur la roche représente les produits de putréfaction qui se sont écoulés du corps dans les sédiments encaissants.*

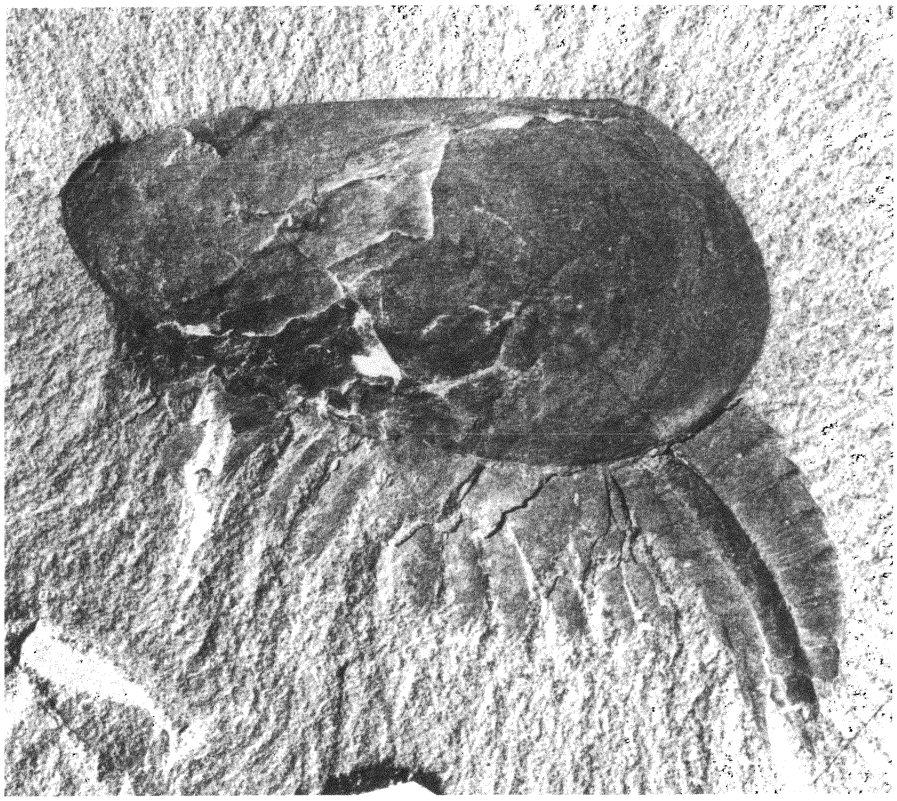

Figure 8. Canadaspis *(×2,9). Les deux valves de la coquille laissent dépasser le thorax et la queue ainsi que certaines parties des appendices. L'étroite bande soulevée le long du thorax est l'intestin rempli de débris.*

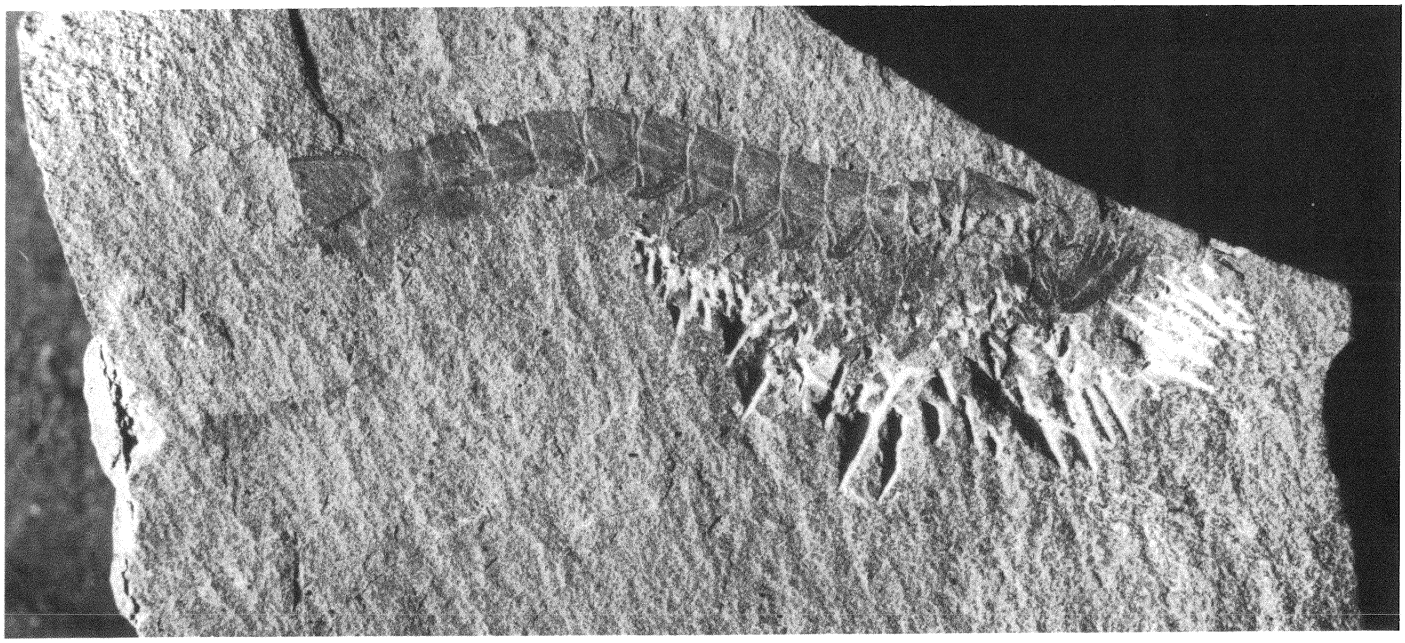

Figure 9. Yohoia *(×5,7). À l'avant, sur le côté droit, on voit les «bras» pliés munis de quatre «doigts» antérieurs, qui servaient à saisir les particules alimentaires. Le segment caudal de forme ovale est brisé.*

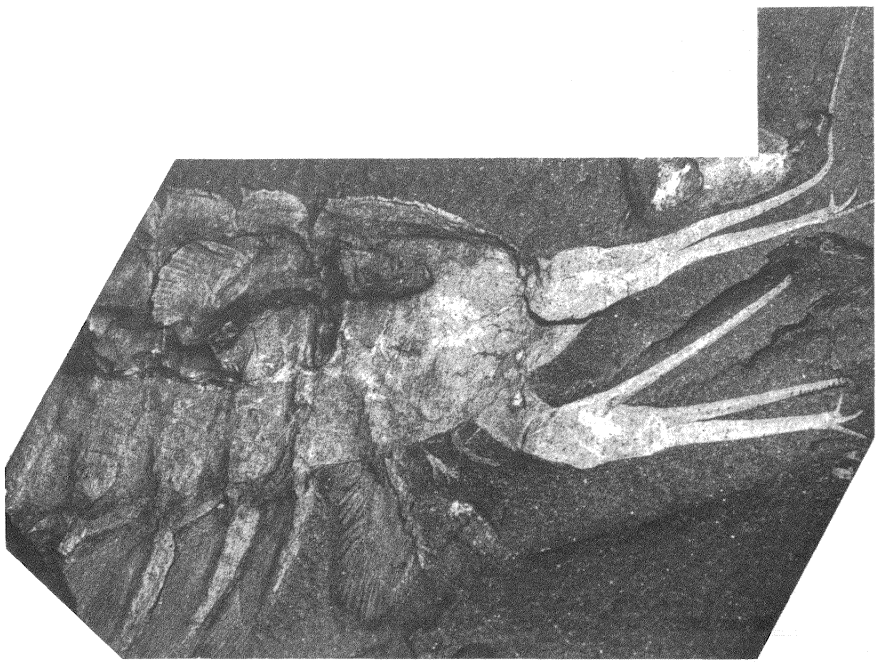

Figure 10. Leanchoilia *(×1,6). La tête et quelques segments du thorax sont visibles ainsi qu'une paire de grands appendices céphaliques ramifiés. Les ramifications étaient munies d'un long prolongement multi-segmenté comme celui en haut, à droite. Les volets filamenteux qui permettaient à l'animal de nager sont visibles en bas, à gauche.*

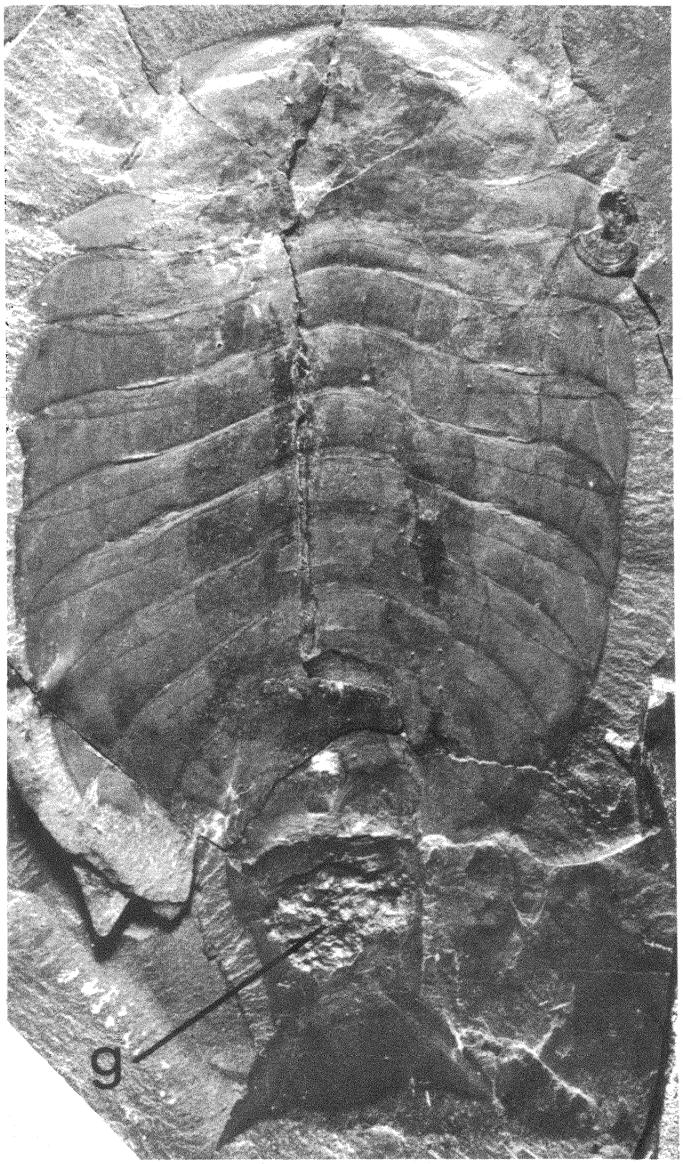

Figure 11. *Vue de l'ensemble du corps de* ***Sidneyia*** *(×1,5). Un morceau (g) a été arraché à l'arrière de l'organisme, ce qui permet de voir les fragments dans l'intestin. Des morceaux de trilobites et d'hyolithes ont été identifiés à l'intérieur d'autres spécimens; ils indiquent que* ***Sidneyia*** *se nourrissait de ces animaux et d'autres organismes à coquille dure.*

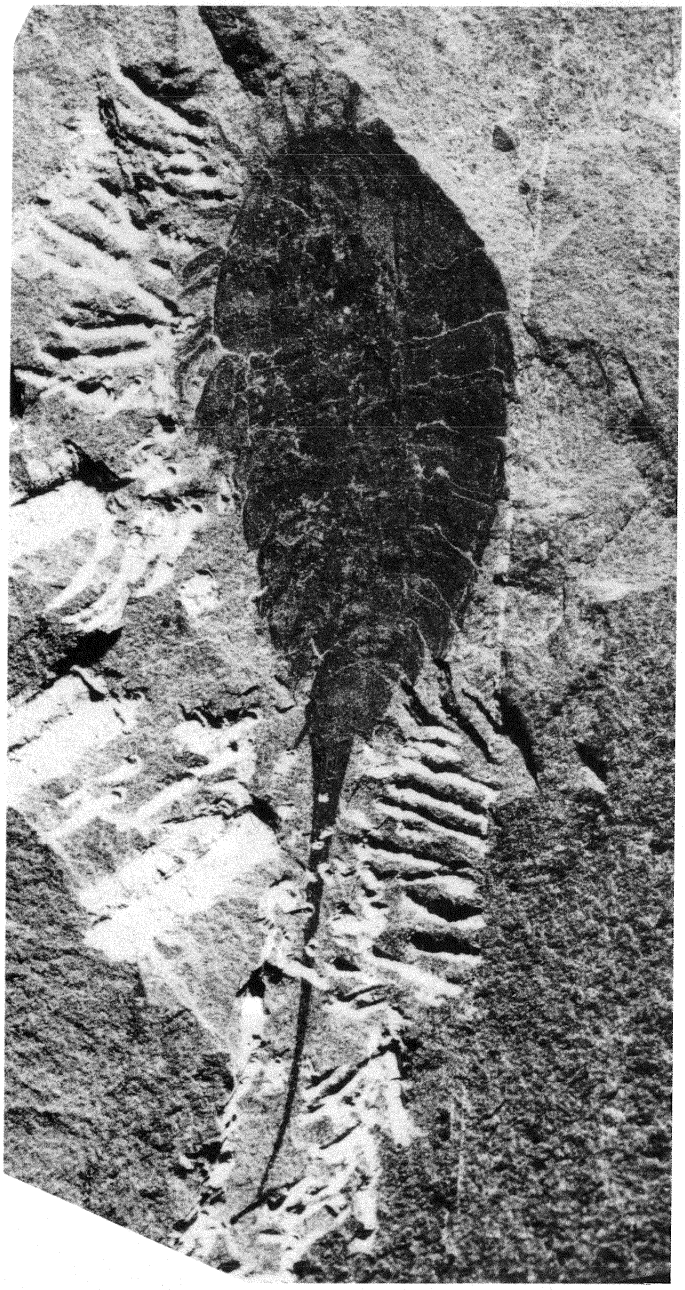

Figure 12. Molaria *(×6,0). Tout l'animal est visible, y compris la longue épine caudale et quelques appendices faisant saillie à l'avant et du côté gauche de la tête.*

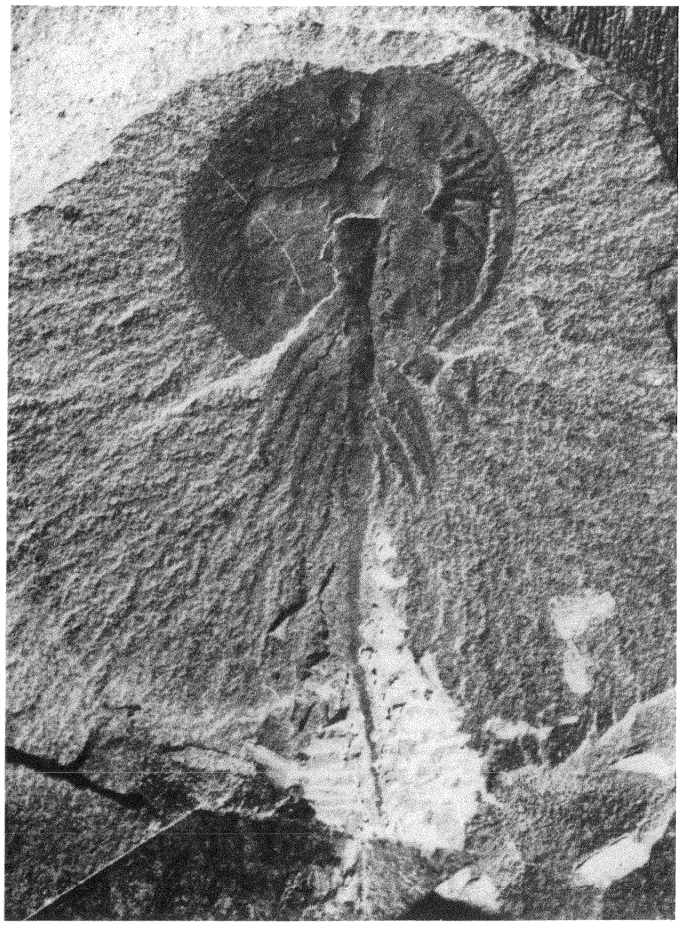

Figure 13. Burgessia *(×4,4), montrant la carapace circulaire, certains appendices locomoteurs à l'arrière et la longue épine postérieure.*

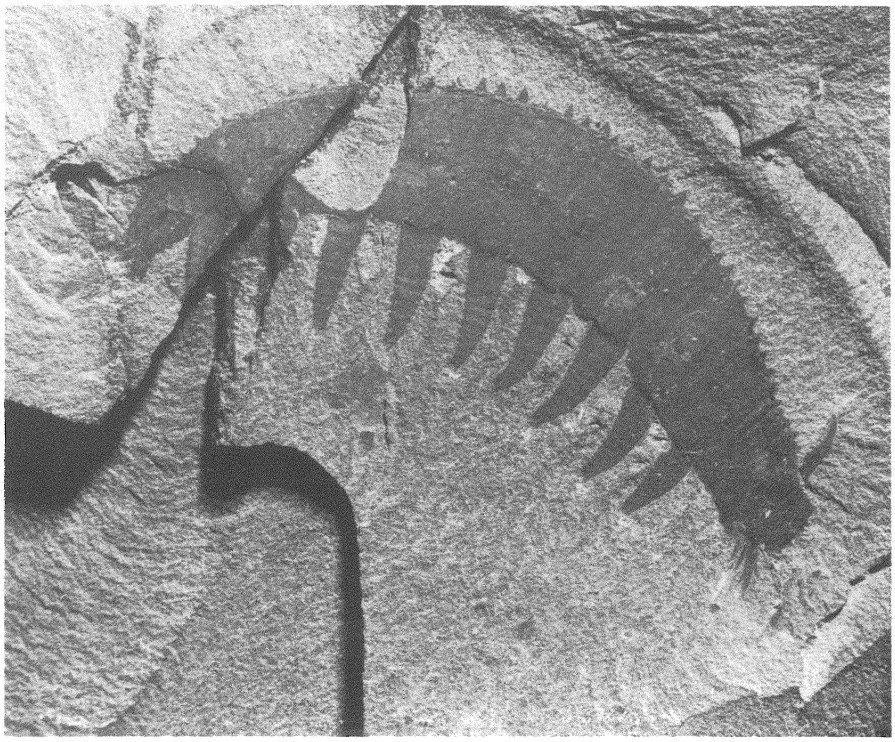

Figure 14. Aysheaia *(×3,0), montrant le corps épais et les appendices, tous deux multisegmentés; l'extrémité des pattes est munie de griffes.*

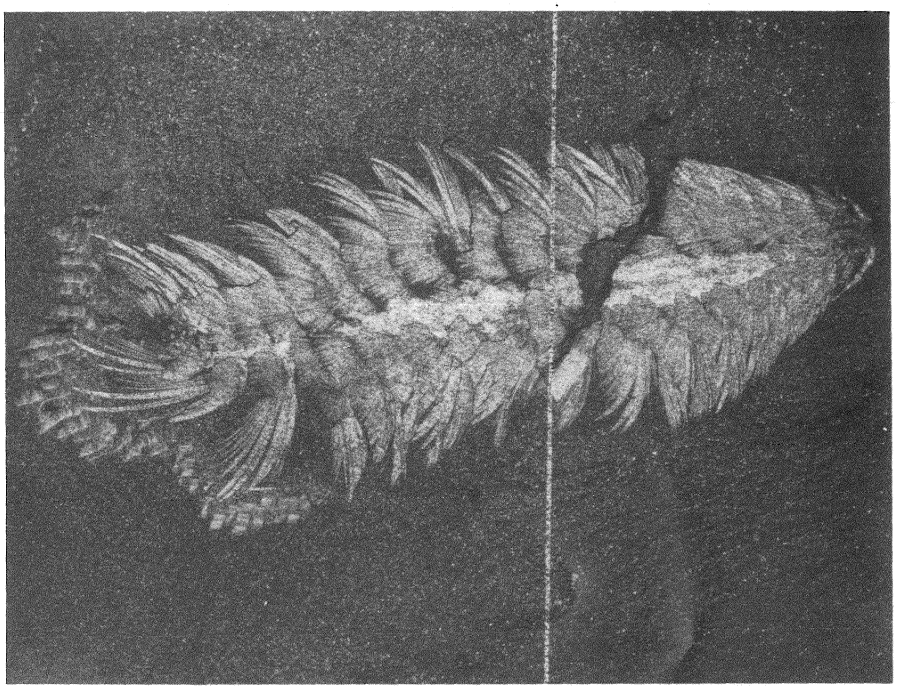

Figure 15. Canadia *(×3,2). Un ver polychète; on peut voir de grosses touffes de soies et une paire de petits tentacules antérieurs.*

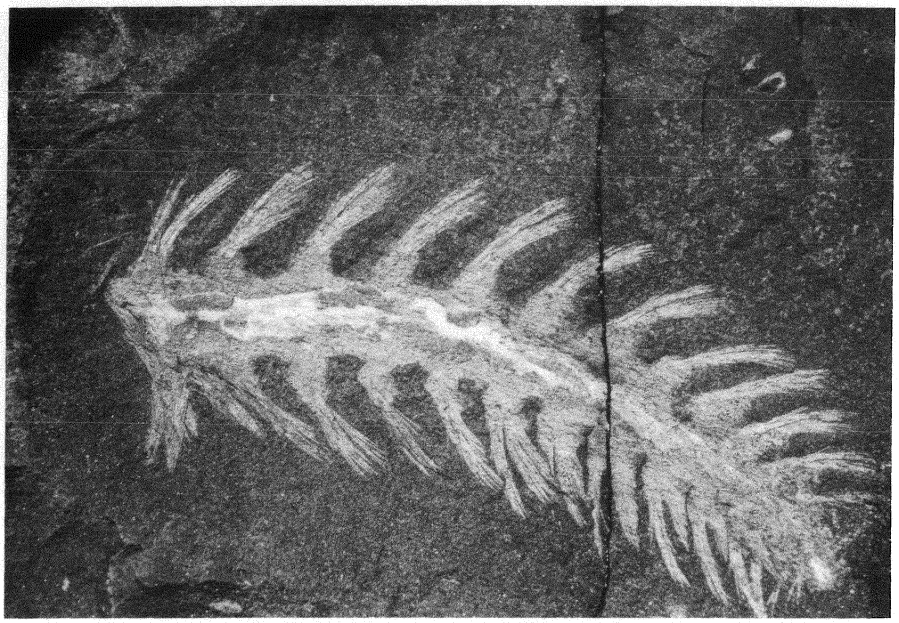

Figure 16. Burgessochaeta *(×3,7), ver polychète caractérisé par des touffes de soies identiques de part et d'autre de chaque segment.*

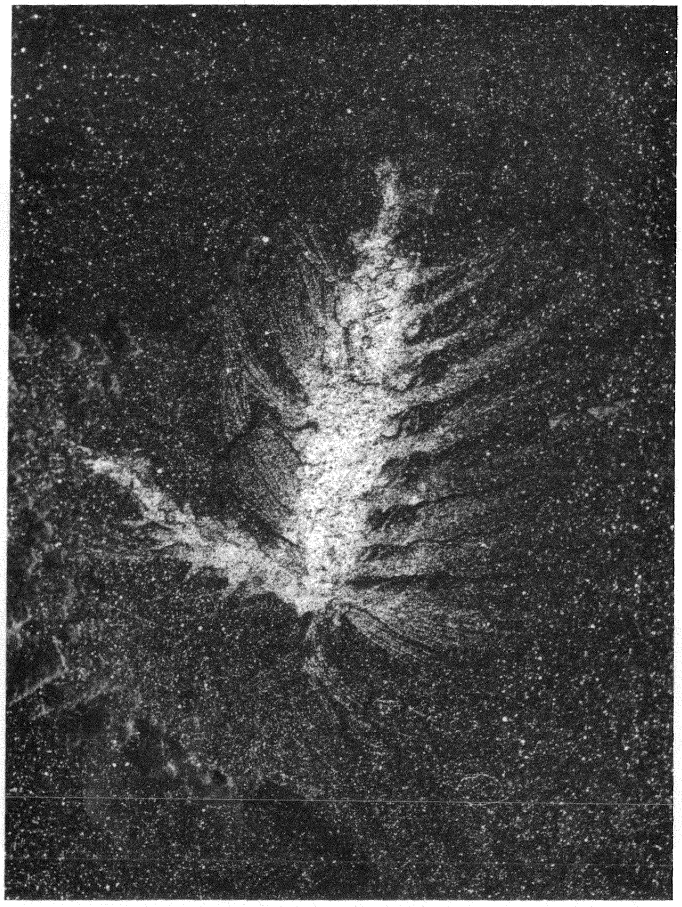

Figure 17. Insolicorypha *(×12), ver polychète qui de toute évidence se servait de ses énormes touffes de soies pour nager.*

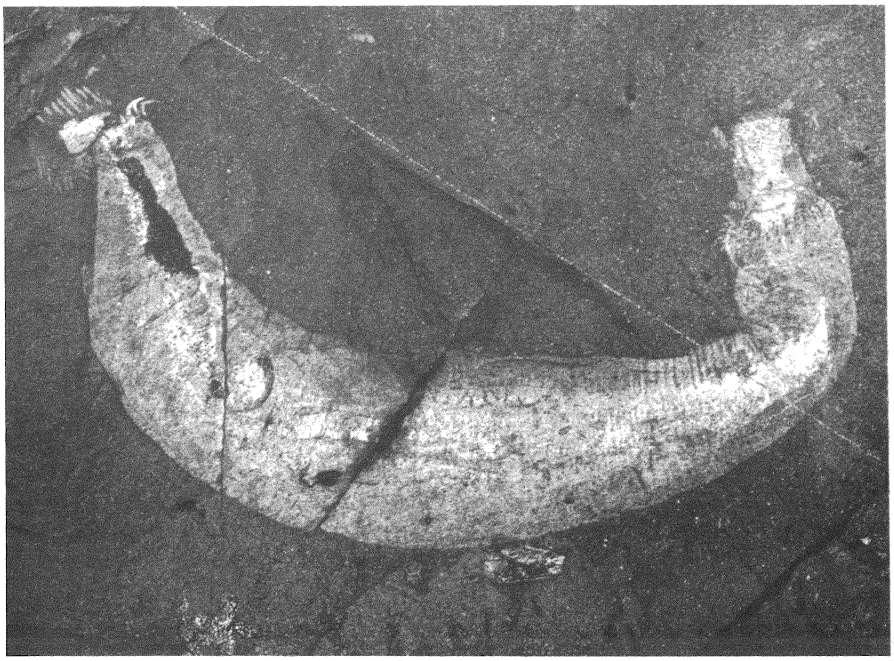

Figure 18. Ottoia *(× 1,5), ver priapulien à partie antérieure épineuse et muni d'une série de crochets à l'extrémité postérieure du thorax.*

pattes locomotrices articulées; une branchie filamenteuse se trouvait à la base de chaque patte. La tache noire représente probablement le contenu du corps qui aurait été exprimé dans la matrice boueuse encaissante après l'enfouissement de l'organisme. *Marella* est un arthropode mais non un trilobite; cet organisme n'avait pas d'exosquelette renforcé de matière minérale. Il représente une des 30 variétés ou plus d'arthropodes à corps essentiellement mou trouvés dans les schistes qui ne sont pas des trilobites; ces organismes constituent un élément remarquable et varié de la faune. En général, ces animaux ne s'apparentent à aucune autre faune marine du Paléozoïque ancien ailleurs dans le monde.

Canadaspis (fig. 8) est le deuxième «non-trilobite» en abondance; il est protégé par une coquille formée de deux valves (gauche et droite) qui sont des images inversées l'une de l'autre et qui recouvrent la tête et une partie du thorax; le reste du thorax et la queue ressortent à l'arrière. En enlevant soigneusement une des valves, on peut voir que les appendices ressemblent de façon remarquable à ceux de certains crustacés vivants. *Canadaspis* est le plus vieil ancêtre connu des crustacés comme les crabes, les crevettes et les homards des mers actuelles. La coquille de *Waptia* était également bivalve mais cet organisme avait des appendices très différents de ceux de *Canadaspis*, des antennes longues et des yeux bien évidents (voir fig. 32). La partie arrière cylindrique du thorax, de nature peut-être musculaire, aurait permis à l'organisme de reculer rapidement en donnant un petit coup de sa queue bilobée. Les crustacés vivants se servent d'un mouvement similaire pour échapper aux prédateurs. *Yohoia* (fig. 9), beaucoup plus petit, se caractérise par une paire d'appendices se prolongeant devant la tête. Chacun de ces appendices possède une articulation en coude et quatre «doigts» antérieurs qui servaient probablement à saisir les particules alimentaires et à les amener à la bouche à l'avant de la tête. *Leanchoilia*, organisme plus gros et plus facilement reconnaissable (fig. 10), possède une paire d'appendices antérieurs extraordinaires, chaque appendice étant incurvé et articulé à sa base. Trois articulations portent des tiges, chacune étant munie d'un long prolongement multi-segmenté à fonction que l'on présume sensorielle. La troisième tige est munie de pinces à la base du prolongement. *Leanchoilia* était dépourvu d'organes locomoteurs mais pouvait vraisemblablement nager en battant ses lobes latéraux. On ne sait pas encore à quoi servaient les énormes appendices antérieurs mais l'organisme s'en servait peut-être comme support pendant qu'il se nourrissait au fond de la mer.

Sidneyia (fig. 11), premier «non-trilobite» décrit par M. Walcott, a été nommé en l'honneur de son fils, qui l'a découvert. Les organes locomoteurs sur le thorax ressemblent de façon remarquable à celles du limule actuel (*Limulus*). L'intestin a été conservé, et on y trouve des fragments de coquilles de brachiopodes, d'*Hyolithes* et de trilobites, phénomène qui indique que cet organisme pouvait capturer et broyer des animaux à corps dur. Deux autres formes très différentes, et non apparentées aux trilobites, ont été trouvées: *Molaria* (fig. 12) et *Burgessia* (fig. 13), organismes benthoniques libres, se nourrissaient d'autres animaux minuscules ou de débris organiques. Chacun de ces organismes avaient une longue épine caudale qui faisant probablement partie de son système de défense.

Cette brève description de certains organismes autres que les trilobites montre la variété des dimensions et de la forme du corps et de la nature des appendices. Certains des arthropodes, comme *Olenoides* et *Sidneyia*, étaient des carnivores qui recherchaient leur proie ou à la surface, ou en creusant le fond de la mer. D'autres comme *Canadaspis* et *Leanchoilia*, devaient probablement fouiller la boue et se nourrir de débris organiques sur le fond de la mer; *Marrella* et *Burgessia* se nourrissaient de particules encore plus petites et

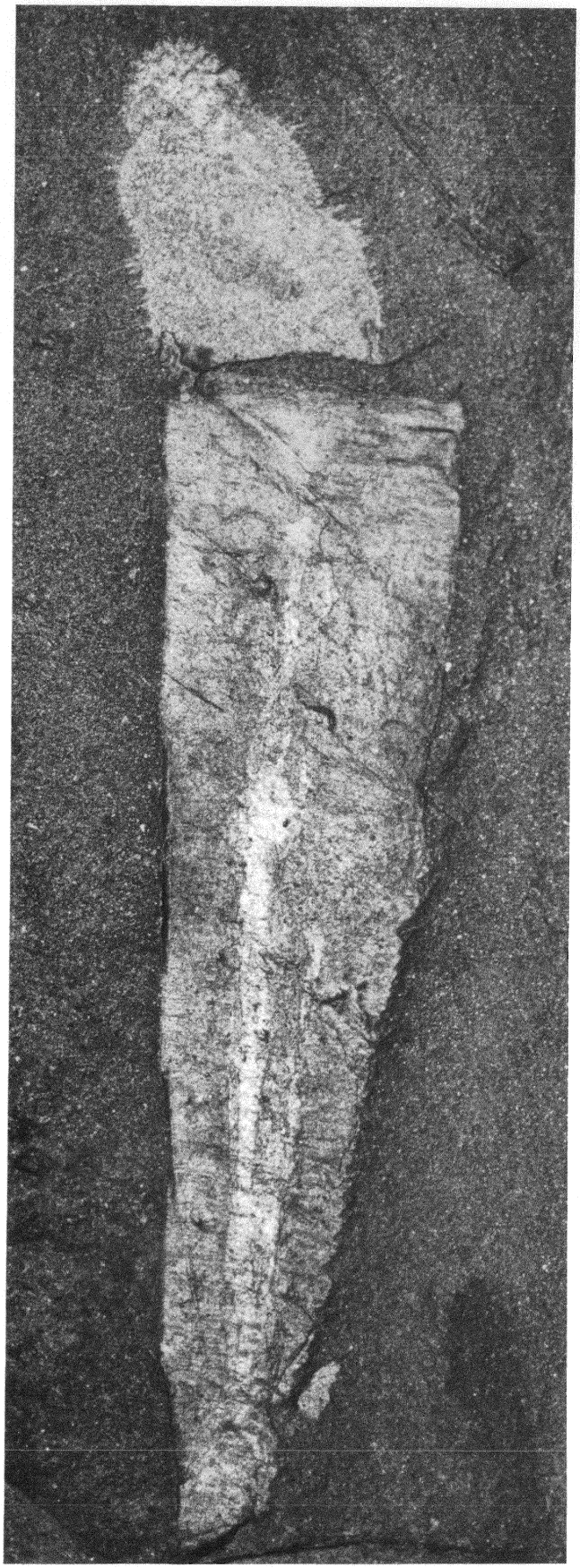

Figure 19. Selkirkia *(×5,3), ver priapulien qui vivait dans un tube à l'extrémité duquel seule dépassait la partie antérieure épineuse.*

peut-être même d'animaux minuscules. La paire d'appendices spéciaux dont était muni *Yohoia* lui servait à ramasser les particules de nourriture et à les amener directement à sa bouche. Aucun de ces organismes ne semble avoir été un nageur puissant mais certains d'entre eux devaient pouvoir s'éloigner rapidement d'un ennemi. Les adaptations et les modes de vie de ces anciens animaux étaient manifestement aussi différents d'une espèce à l'autre qu'ils le sont pour les créatures marines d'aujourd'hui.

Aysheaia (fig. 14), organisme rare mais très intéressant, se caractérise par un corps épais et des pattes courtes qui se terminent en petites griffes. Les fossiles de cet animal montrent qu'il était dépourvu d'exosquelette rigide et qu'il avait un corps et des pattes flexibles. Lorsque M. Walcott a publié les premières photographies de ce fossile, qu'il considérait comme un ver, des zoologistes lui ont écrit immédiatement, lui signalant combien *Aysheaia* ressemblait à *Peripatus*, organisme vivant. Ce dernier fait partie d'un petit groupe d'animaux terrestres de l'hémisphère sud, les onychophores, qui vivent parmi les plantes pourries et qui se nourrissent de divers insectes. *Aysheaia*, animal marin pourtant très différent des onychophores, présente néanmoins des caractéristiques qui auraient pu en faire l'ancêtre à l'origine des myriapodes et des insectes. Dans la reconstitution de la faune originelle présentée à la figure 32, *Aysheaia* est représenté comme un organisme rampant sur une éponge; il se nourrissait peut-être des parties molles d'éponges, hypothèse suggérée par la présence d'éponges fossiles associées à *Aysheaia*.

Vers polychètes

Les vers à corps mou représentent environ 12 pour cent des genres relevés dans la faune et les vers polychètes font partie d'un des plus importants groupes. Ces vers ont des parents vivants tels que le *neanphes virens*, organisme couramment observé sur un grand nombre de littoraux. Ces vers ont des corps segmentés munis de grosses soies composées d'une matière organique résistante, la chitine. Ces soies sont très proéminentes chez les vers polychètes des schistes de Burgess, mais elles le sont encore plus chez *Canadia* (fig. 15). La tête de ce ver, portant deux tentacules allongées, était rattachée à un gros corps dont la surface dorsale était presque entièrement cachée par un réseau imbriqué de grosses soies aplaties. De grosses touffes de soies disposées régulièrement le long de la partie ventrale du corps semblent avoir servi à propulser l'organisme dans l'eau. En raison de cette particularité, les paléontologues tiennent *Canadia* pour un organisme nageur qui se déplaçait au-dessus du fond de la mer. Un autre ver polychète très abondant, *Burgessochaeta* (fig. 16), aurait eu un mode de vie très différent de celui de *Canadia* puisqu'il semble avoir vécu dans les sédiments. Son corps allongé portait une série de soies qui ensemble auraient peut-être aidé l'animal à se déplacer le long d'un réseau de galeries creusées tandis que des tentacules antérieures allongées auraient fouillé la surface des sédiments pour y chercher des particules alimentaires (fig. 32). Les schistes de Burgess renferment d'autres vers polychètes, dont un en particulier mérite une mention spéciale. Il s'agit d'*Insolicorypha* (fig. 17), remarquable surtout en raison de ses grandes franges de soies qui lui servaient probablement à

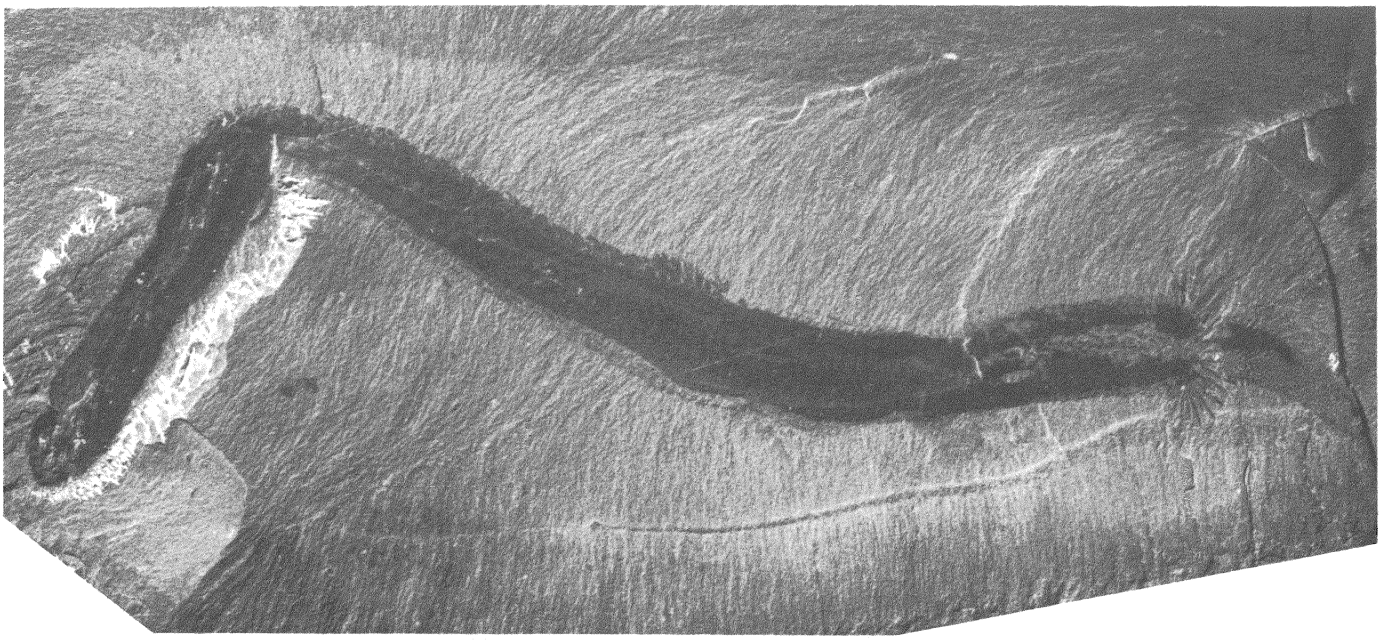

Figure 20. Louisella *(×1,1), ver priapulien dont le thorax porte deux rangées d'appendices plumeux qui servaient vraisemblablement de branchies respiratoires.*

nager. On le connaît d'un seul spécimen; l'organisme a peut-être vécu bien au-dessus du fond de la mer, où il aurait été protégé des coulées de boue responsables de la destruction des autres animaux des schistes de Burgess.

Vers priapuliens

Un autre groupe d'organismes des schistes de Burgess, les vers priapuliens, est beaucoup moins bien connu bien qu'il soit abondant par endroits dans les sédiments marins actuels. Toutefois, dans la faune des schistes et peut-être aussi à l'origine dans un grand nombre d'autres ensembles cambriens, les vers priapuliens étaient beaucoup plus abondants que les vers polychètes et révèlent une vaste gamme de formes. Leur éclipse subséquente des communautés marines pourrait être due à leur remplacement, dans l'écologie, par les vers polychètes. *Ottoia* (fig. 18) est le genre le plus abondant des priapuliens des schistes de Burgess; il présente un très grand intérêt en raison de la gamme de renseignements que les centaines d'échantillons de cet organisme ont fourni sur son anatomie. La partie antérieure externe était munie d'épines qui servaient à s'accrocher aux sédiments au sein desquels vivait le ver, et de dents qui servaient à saisir la nourriture. Le tube digestif est identifiable et, phémonène encore plus remarquable, il contient des restes de nourriture, notamment des coquilles coniques d'hyolithes et quelques brachiopodes. Il serait raisonnable de supposer qu'*Ottoia* était un prédateur. De plus, un des spécimens semble indiquer qu'il se livrait parfois au cannibalisme, habitude que n'ont pas perdue ses descendants actuels. D'autres parties de son anatomie interne ont été identifiées, y compris des restes de faisceaux musculaires, dont des muscles rétracteurs qui servaient à rentrer la partie antérieure du corps pendant que l'animal fouissait les sédiments mous. Certaines parties de l'anatomie interne sont plus difficiles à voir, mais il semble que l'organisme ait possédé une corde nerveuse.

Selkirkia (fig. 19) est le deuxième ver priapulien en abondance; cet organisme vivait dans un tube allongé à l'extrémité duquel seule dépassait la partie antérieure du corps. Ce tube se composait de matière plutôt résistante puisque les tubes vides sont beaucoup plus abondants que les tubes dans lesquels sont conservées les parties molles. Les tissus mous auraient présumément pourri peu après la mort du ver, laissant les tubes vides éparpillés sur le fond de la mer. Parfois, des animaux benthiques comme des brachiopodes et des éponges se sont fixés sur les tubes vides. Certains spécimens de *Louisella* (fig. 20), le plus gros des priapuliens des schistes de Burgess, avaient plus de 20 cm de long. Bien que *Selkirkia* et *Ottoia* soient munis de crochets cuticulaires pointus sur leur partie antérieure, dans *Louisella* les structures équivalentes semblent avoir été composées de lobes de tissus plus mous. Le corps est aplati dans un plan dorsi-ventral; sur le côté vraisemblablement dorsal, deux longues rangées de structures plumeuses devaient servir de branchies. Bien qu'aucun priapulien actuel ne ressemble à *Louisella*, une comparaison avec d'autres vers semble indiquer que cet organisme a peut-être vécu dans une galerie horizontale (fig. 32). En ondulant son corps aplati, le ver aurait attiré l'eau dans la galerie, créant un courant qui aurait aéré les branchies et emporté les déchets.

Brachiopodes

Les brachiopodes fossiles comprennent des représentants de deux grandes divisions, les Inarticulés qui se caractérisent par une coquille composée de phosphate de calcium, et les Articulés qui ont une coquille calcaire. Les genres représentés sont caractéristiques du Cambrien mais certains d'entre eux sont parfois exceptionnellement bien conservés. Par exemple, les délicates soies chitineuses qui font saillie autour des marges de la coquille sont conservées dans certains des spécimens (fig. 21). Des exemples d'une catégorie

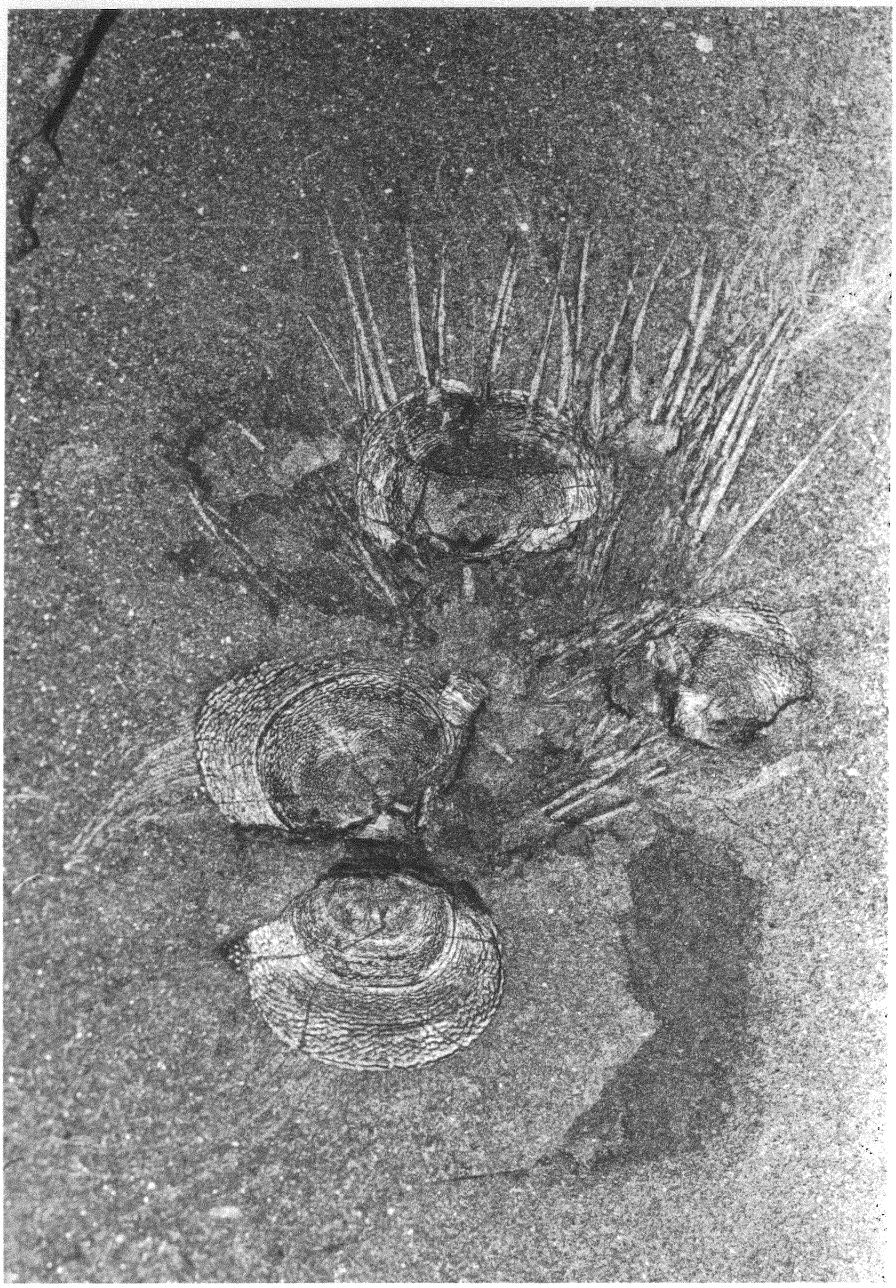

Figure 21. Micromitra *(×4,0). Les coquilles subcirculaires de ce brachiopode sont fixées à l'éponge* ***Pirania****, position qu'occupait l'animal vivant. Les spicules de l'éponge font saillie sous les brachiopodes et les soies longues et minces sont visibles au pourtour des marges des coquilles de brachiopodes, à gauche et au bas de l'image.*

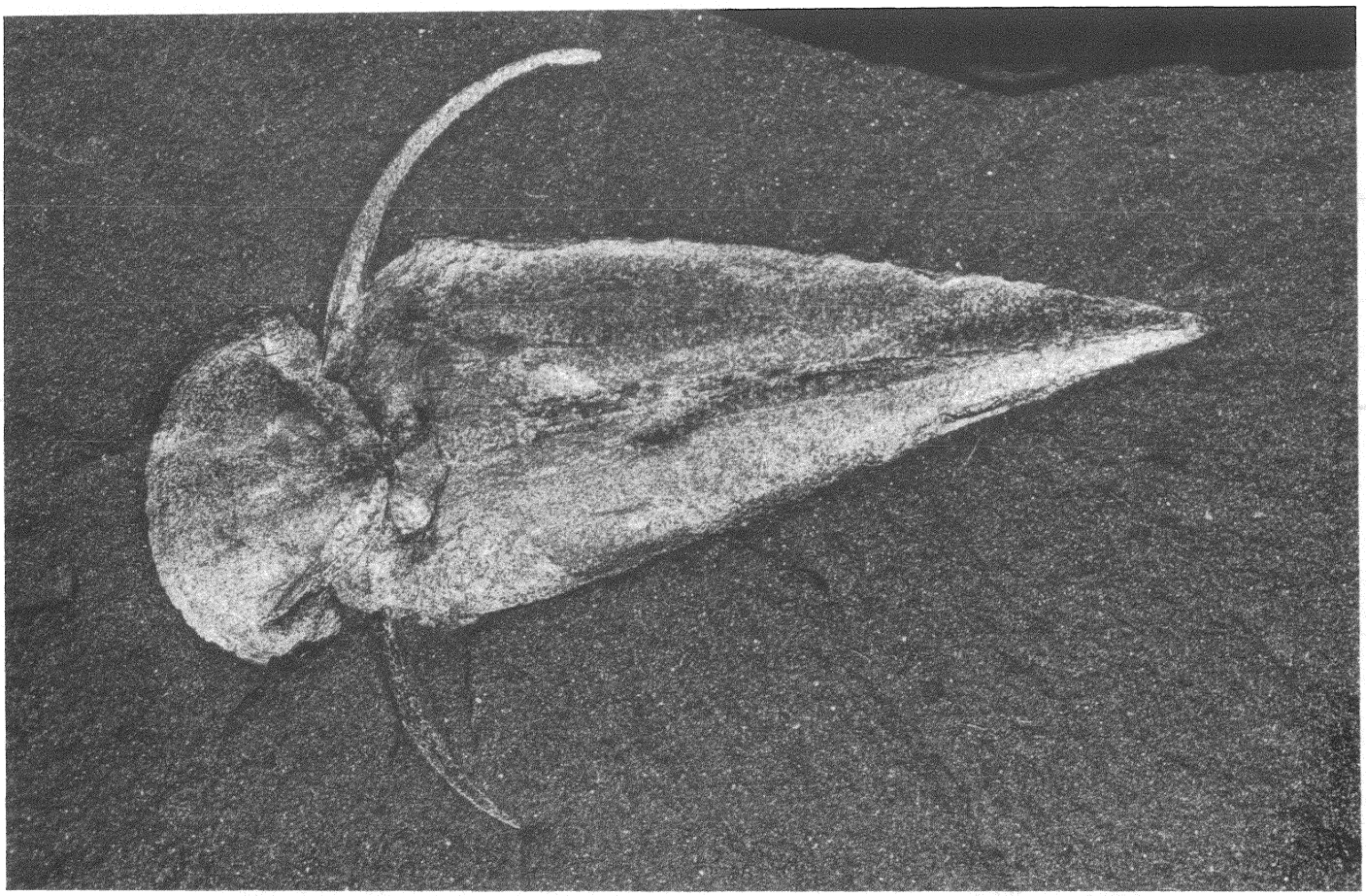

Figure 22. Hyolithe *(×6,0). La coquille, de forme conique, est munie d'un opercule (au haut de l'image); entre l'opercule et la coquille, les cloisons qui le tenaient en place sur le fond de la mer sont courbées vers l'extérieur et l'arrière.*

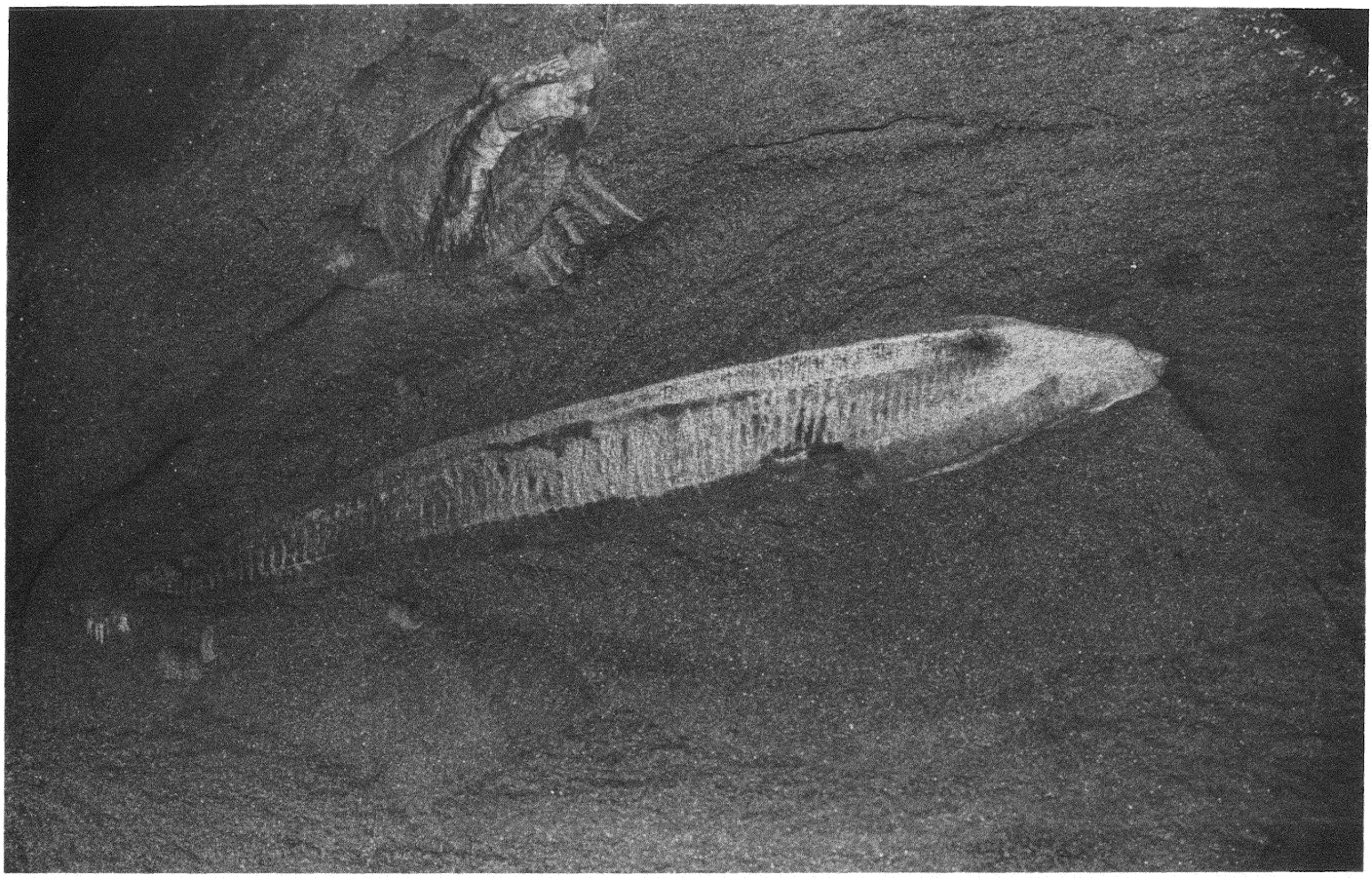

Figure 23. Pikaia *(×3,6), un chordé primitif. La bande réflectrice bien visible sur le côté supérieur de l'animal semble représenter la notocorde, une des caractéristiques clés de cet embranchement. Le spécimen visible au-dessus du chordé est un exemple de l'arthropode connu sous le nom de Burgessia.*

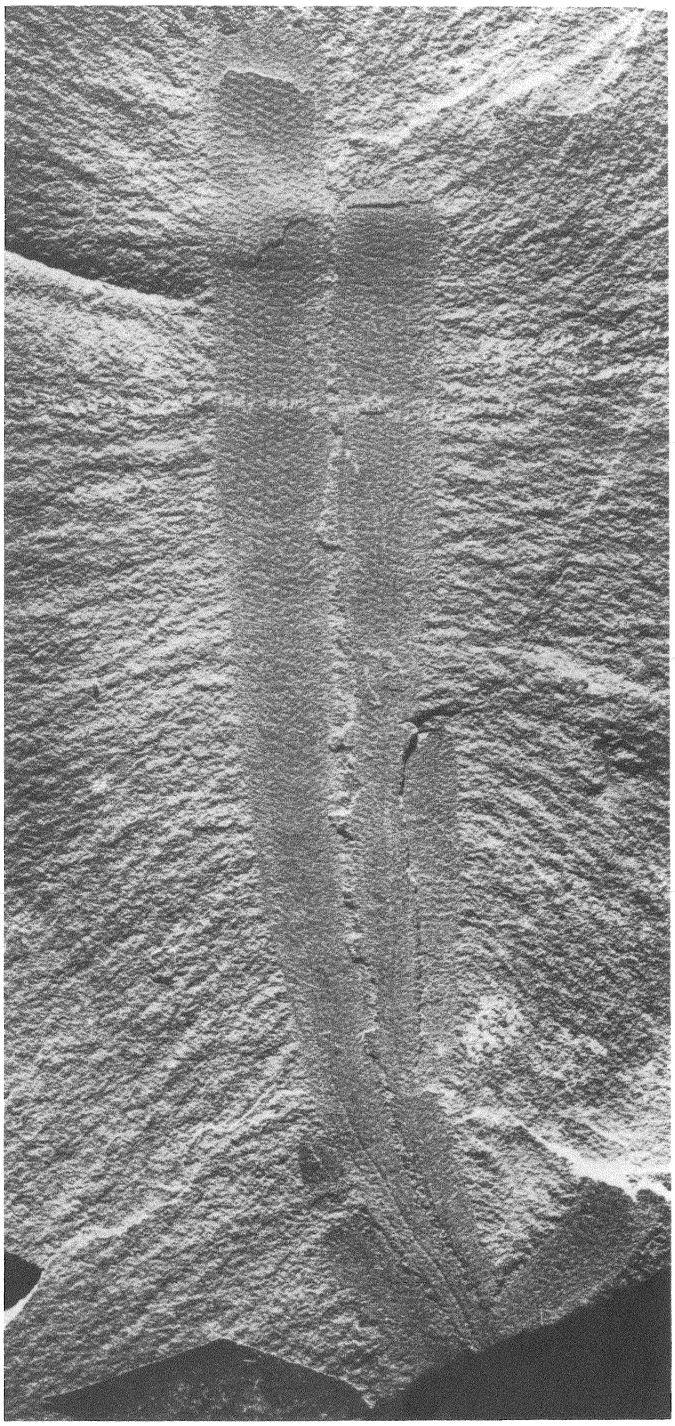

Figure 24. Vauxia *(×2,5), éponge ramifiée, montrant le réseau complexe du squelette interne.*

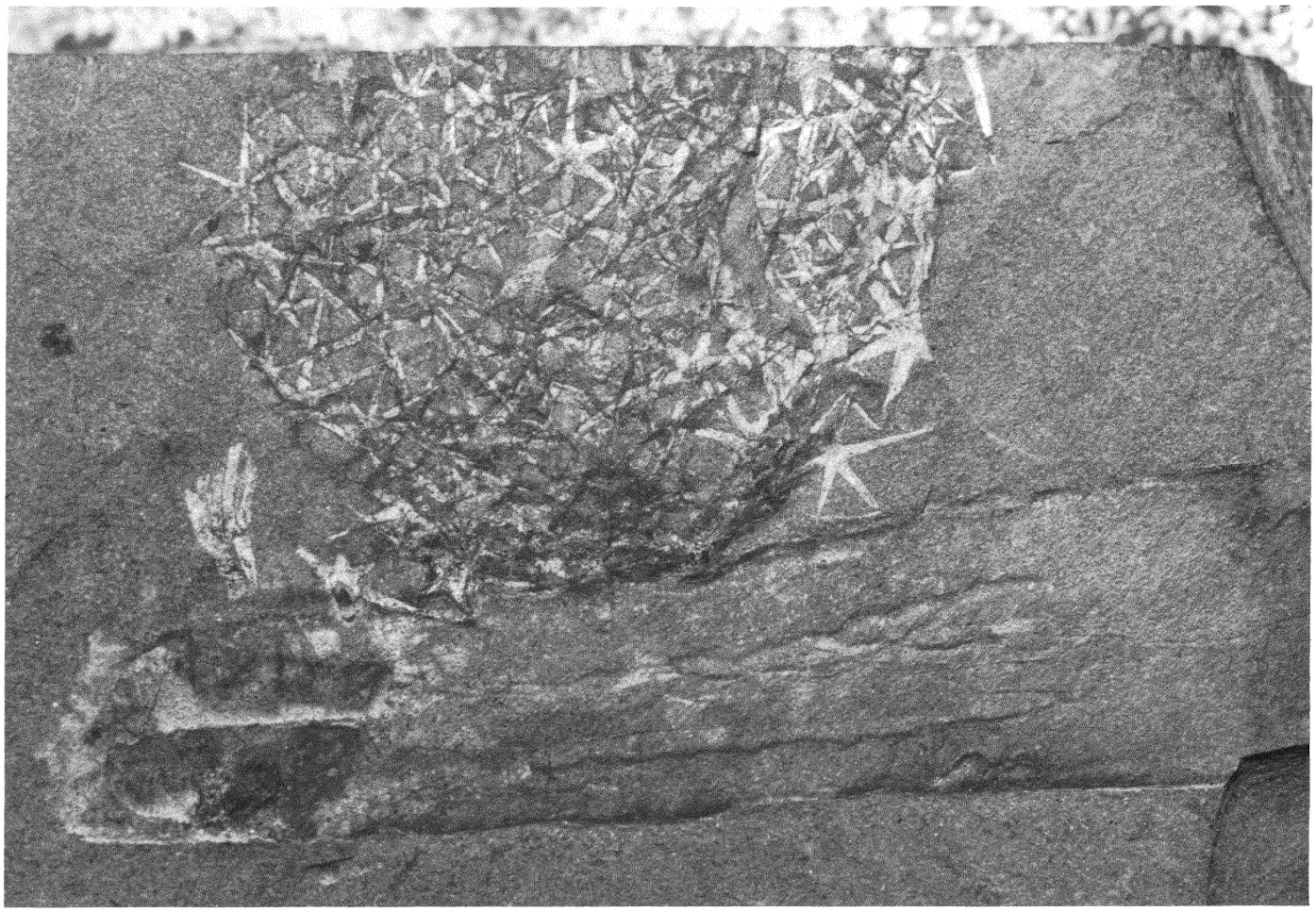

Figure 25. Eiffelia *(×5,2), éponge globulaire fixée à un tube vide du priapulien* ***Selkirkia*** *(fig. 19) qui a vraisemblablement servi à l'organisme de surface de fixation.*

d'organisme vivant fixé à un autre (relation épizoïque) sont peu communs au Cambrien, mais cet exemple des schistes de Burgess montre des brachiopodes fixés aux spicules de l'éponge *Pirania*. Les brachiopodes qui vivaient dans cette position relativement élevée, à un centimètre environ au-dessus du fond de la mer, ont vraisemblablement profité des courants d'alimentation engendrés par l'éponge pour obtenir de la nourriture qui n'aurait pas été disponible s'ils avaient jonché le fond de la mer.

Échinodermes

Les échinodermes fossiles abondent par endroits dans certaines roches cambriennes et on en trouve plusieurs variétés dans les schistes, bien qu'aucune d'entre elles ne soit particulièrement nombreuse. Par contre, d'abondants spécimens d'éocrinoïdes et d'édrioastéroïdes se manifestent dans bien des roches cambriennes. En général, les éocrinoïdes se caractérisent par un corps plus ou moins globulaire muni de bras nourriciers, le tout étant supporté au-dessus du fond de la mer par une longue tige. Par contre, les édrioastéroïdes, échinodermes à corps en forme de petit pain, reposaient sur le fond de la mer. Un autre échinoderme, *Echmatocrinus* (voir fig. 32), se manifeste uniquement dans les schistes de Burgess et dans les zones contiguës. Cet organisme revêt une importance toute particulière puisqu'il semble représenter le plus ancien des crinoïdes (lis de mer), groupe qui a par la suite dominé un grand nombre de fonds de mer au cours du Paléozoïque et du Mésozoïque. Dans la plupart des crinoïdes fossiles, les organes vitaux du corps tels l'intestin et les organes de reproduction étaient supportés sur un pédoncule allongé qui fixait l'animal sur le fond.

Toutefois, la distinction entre la tige et le corps est bien moins marquée dans *Echmatocrinus*. Le squelette de la plupart des autres crinoïdes se compose de grandes plaques de carbonate de calcium soudées pour former un squelette rigide. Toutefois, les plaques des crinoïdes des schistes de Burgess semblent avoir été très minces et fixées à un corps plutôt souple. *Echmatocrinus* et les animaux apparentés, bien que peut-être très répandus sur certains fonds de mer cambriens, ne se sont fossilisés que dans les conditions exceptionnelles qui ont contrôlé l'accumulation des schistes de Burgess.

Mollusques

Les fossiles mollusques, en particulier les coquilles coniques du groupe primitif des Monoplacophores, sont communs à un grand nombre de roches cambriennes. Bien

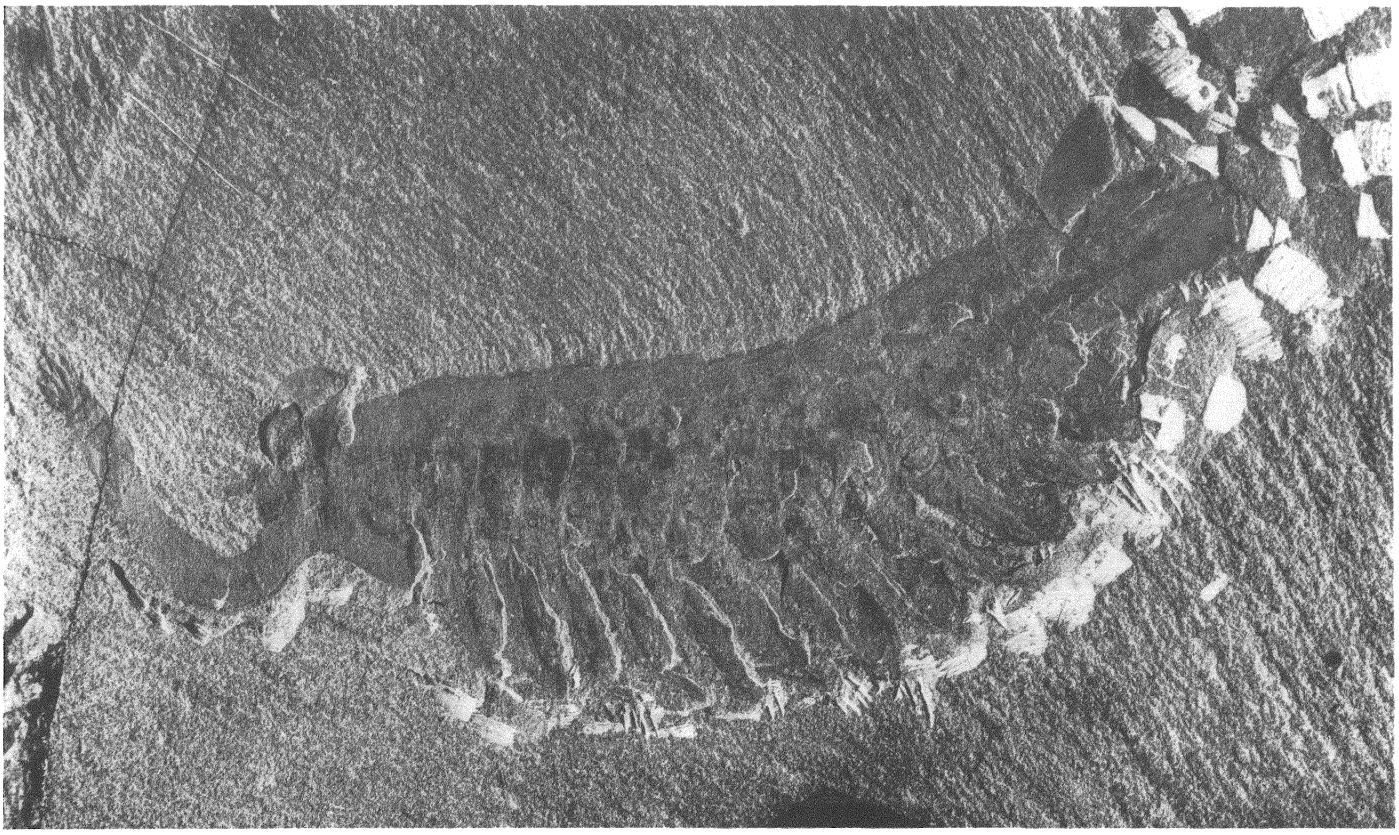

Figure 26. Opabinia *(×2,5). De longs volets pendent du corps segmenté et certaines parties des nageoires font saillie vers le haut, à l'arrière. On observe sur la région céphalique, trois des cinq yeux ainsi que le processus dont les épines situées sur la partie antérieure s'incurvent vers l'arrière.*

qu'ils soient mal connus aujourd'hui parce qu'ils vivent surtout en eaux profondes, les monoplacophores présentent un très grand intérêt du point de vue évolutionnaire puisqu'il s'agit vraisemblablement des ancêtres directs ou indirects de la plupart des autres groupes de mollusques tels les gastéropodes et les bivalves. *Scenella* est un monoplacophore très abondant des schistes de Burgess (voir fig. 32); malheureusement, aucune de ses parties molles n'a été identifiée.

Hyolithes

Bien que certains paléontologues considèrent les hyolithes comme des mollusques, la plupart d'entre eux les rangent dans un embranchement distinct. Les hyolithes abondent dans les schistes de Burgess et dans un grand nombre d'associations cambriennes. Certains spécimens ont été conservés, operculum et cloisons courbées compris (fig.. 22). Comme l'operculum et les cloisons sont habituellement transportés loin du reste de la coquille presque immédiatement après la mort de l'organisme, ces spécimens articulés ont dû être enfouis vivants par des coulées de boue. Ainsi que déjà mentionné, les hyolithes ont manifestement servi de nourriture à certains arthropodes et vers priapuliens.

Cnidaires ou coelentérés

Cet embranchement comporte divers groupes comme les anémones de mer, les méduses scyphozoaires et les coraux. Il est représenté dans les schistes de Burgess par un grand organisme semblable à une anémone muni d'un gros corps en forme de sac et dépourvu de tentacules. Chose curieuse, aucune méduse n'y a été identifiée bien que des spécimens de ces organismes aient été trouvés ailleurs dans les roches cambriennes.

Chordés

L'absence de poissons fossiles dans les schistes de Burgess n'est pas étonnante. Ce n'est que récemment qu'on a découvert ce qui semble être des écailles isolées de poisson dans les roches du Cambrien supérieur. Toutefois, il est fort probable que les ancêtres de ces poissons se trouvent dans les roches datant du mi-Cambrien ou même plus vieilles. La découverte, dans les schistes de Burgess, de *Pikaia* (fig. 23), chordé primitif, présente donc un intérêt extraordinaire, non seulement en raison des renseignements qu'il peut fournir sur les ancêtres des poissons mais aussi parce que, par un cheminement évolutionnaire complexe, les animaux comme *Pikaia* ont donné lieu aux amphibiens, aux reptiles et aux mammifères, y compris l'homme. *Pikaia* lui-même était un organisme vermiforme muni d'une tige dorsale raide, la notocorde, précurseur de la colonne vertébrale, et de segments en zigzag, soit deux éléments également caractéristiques des poissons.

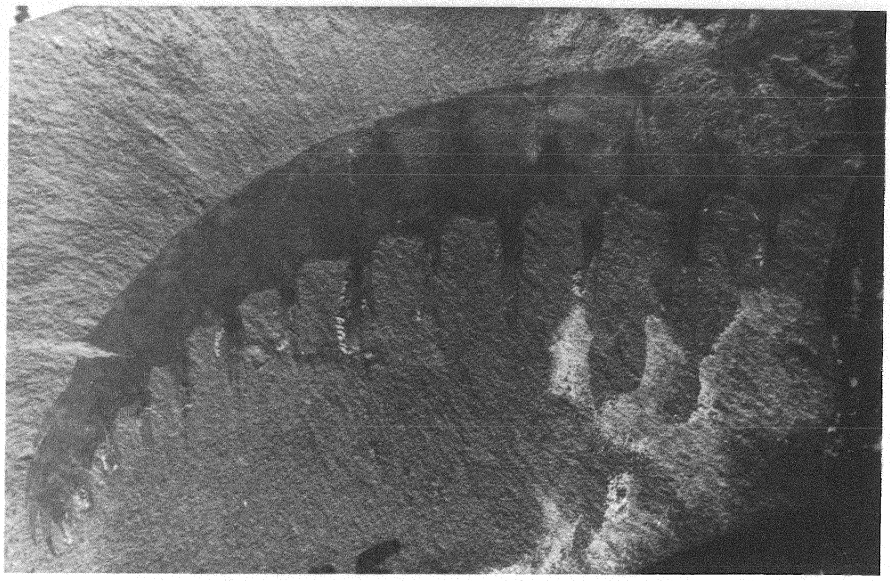

Figure 27. Anomalocaris *(× 1,1). Appendice segmenté et isolé montrant les épines sur le côté interne et à l'extrémité.*

Spongiaires

En termes de variété, les spongiaires, ou éponges, occupent la deuxième place parmi les fossiles des schistes de Burgess; ils représentent les principaux animaux fixés au fond marin. *Vauxia* (fig. 24), le plus commun de ces fossiles, est une forme ramifiée, dont chaque branche fait voir un réseau compliqué de fils. Ces fils semblent avoir été composés de spongine, matière organique souple et résistante qui forme le squelette des éponges commerciales actuelles. Les anciens spongiaires, tout comme ceux d'aujourd'hui, avaient une forme conique, cylindrique, vasiforme ou globulaire; comme *Vauxia*, ils étaient peut-être ramifiés. Les passages à travers les parois étaient tapissés de cellules munies de minuscules processus flagellés, le mouvement de ces structures attirant l'eau qui traversait les parois et qui était rejetée avec force par la cavité centrale et l'ouverture. L'éponge se nourrissait de minuscules particules alimentaires en suspension dans l'eau. Le squelette interne, conçu de façon à supporter les parois, se serait composé de spongine ou d'un réseau de spicules composés de carbonate de calcium ou de sable opalin. *Pirania* (fig. 21), *Eiffelia* (fig. 25) et *Choia* (voir fig. 32) sont des exemples d'éponges munies d'un squelette formé d'un réseau de spicules semblables. La base de *Pirania* supportait une tige centrale vide à laquelle étaient fixés des amas de spicules. *Eiffelia* avait une forme globulaire et, tout comme *Pirania*, pouvait parfois se fixer aux tubes de *Selkirkia* (fig. 19). *Choia* avait également une forme globulaire mais était muni de longs spicules rayonnants qui le maintenaient en position sur le fond marin.

Animaux divers

Tous les animaux décrits jusqu'ici peuvent être groupés dans des principaux groupes ou embranchements connus en fonction de leur structure caractéristique. Bien que les diverses espèces des schistes de Burgess susceptibles d'être groupées dans un embranchement particulier soient très différentes de leurs descendants vivants, en général, on peut facilement en reconnaître la structure. Toutefois, il existe un très grand nombre d'espèces que l'anatomie unique rend difficiles à classer dans un embranchement connu.

Opabinia (fig. 26) est un animal unique caractérisé par un corps segmenté, chaque segment étant muni d'un volet latéral à l'extérieur duquel se trouve une branchie laminaire. *Opabinia* se servait de ses volets pour nager au-dessus du fond de la mer; sa tête portait cinq yeux composés ainsi qu'un processus médian de nature souple prolongé à son extrémité par des épines. Des nageoires à l'arrière stabilisaient ou guidaient l'animal pendant qu'il nageait à la recherche de nourriture ou pendant qu'il saisissait sa nourriture à l'aide de ses épines et l'amenait à la bouche située à l'arrière de la tête. *Opabinia* avait ni mâchoire, ni autre appareil qui lui aurait permis d'écraser ou de broyer sa nourriture; cet organisme pourrait donc s'être nourri de minuscules animaux à corps mou ou de fragments de débris organiques.

L'une des premières descriptions d'un animal à corps mou provenant de l'Ouest du Canada a été faite en 1892 (bien avant la découverte, par M. Walcott, des schistes de Burgess); elle est fondée sur un appendice articulé épineux (fig. 27). Comme cet appendice n'avait jamais été retrouvé relié à un corps, on croyait qu'il s'agissait soit du thorax, soit de la queue d'un animal similaire à *Canadaspis* ou encore d'un des deux appendices du segment thoracique d'un quelconque arthropode inconnu. En fonction de cet appendice, l'animal a été baptisé *Anomalocaris*. Les scientifiques ont donc été très étonnés de découvrir, pendant qu'ils étudiaient un des spécimens recueillis par une équipe de la Commission géologique du Canada, une paire de ces mêmes appendices reliés à la partie antérieure d'un animal (fig. 28a, b). La tête de l'organisme est allongée et munie d'une paire de grands yeux composés. Son corps porte une série de volets chevauchants dont la grosseur va en diminuant; le battement de ces volets



Figure 28a. Anomalocaris.

Spécimen incomplet (× 1,1) de l'animal montrant l'appendice droit et une partie de l'appendice gauche en place. Les lobes se chevauchent le long du corps fuselé dont l'extrémité est brisée.



Figure 28b. Anomalocaris.

Agrandissement (× 1,7) de la portion antérieure du même spécimen, plongée dans l'eau pour révéler les appendices.

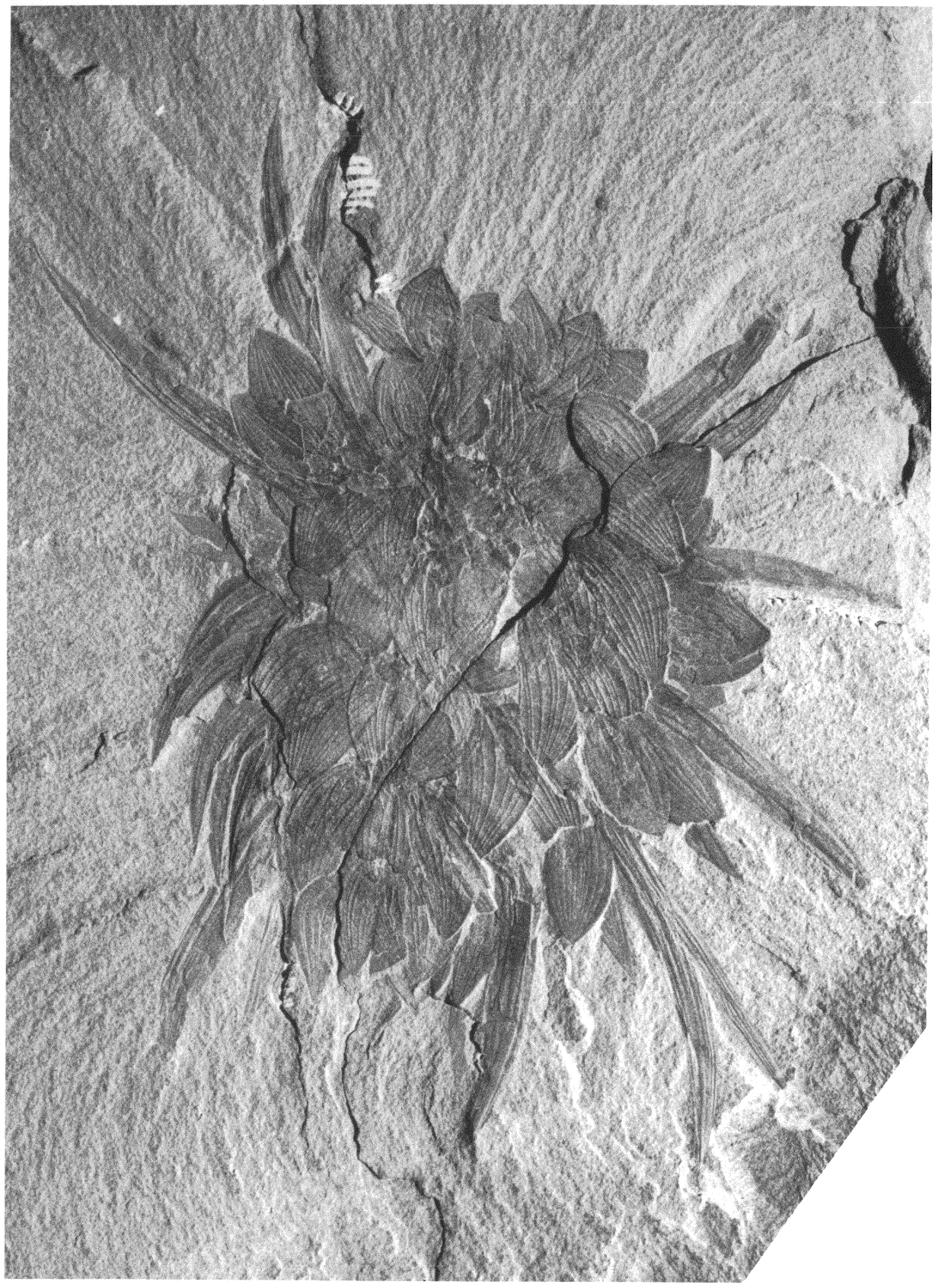

Figure 29. Wiwaxia *(×3,8). Vue de la surface dorsale qui était recouverte d'écailles et munie de chaque côté d'une rangée d'épines latérales; ces épines servaient vraisemblablement à détourner l'attaque des prédateurs.*

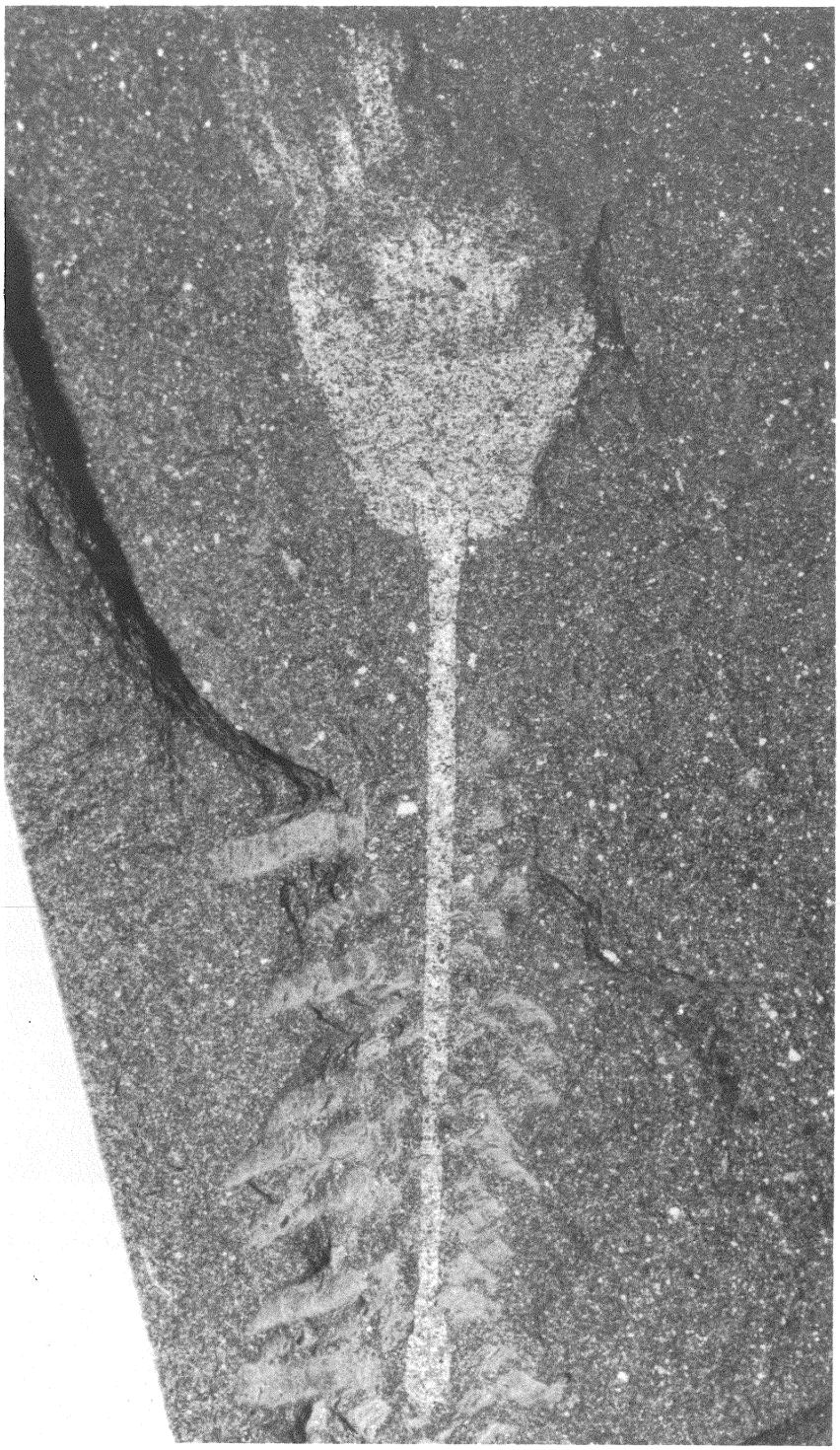

Figure 30. Dinomischus *(× 9,3). Un pédoncule allongé soulevait le corps en forme de coupe au-dessus du fond de la mer. Les structures en pointe visibles sur la partie supérieure de la coupe jouaient peut-être un rôle dans le processus d'alimentation de l'animal.*

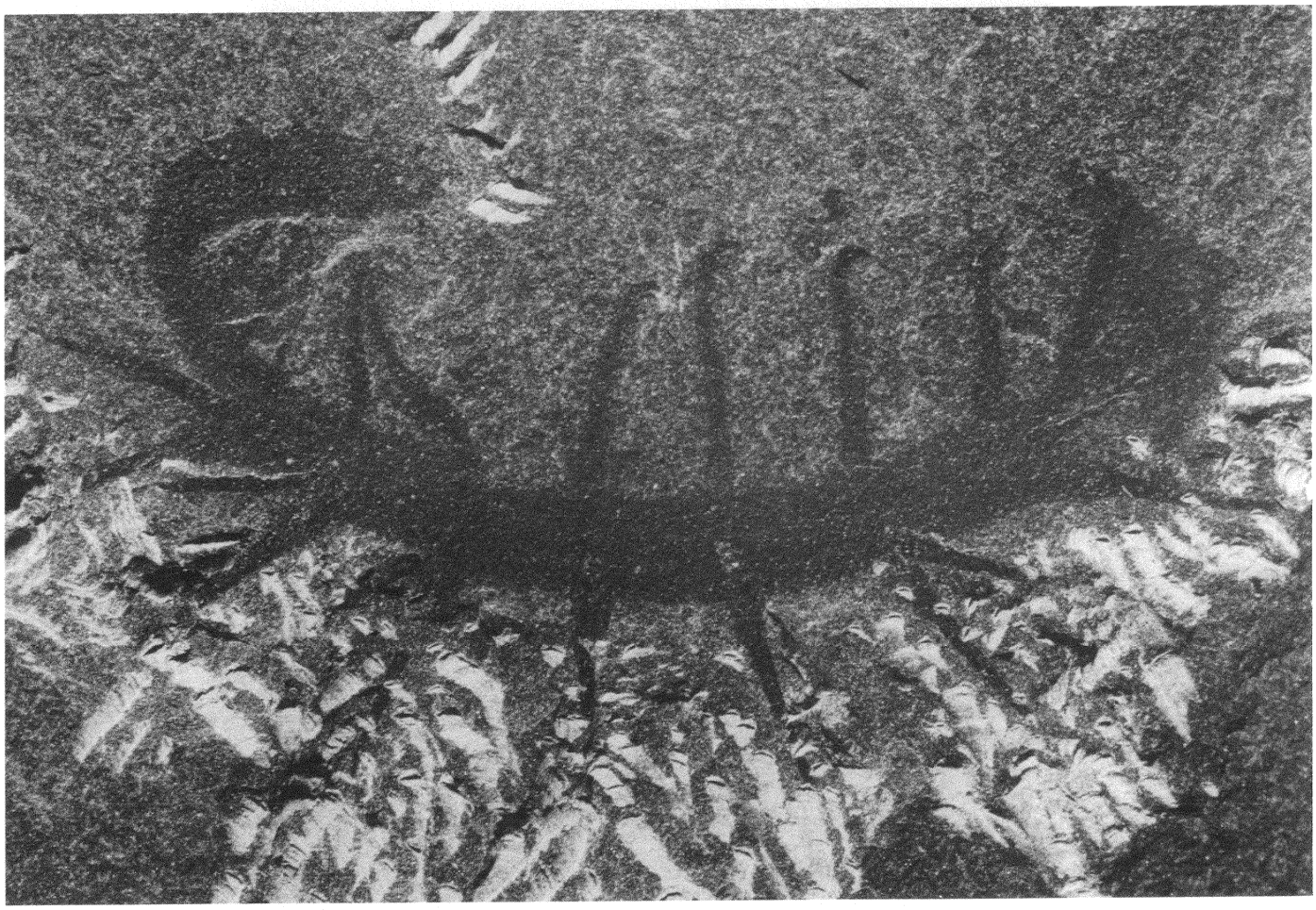

Figure 31. Hallucigenia *(× 13,0). Sept paires d'épines en forme d'échasses supportaient le thorax de cette créature bizarre. On peut également voir les tentacules fixés à la surface dorsale du thorax.*

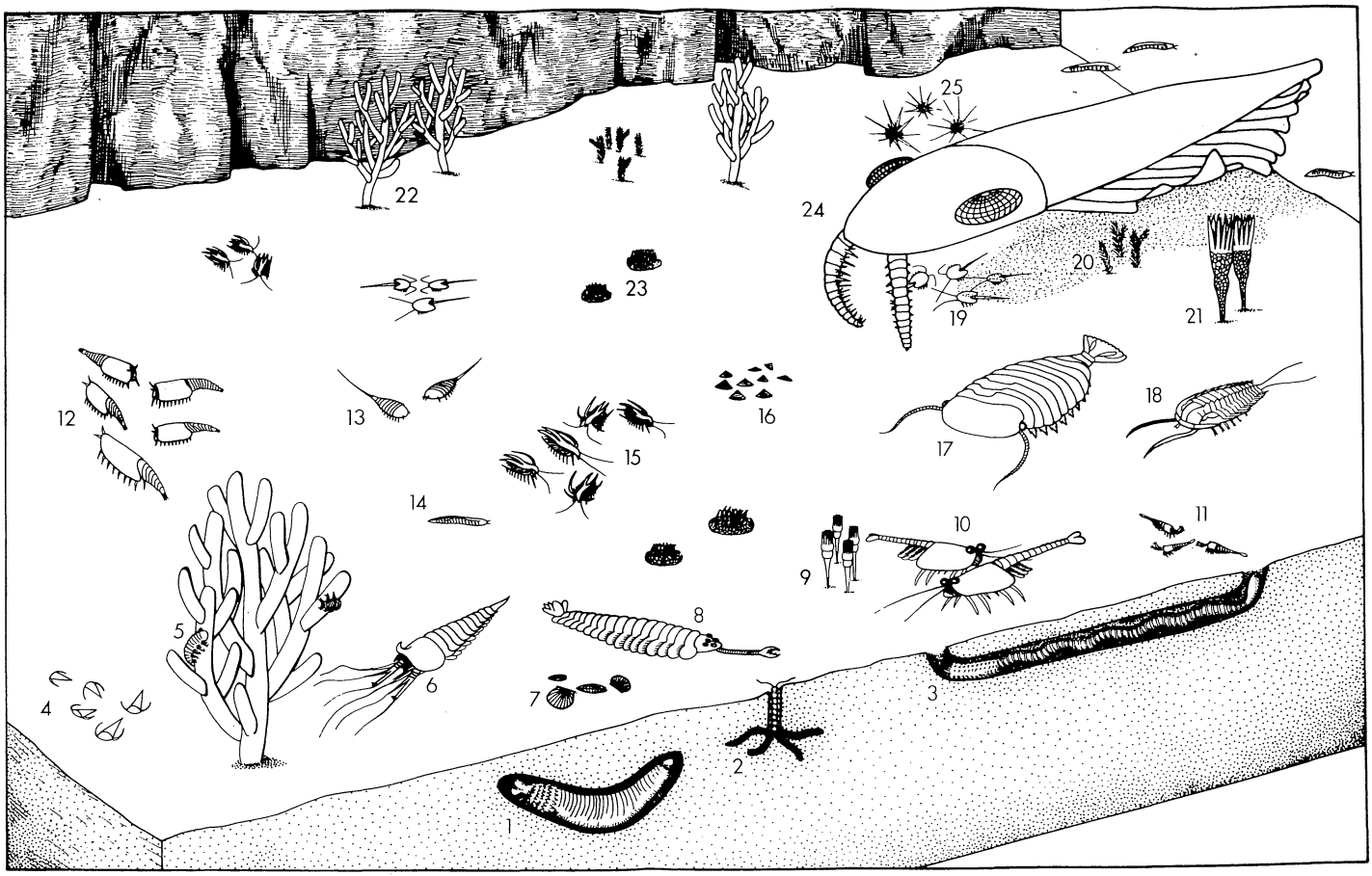

Figure 32. *Reconstitution de certaines des espèces des schistes de Burgess qui vivaient sur les sédiments boueux accumulés au pied de l'escarpement sous-marin (à l'arrière-plan), dans ceux-ci et à leur surface. Les animaux sont numérotés de gauche à droite en rangées successives de part et d'autre du diagramme, en commençant par la tranche verticale à l'avant-plan. On y retrouve: des éponges ramifiées et globulaires (**Vauxia**, 22, **Choia**, 25, **Pirania**, 20); **Nisusia** (7), un brachiopode articulé; **Scenella** (16), un mollusque monoplacophore; **Hyolithes** (4); deux vers priapuliens (**Ottoia**, 1, **Louisella**, 3) et un ver polychète (**Burgessochaeta**, 2); divers arthropodes [**Olenoides**, 18, un trilobite; **Sidneyia**, 17, **Leanchoilia**, 6, **Marrella**, 15, **Canadaspis**, 12, **Molaria**, 13, **Burgessia**, 19, **Yohoia**, 11, **Waptia**, 10, et **Aysheaia**, 5 (rampant sur l'éponge **Vauxia**, 22)], organismes qui ne sont pas des trilobites; **Echmatocrinus** (21), un échinoderme, et **Pikaia** (14), un chordé. **Opabinia** (8), **Dinomischus** (9), **Wiwaxia** (23) et le géant **Anomalocaris** (24) sont des animaux appartenant au groupe Divers. Les dessins montrent la taille relative approximative des animaux.*

aurait permis à l'animal de nager (voir fig. 32, n° 24). Au-dessous de la tête, à l'avant, la bouche est encerclée de plaques dentelées formant une mâchoire redoutable. M. Walcott avait découvert un spécimen isolé raide mais non minéralisé de cet anneau de plaques; en raison de sa symétrie d'ordre quadruple, on a longtemps cru qu'il s'agissait de l'impression aplatie d'une méduse mais on sait maintenant qu'il s'agit d'une partie d'*Anomalocaris*, nom à l'origine attribué à l'appendice isolé. Le diamètre des plaques de la mâchoire et la longueur de la paire d'appendices antérieurs montrent qu'*Anomalocaris* mesurait au moins un demi-mètre de longueur; il s'agissait donc du plus gros animal cambrien connu. Cet organisme était vraisemblablement un prédateur qui se nourrissait d'autres animaux des schistes de Burgess, peut-être même de trilobites en dépit de leurs exosquelettes minéralisés.

Wiwaxia (fig. 29) est un animal intéressant parce que, même s'il est impossible de le classer dans un embranchement connu, il porte une certaine ressemblance aux mollusques, phénomène qui porte à croire que ces animaux ont peut-être tous eu un ancêtre commun il y a très longtemps. *Wiwaxia* avait le corps presque entièrement recouvert d'écailles et les deux côtés de la partie supérieure des appendices étaient munis d'une rangée allongée d'épines. L'organisation des épines semble indiquer qu'elles servaient à décourager les prédateurs; en effet, le fait que les épines de certains spécimens sont brisées, pourrait indiquer que ces organismes ont réussi à détourner l'attention de leurs assaillants. Chose remarquable, les écailles et les épines de *Wiwaxia* semblaient grossir à mesure que croissait l'animal. Pour diverses raisons, il est évident qu'une fois formée, une écaille ou une épine ne pourrait pas grossir avec l'animal. En

principe, l'organisme aurait pu faire pousser une nouvelle série d'écailles entre les rangées déjà formées de manière à entretenir sa couche protectrice; toutefois, il semble que les écailles muaient régulièrement en de plus grosses écailles à mesure que grossissait l'organisme. La mue, c'est-à-dire le changement du squelette externe, caractérise un certain groupe d'animaux tels les arthropodes. Toutefois, il s'agit là du seul point commun de *Wiwaxia* avec les arthropodes, et ce mode de croissance a donc dû évoluer indépendamment. L'organisme se déplaçait probablement sur le fond de la mer à l'aide d'un pied musculaire, ramassant des particules et des débris organiques à l'aide d'un appareil d'alimentation.

Wiwaxia revêt une importance particulière aux yeux des paléontologues pour des raisons scientifiques dépassant largement le cadre des schistes de Burgess. En effet, des écailles d'organismes apparentés ont été découvertes dans une vaste gamme de roches du Cambrien inférieur. Ces écailles se trouvent éparpillées et isolées, sans aucune autre partie de corps, et ce parce qu'aucune autre localité n'a joui de conditions exceptionnelles de conservation semblables à celles responsables de la fossilisation de la faune des schistes de Burgess. Toutefois, en se servant de spécimens complets de *Wiwaxia* recueillis des schistes de Burgess, les paléontologues peuvent reconstituer l'apparence probable d'organismes parents du Cambrien inférieur et donc documenter une période particulièrement obscure de l'évolution des anciens animaux.

Un autre organisme remarquable, *Dinomischus* (fig. 30), avait un corps que maintenait au-dessus du fond un pédoncule allongé ancré dans la boue par un crampon bulbeux. *Dinomischus* se servait peut-être des structures en plaques qui entouraient le haut de son corps pour capturer de minuscules particules alimentaires en suspension dans l'eau. Un grand nombre de groupes d'animaux non apparentés possèdent des anatomies similaires, c'est-à-dire un corps en forme de coupe muni d'organes d'alimentation maintenus au moyen d'un long pédoncule à une certaine hauteur au-dessus du fond de la mer; cependant, il est impossible d'établir des liens certains entre ces groupes et *Dinomischus*.

Un certain nombre d'autres animaux divers ont également été découverts dans les schistes de Burgess et le plus bizarre d'entre eux, au nom d'ailleurs approprié, est certainement *Hallucigenia* (fig. 31). Cette créature insolite comportait un tronc allongé que supportait sept paires d'épines non articulées. Le côté opposé du thorax était muni d'une rangée de sept tentacules derrière lesquels se trouvait un amas de petits tentacules. Chacun des grands tentacules se terminait en une structure bifide en forme de pince qui a peut-être servi à saisir la nourriture. À l'avant, le tronc s'élargissait peut-être pour former une structure céphalique, tandis que l'extrémité postérieure était pliée vers le haut puis vers l'avant. *Hallucigenia* est si bizarre qu'il est difficile de savoir à quoi le comparer; il pourrait même s'agir d'une partie d'animal plus grand qui a été fragmenté avant d'être fossilisé. Toutefois, un spécimen unique semble montrer plusieurs individus groupés sur un cadavre en putréfaction et autour de celui-ci; il s'agissait donc peut-être d'un animal nécrophage dont les épines aiguës lui permettaient de se mouvoir sur le fond marin.

Plusieurs autres animaux des schistes de Burgess sont également difficiles à classer dans des embranchements connus; ils ont été groupés dans la catégorie Divers. Presque tous ces animaux bizarres se trouvent uniquement dans les schistes de Burgess et la paléontologie doit donc beaucoup aux remarquables conditions de conservation dont ils ont joui. Tout comme d'autres organismes de la faune des schistes de Burgess, un grand nombre d'entre eux ont peut-être eu une répartition beaucoup plus vaste à l'origine mais n'ont pas été fossilisés parce que les conditions spéciales de conservation ne se sont pas présentées ailleurs. Il est important d'étudier ces formes puisqu'elles fournissent de nouveaux renseignements sur l'évolution ancienne des animaux. Les scientifiques savent depuis longtemps que la plupart des embranchements d'animaux sinon tous sont apparus au cours du Cambrien. Phénomène moins bien connu, est le fait qu'au cours de cette période de diversification intense des animaux, beaucoup d'autres structures sont apparues mais n'ont pas réussi à survivre jusqu'à l'ère actuelle.

Au fur et à mesure que se sont accumulés les renseignements sur les nombreuses espèces des schistes de Burgess et sur le lieu et les processus de formation de ces schistes, il a été possible de visualiser le milieu dans lequel les animaux et les plantes ont vécu (fig. 32). Un des principaux résultats des travaux récents a été l'identification, dans les fossiles des schistes, de tous les autres grands groupes écologiques reconnus dans les faunes marines actuelles, classés d'après les habitudes de vie et d'alimentation. Toutefois, il faut souligner que les positions de vie dans la reconstitution donnée à la figure 32 ne sont qu'hypothétiques puisque le transport des organismes de la faune a non seulement détruit les pistes et les terriers laissés par ces animaux mais a aussi mélangé des organismes dont les habitats se trouvaient auparavant fort éloignés les uns des autres. Toutefois, il est raisonnable de supposer que certains de ces organismes vivaient enfouis dans les sédiments, par exemple ceux qui vivaient tout simplement dans des galeries comme le ver polychète *Burgessochaeta* et le ver priapulien *Louisella*, ainsi que les organismes fouisseurs comme le ver priapulien *Ottoia*. D'autres animaux étaient plus ou moins limités à la surface des sédiments : on compte parmi ce groupe un grand nombre d'arthropodes (p. ex., *Canadaspis*, *Marrella*, *Olenoides*, *Sidneyia* et *Yohoia*) qui marchaient sur le fond de la mer, fouillant les sédiments en quête d'aliments, ainsi que d'autres formes plus bizarres comme *Hallucigenia*. D'autres organismes, y compris les divers échinodermes, les éponges et *Dinomischus*, vivaient fixés sur le fond de la mer. Plus rarement, un animal vivait fixé sur un autre, par exemple les brachiopodes que l'on retrouve ancrés sur des éponges. Il y avait aussi des organismes nageurs, certains d'entre eux se déplaçant à quelques centimètres à peine au-dessus du fond et d'autres, beaucoup plus près de la surface de la mer. Parmi les organismes qui semblent avoir posséder des organes de nage, on retrouve des arthropodes (*Leanchoilia*), des vers polychètes (*Canadia*, *Insolicorypha*), des chordés (*Pikaia*) et des organismes énigmatiques (*Opabinia* et *Anomalocaris*).

Les modes d'alimentation sont également très variés. Un grand nombre d'animaux fouillaient ou balayaient les sédiments pour y trouver de minuscules particules de nourriture. De nombreux arthropodes (p. ex., *Marrella* et *Yohoia*) et le ver polychète (*Burgessochaeta*) se nourrissaient exclusivement de matières trouvées dans les dépôts sous-marins. D'autres organismes filtraient l'eau de mer, capturant les particules nutritives en suspension dans l'eau. Les éponges, les brachiopodes et les échinodermes des schistes semblent tous s'être nourris de cette manière; ainsi ces organismes, en se maintenant à différentes hauteurs au-dessus du fond de la mer, parvenait à recueillir la nourriture en suspension aux divers niveaux d'eau. Il est très surprenant de retrouver un si grand nombre de prédateurs parmi les organismes des schistes de Burgess. Cette information revêt un très grand intérêt parce que, jusqu'à très récemment, les paléontologues croyaient que ce mode d'alimentation était peu commun au Cambrien; les schistes de Burgess démentent cette supposition. La seule façon, parfois, d'identifier un prédateur est la présence d'un organe d'alimentation à l'aspect féroce qui servait probablement à capturer et à tuer d'autres animaux; le trilobite *Olenoides* et le fossile énigmatique *Anomalocaris* en sont deux exemples. Il arrive que le contenu de l'intestin prouve sans équivoque que l'animal était réellement un prédateur. On a déjà mentionné l'exemple des restes d'hyolithes et de brachiopodes trouvés dans le canal alimentaire de l'arthropode *Sidneyia* et du ver priapulien *Ottoia*. L'exemple des hyolithes ingérés par *Ottoia* revêt une importance toute particulière parce que, une fois les coquilles éliminées de l'intestin, il n'y aurait pas eu de preuve directe (égratignure ou broyage) pour montrer que ces organismes avaient été mangés. Un grand nombre d'hyolithes éparpillées dans les schistes ont peut-être été également ingérées puis éliminées par des priapuliens et d'autres vers.

L'IMPORTANCE SCIENTIFIQUE DES SCHISTES DE BURGESS

Manifestement, la faune des schistes de Burgess fournit des renseignements uniques sur la biologie et l'écologie d'une vaste gamme d'animaux cambriens, beaucoup d'entre eux n'ayant pas de semblables ailleurs. Mais comment s'assurer qu'il ne s'agit pas tout simplement d'un accident de la nature, d'une curiosité, qui, malgré la merveilleux état de conservation des fossiles, n'a que très peu à voir avec l'évolution cambrienne normale? Il y a de bonnes raisons pour croire que l'aspect unique de la faune des schistes de Burgess est le résultat de son merveilleux état de conservation plutôt que de sa composition faunique originale. D'abord, des fossiles d'organismes à corps mou ont été identifiés dans diverses autres roches cambriennes et des fossiles d'animaux particulièrement riches en parties molles conservées ont été découverts dans les environs immédiats des schistes de Burgess. En outre, même lorsque les organismes à corps mou ne sont pas conservés, les empreintes fossiles du Cambrien dénotent la présence antérieure de vers et d'autres organismes. Par ailleurs, presque tous les fossiles de parties dures des schistes de Burgess, par exemple les trilobites et les brachiopodes, sont très répandus dans d'autres roches cambriennes. En effet, si l'on fait exclusion de tous les fossiles d'organismes à corps mou des schistes de Burgess, le reste des espèces à coquille fournirait une association identique à un grand nombre d'autres faunes cambriennes, soit une association absolument pas exceptionnelle ou indicative d'un milieu insolite.

Il semble donc que la faune des schistes de Burgess soit caractéristique, d'une façon unique, des faunes réelles du Cambrien, tandis que les associations provenant d'autres roches sont fortement biaisées en faveur des organismes à parties dures. Les schistes de Burgess fournissent ainsi une vue d'ensemble remarquablement complète de la vraie diversité des formes qui existaient au Cambrien, y compris d'un grand nombre d'embranchements maintenant disparus. Ils fournissent également des renseignements sur l'écologie, particulièrement sur les habitudes d'alimentation des organismes. L'étude des schistes a souligné l'importance des prédateurs ainsi que la vaste gamme de types d'animaux se nourrissant de particules organiques en suspension dans l'eau ou de particules présentes à la surface ou à l'intérieur de la boue du fond de la mer.

On ne saurait exagérer l'importance des schistes de Burgess pour les études paléontologiques et évolutionnaires. Sans eux, les connaissances actuelles de la vie au Cambrien seraient beaucoup moins complètes. Il n'est que juste que cette superbe faune repose dans un cadre approprié, le magnifique parc national de Yoho, et que la carrière d'où elle a été extraite soit inscrite au nombre des sites canadiens du Patrimoine mondial.

ANNEXE

(N.C. Ollerenshaw)

ÉCHELLE STRATIGRAPHIQUE

Âge en millions d'années	Ère		Période	Événement géologique	Événement biologique
0,004	CÉNOZOÏQUE (formes de vie récentes)		QUATERNAIRE		
1				Formation des Grands Lacs	Apparition de l'Homme
1,5–2			TERTIAIRE		
26					
34					
55				OROGÈNE DU LARAMIDE Formation des montagnes Rocheuses	Premiers primates
65	MÉSOZOÏQUE (formes de vie intermédiaires)		CRÉTACÉ		Âge des dinosaures Premiers mammifères Premiers oiseaux
136			JURASSIQUE		
190–195			TRIASSIC		
225	PALÉOZOÏQUE (formes de vie anciennes)		PERMIEN	OROGÈNE DES APPALACHES Formation des Appalaches	
280			PENNSYLVANIEN		Premiers reptiles
345			MISSISSIPPIEN		
395			DÉVONIEN		Premiers insectes
430–440			SILURIEN		
500			ORDOVICIEN		Premiers poissons
570			CAMBRIEN	SCHISTES DE BURGESS	Abondance d'invertébrés
995	PRÉCAMBRIEN	PROTÉROZOÏQUE	HADRYNIEN		Organismes élémentaires
2600			HÉLIKIEN		
			APHÉBIEN		
		ARCHÉEN			

CGC

GLOSSAIRE

Algue: plante vivant presque exclusivement dans l'eau et variant des formes unicellulaires à de grandes algues.

Antérieur: situé près du devant ou de la tête d'un animal.

Arthropode: animal invertébré appartenant à l'embranchement des Arthropodes et caractérisé par des appendices articulés et un corps segmenté; les trilobites, les crustacés tels que les crabes, et les araignées en sont des exemples.

Articulé: brachiopode (organisme marin à coquille) appartenant à la classe des Articulés et doté d'une coquille formée de deux moitiés (ou valves) réunies par des «dents» et des cavités le long d'une charnière.

Bifide: divisé en deux parties égales par une fissure ou une entaille médiane.

Biote: tous les organismes vivant dans une région, y compris la flore (les végétaux) et la faune (les animaux).

Bivalve: ayant une coquille divisée en deux parties ou valves distinctes.

Brachiopode: invertébré marin de nature solitaire muni d'une coquille bivalve et appartenant à l'embranchement des Brachiopodes.

Cambrien: nom donné à une unité ou division géologique particulière dans une séquence de divisions appelée échelle stratigraphique (voir l'annexe) et couvrant la période allant approximativement de 500 à 570 millions d'années dans le passé, au cours de laquelle a eu lieu l'accummulation d'un système de sédiments ou de précipités qui ont depuis été transformés en roches.

Carapace: bouclier couvrant entièrement la tête et partiellement ou entièrement le corps des crustacés appartenant aux Arthropodes.

Chitine: matériel ou composé organique (polysaccharide amorphe), constituant commun du squelette de divers animaux invertébrés (par exemple des trilobites).

Chordé: animal appartenant au groupe (ou à l'embranchement) d'animaux munis d'une colonne vertébrale osseuse (ou notocorde).

Cloison: support dans une coquille d'hyolithe formant une structure longue, étroite et incurvée qui fait saillie latéralement de la jonction entre le cône (coquille principale) et l'opercule (couvercle).

Cnidaire ou coelentérés: un embranchement regroupant des animaux invertébrés pluricellulaires comme les astéries, coraux et méduses dont les cellules et les tentacules peuvent provoquer une sensation brûlante.

Dorsal: qui appartient au dos ou à la surface supérieure d'un animal.

Échinodermes: animaux marins comme l'astérie, le concombre de mer et les crisoïdes caractérisés par une symétrie radiale et un squelette formé de plaques de calcite à structure réticulée.

Écologie: rapports entre les organismes et le milieu et entre divers organismes;étude de ces rapports.

Embranchement: catégorie de la classification des animaux; l'embranchement représente une section du règne animal et se divise lui-même en classes.

Escarpement: longue falaise ou pente abrupte séparant les surfaces à deux niveaux différents (élévations).

Espèce: unité fondamentale de l'hiérarchie de la classification qui désigne un groupe d'individus de nature aussi bien faunique que florale capables de produire des individus féconds par croisement; en règle générale, plusieurs espèces forment un genre.

Exosquelette: squelette situé à l'extérieur des parties molles du corps, par exemple une coquille ou une carapace.

Faune: tous les animaux d'une région, d'une séquence de roches ou d'un milieu, ou tous les animaux vivant durant une période donnée.

Flore: toutes les plantes d'une région, d'une séquence de roches ou d'un milieu, ou toutes les plantes vivant durant une période donnée.

Formation: nom utilisé par les géologues pour définir une séquence de couches ou de strates de roches similaires dont l'épaisseur varie, de moins d'un mètre à plus de 1 000 mètres, et normalement suivie d'un nom géographique, par exemple la formation de Cathedral dont le nom est tiré du mont Cathedral.

Gastéropode: type de mollusque caractérisé par une coquille unique en spirale; par exemple un escargot.

Genre: catégorie du système de classification utilisé par les scientifiques pour organiser un groupement et une hiérarchie des plantes et des animaux. Une famille se divise en genres, un genre en espèces.

Hyolithe: animal invertébré, peut-être un mollusque, doté d'une coquille fuselée de coupe triangulaire ou circulaire et munie d'un opercule.

Inarticulé: brachiopode (organisme marin à coquille) appartenant à la classe des Inarticulés et doté d'une coquille formée de deux valves dépourvues de dents articulaires ou de cavités et retenues uniquement par des muscles.

Invertébré: animal sans colonne vertébrale appartenant à l'embranchement des Invertébrés.

Mollusque: invertébré appartenant à l'embranchement des Mollusques qui comprend les gastéropodes, les pélécypodes (praires, etc.) et les céphalopodes.

Notocorde: structure souple et élastique servant à supporter ou à raidir le corps d'un animal, soit la forme ancestrale et précurseur de la colonne vertébrale chez les vertébrés.

Opercule: couvercle.

Paléontologue: scientifique qui étudie la vie dans le passé géologique à l'aide des restes fossilisés d'animaux et de plantes.

Paléoreconstitution: établissement d'un modèle d'un organisme ou d'un milieu tel qu'il a existé dans le passé géologique.

Phyllopode: au sens propre «à pied en forme de feuille», soit les appendices en forme de feuille d'un crustacé appartenant aux Arthropodes.

Plan dorsiventral: plan perpendiculaire à l'axe longitudinal d'un animal, tiré du dos au ventre.

Priapulien: petit animal marin vermiforme parfois long de plusieurs pouces et dont l'extrémité caudale est normalement munie d'un ou de deux appendices: les priapuliens appartiennent à la classe des Priapuliens.

Processus: branche ou appendice faisant saillie du corps principal.

Réeif: crête ou banc proéminent qui s'avance au-dessus du fond de la mer, érigé par des organismes comme les coraux, les spongiaires et les bryozoaires.

Soie: poil mince et normalement rigide.

Trilobite: arthropode marin disparu et muni d'un exosquelette,

Ventral: qui appartient à la partie inférieure ou abdominale de la surface d'un animal, opposée au côté dorsal.