

LE *LAGERSTÄTTE* DE LA FORMATION DES FEZOUATA DANS L'ORDOVICIEN DE L'ANTI-ATLAS MAROCAIN.

Une découverte exceptionnelle par un carrier marocain.

Francis Auvray, membre de la SAGA.

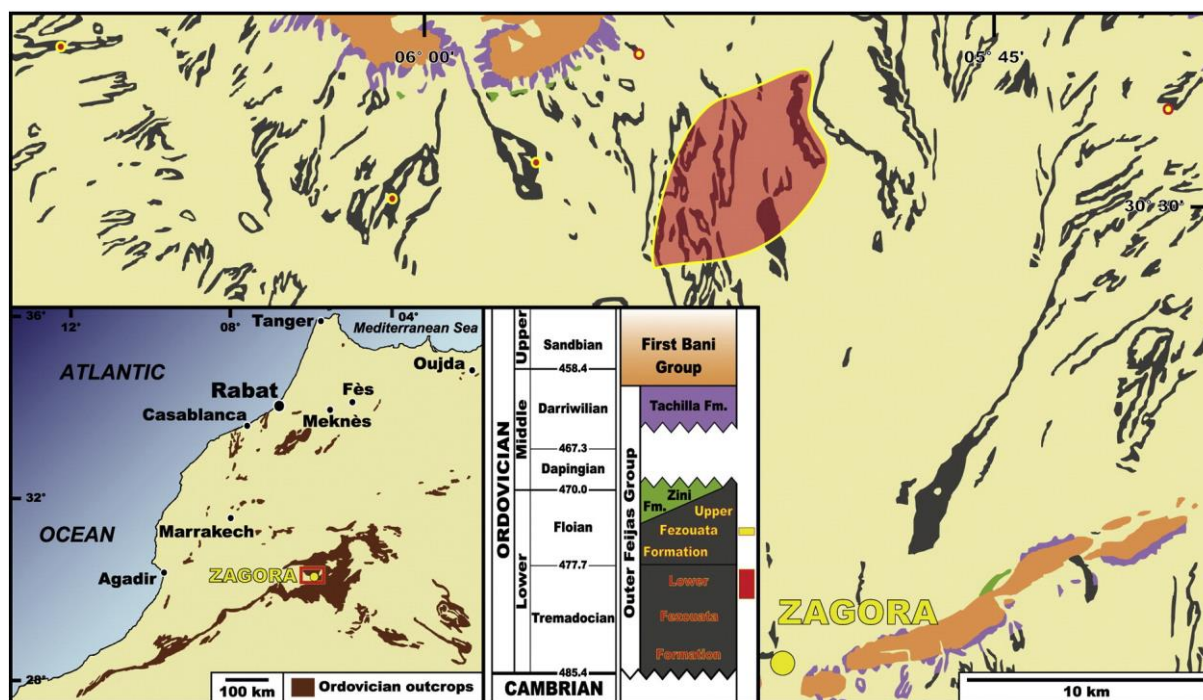


Figure 2. Situation géographique des sites ayant livré le Fezouata Biota, dans l'Ordovicien inférieur (Formation des Fezaouta) de la région de Zagora (d'après Martin et al. 2016).

En 1999, un carrier marocain de la région d'Alnif, Mohammed 'Ou Saïd' Ben Moula, découvre, dans des schistes ordoviciens de la région de Zagora (figure 1), des fossiles qui l'intriguent. Il ne s'agit pas de la faune habituelle de trilobites, goniatites et bra-chiopodes, mais d'une forme qu'il ne connaît pas et qu'il met de côté.

Un collectionneur marocain, Brahim Tahiri, qui constitue un musée près de Rissani, acquiert le spécimen et le montre à Peter Van Roy, à l'époque étudiant préparant une thèse sur les arthropodes non trilobitiques de l'Ordovicien de l'Anti-Atlas marocain. Celui-ci reconnaît un *Tremaglasps* (figure 4). Ben Moula poursuit ses recherches et trouve d'autres



Figure 1. Ben Moula et l'auteur à la reconnaissance d'un Lagerstätte de l'Ordovicien de la Formation des Fezouata (photo Michel Pouyollon).

Un Lagerstätte ?

En reprenant les termes de Wikipedia, un *Lagerstätte* est un dépôt sédimentaire qui contient une grande diversité de fossiles, ou des fossiles très complets (en allemand, littéralement : lieu de stockage). Les *Konservat-Lagerstätten* (*Lagerstätten* de conservation) sont des dépôts connus pour l'excellente préservation des organismes fossiles qu'ils contiennent, les parties molles étant conservées sous forme d'empreintes. Ceci est dû à un recyclage biologique incomplet. Par exemple, dans des conditions anoxiques (absence d'oxygène), comme dans une boue dépourvue d'oxygène, les bactéries communes de la décomposition sont absentes, ainsi la décomposition prend suffisamment de temps pour que le sédiment conserve l'empreinte des parties molles. Les *Lagerstätten* de conservation apportent des témoignages cruciaux pour la compréhension de moments importants de l'histoire de l'évolution.

Le *Lagerstätte* des schistes de Burgess est associé à l'explosion cambrienne et le *Lagerstätte* du calcaire de Solnhofen est associé aux premiers oiseaux (*Archaeopteryx*). En France, sont bien connus ceux de Montceau-les-Mines et de La Voulte-sur-Rhône.

arthropodes (chéloniellides, figure 8) associés à d'autres fossiles de conservation parfaite.

En 2001, des spécimens parfaitement conservés de cornutes (stylophores, figure 9) de la Formation de Fezouata parviennent au Dr Bertrand Lefebvre, de l'université de Dijon, par l'intermédiaire de Patrick Catto, puis de Roland Reboul (deux commerçants « éclairés » qui orientent leurs spécimens exceptionnels vers les scientifiques). Ce dernier semble être le premier à avoir attribué les excavations réalisées par Ben Moula à des *Lagerstätten* à échinodermes.

Les paléontologues destinataires étudient ces spécimens dans leur spécialité : les échinodermes pour Bertrand Lefebvre, les éponges pour Joseph Botting ; Peter Van Roy décide quant à lui de travailler plus à fond dans la direction des arthropodes. Ils attribuent ces fossiles exceptionnels à la Formation des Fezouata, du nom d'une région de l'Anti-Atlas, de l'Ordovicien inférieur.

Des campagnes de terrain conduites avec Ben Moula, à partir de 2001, permettent à Peter Van Roy de recueillir des fossiles de conservation parfaite, des arthropodes, des bivalves, des organismes vermiformes, des démosponges, dont la préservation présente pour les scientifiques de fortes similarités avec celle des schistes de Burgess, le plus célèbre *Lagerstätte* du Cambrien.

Les membres de la SAGA qui ont suivi les exposés de notre collègue Dimitri Pérès saisissent l'intérêt de cette attribution, les dépôts dans des schistes marneux assurant dans certaines rares conditions une conservation parfaite des corps mous ; ils sont à l'origine de la découverte de nouvelles espèces, en particulier dans les schistes cambriens de Burgess et de Chengjiang. C'est ce qui s'est passé dans la Formation des Fezouata, mais pour l'Ordovicien.

En 2006, Van Roy publie sa thèse sur les arthropodes non trilobitiques de l'Ordovicien. Outre la faune de la Formation des Fezouata, sa remarquable connaissance du terrain et les nombreux échantillons collectés lui permettent de dresser un panorama des spécimens exceptionnels de la faune.

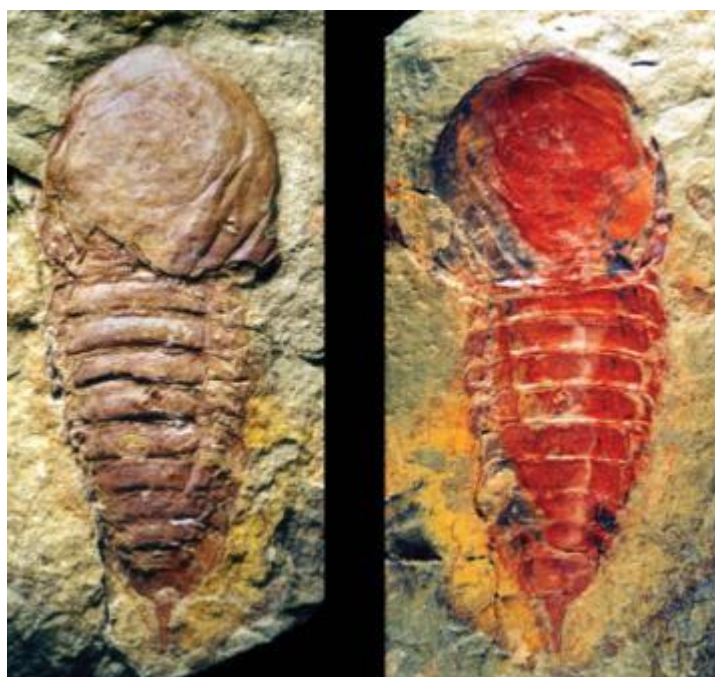


Figure 4. Un arthropode aglaspidide Tremaglaspid sp., premier spécimen découvert par Ben Moula. Dim. : 5 x 2 cm. (Extrait de la thèse de Peter Van Roy, 2006).

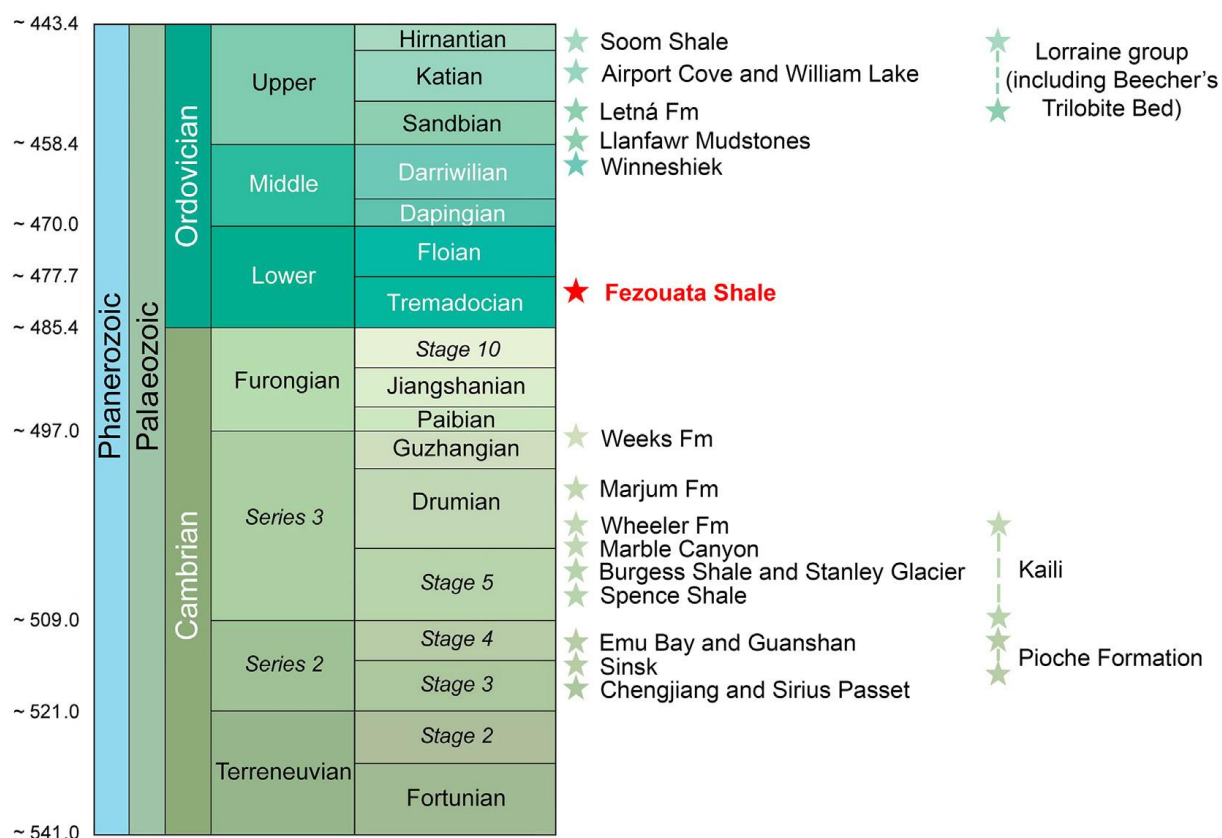


Figure 3. Distribution stratigraphique des principales faunes exceptionnelles du Cambrien et de l'Ordovicien. Âges en millions d'années. (Extrait de Martin et al. 2016).

Grâce à une concertation entre les universités de Dijon (Dr B. Lefebvre) et de Marrakech (Pr Khadija El Hariri), une collection de plus de 2 000 spécimens d'échinodermes articulés est constituée à Marrakech : astéroïdes, crinoïdes, diploporites, édiroastéroïdes, éocrinoïdes, ophiures, rhombifères, solutes, somastéroïdes, stylophores...

Depuis, les recherches sont devenues internationales et ont fait l'objet de présentations à de nombreux congrès internationaux.

Pour les chercheurs, ce sont des découvertes majeures. En effet, il s'agit de l'un des rares *Lagerstätten* à échinodermes de l'Ordovicien inférieur (figure 3) ; il comble la lacune de connaissances entre l'Explosion cambrienne (située au Cambrien inférieur et moyen et étudiée en particulier grâce aux Schistes de Burgess), et le stade initial du *Great Ordovician Biodiversification Event (GOBE)* de l'Ordovicien moyen à supérieur. Plus de 160 taxons y ont été répertoriés à ce jour. L'étude de ces assemblages permettra sans doute d'avancer dans l'interprétation de la dynamique de la diversification des métaozoaires au Paléozoïque inférieur. En effet, on y retrouve à la fois des fossiles provenant de l'Explosion cambrienne - que l'on pensait disparus - et des espèces attribuées précédemment au *GOBE* (Van Roy and al, 2010, 2015). On devrait en déduire de nouvelles vues sur l'évolution et la phylogénie de ces périodes encore mal documentées.

Pendant ce temps, les carriers marocains ne limitent plus leur intérêt aux trilobites mais à l'ensemble de la faune ordovicienne. Il en résulte une découverte de fossiles proposés au grand plaisir des chercheurs, des paléontologues amateurs et des touristes.

N'étant qu'un modeste amateur, je n'ai eu les premières informations sur ces recherches que tardivement, en 2012. Le Dr Lefebvre voulut bien me faire bénéficier, en 2016, de l'information résumée dans cet article.

J'ai eu l'occasion de visiter certains de ces sites en 2015, et de faire ainsi connaissance sur le terrain avec leur inventeur, Ben Moula, en 2016 (figure 1).

Parmi l'ensemble de fossiles trouvés (acritarches, chitinozoaires, bivalves, cnidaires, conodontes, échinodermes, gastéropodes, graptolites, hyolithes, vers palaeoscolécides, éponges et trilobites), les figures jointes présentent un choix des principaux fossiles peu connus :

- l'aglaspidide *Tremaglaspis* sp. (figure 4) ;
- l'anomalocaridide *Aegirocassis benmoulai* (figure 5) ;
- un arthropode marrellomorphe, *Furca* sp. (figure 5) ;
- des ophiures et un mitrate (figure 6) ;
- un *Eldonia* (figure 7) ;
- un arthropode chéloniellide (figure 8) ;
- un cornute stylophore (figure 9).

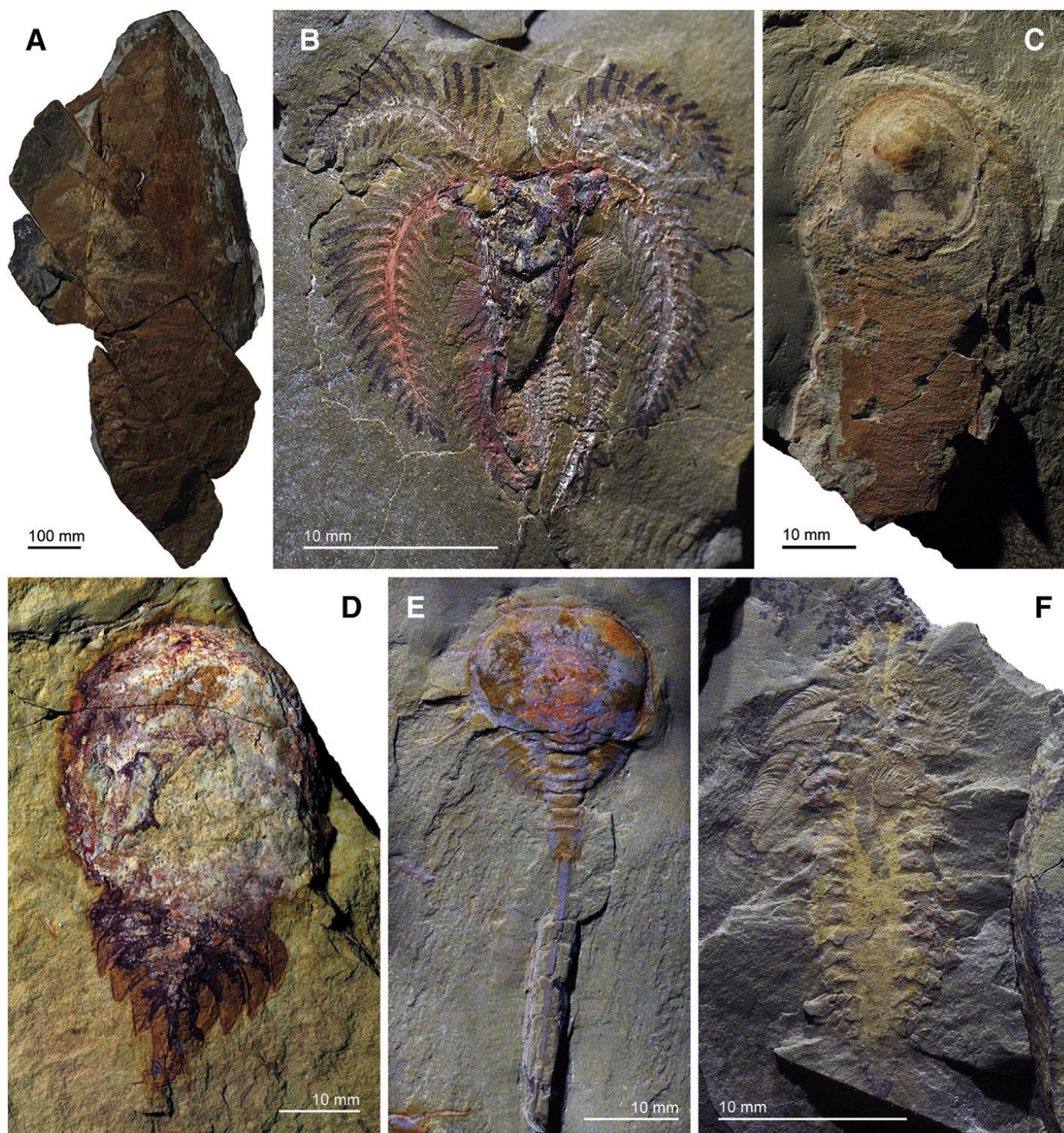


Figure 5. Quelques fossiles à préservation exceptionnelle de la Formation des Fezouata.

A : l'anomalocaridide géant *Aegirocassis benmoulaï* (noter la présence de parties latérales donnant une information sur l'évolution des arthropodes) ;

B : arthropode marrellomorphe, *Furca* sp. ;

C : mollusque primitif ;

D : aglaspidide atypique (*Brachyaglaspis singularis*) ; E : une limule ;

F : un annélide machaeridien, *Plumulites bengtsoni* (noter les tissus mous).

Extrait de Van Roy et al. (2015).

Le lecteur intéressé se reportera utilement à la bibliographie pour en savoir plus sur le processus de dépôt,

l'environnement paléontologique et les comparaisons avec d'autres terrains ordoviciens. ■

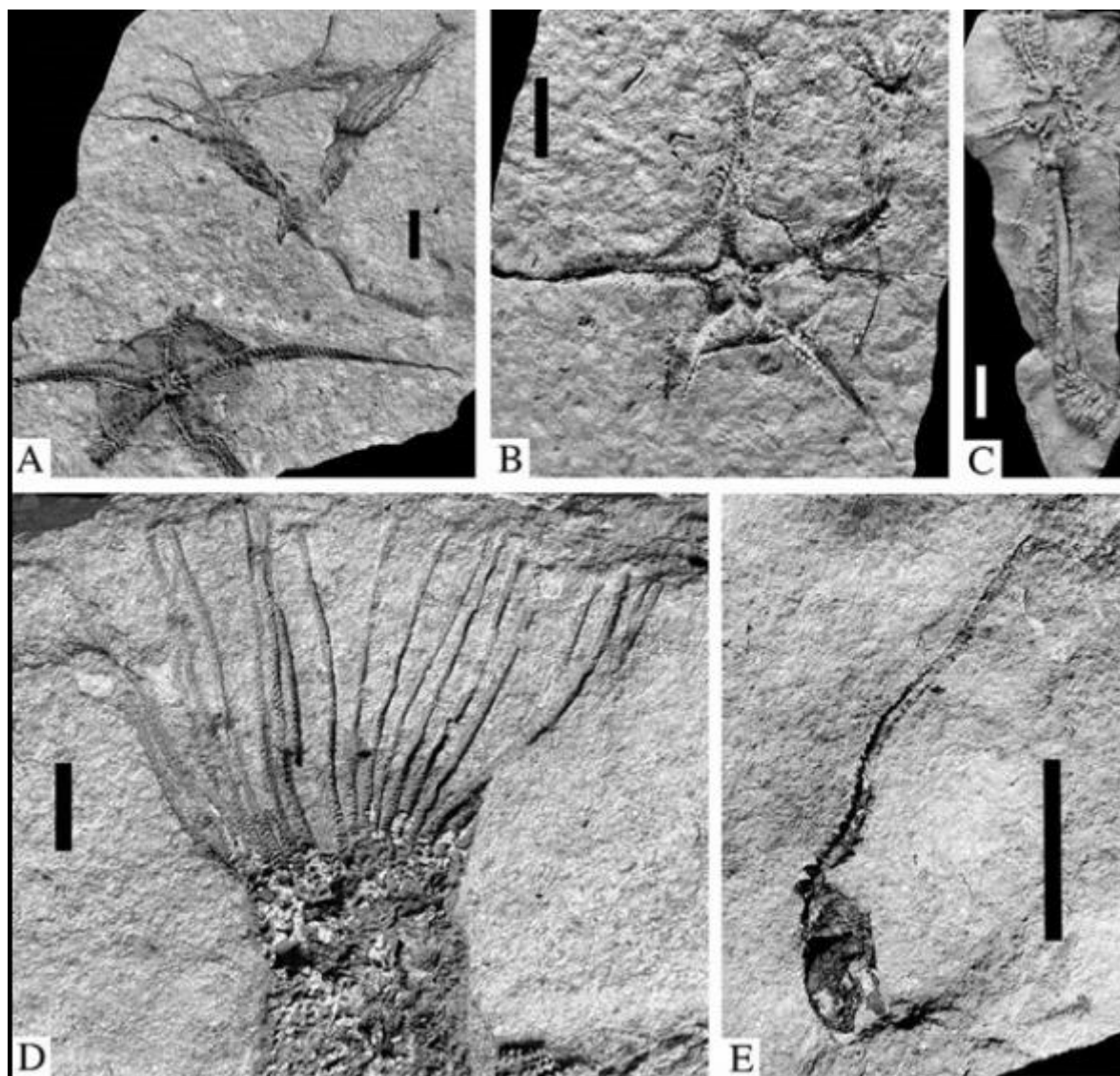


Figure 6. Échinodermes du gisement de Bou Nemrou, Tafilalt Biota (Formation d'Izzeguirène, Ordovicien supérieur, région d'Erfoud). **A** : ophiure proastéride associée à trois éocrinoïdes du genre *Ascocystites* ; **B** : ophiure proastéride en train de saisir un éocrinoïde ; **C** : probablement un Cystoïde (?) ; **D** : éocrinoïde *Ascocystites* sp. ; **E** : mitrate en position de vie *Anatifopsis* sp. (Extrait de Lefebvre et al. 2008). Échelle : 1 cm.



Figure 8. Arthropode chéloniellide, le premier spécimen découvert par Ben Moula ; dim. : 1,5 x 2 cm (photo issue de la thèse de Peter Van Roy, 2006). Fezouata Biota (Formation des Fezouata, Ordovicien inférieur, région de Zagora).



Figure 7. Fossile discoïdal problématique : *Eldonia*, provenant du site de Bou Nemrou, Tafilalt Biota (Formation d'Izzeguirène, Ordovicien supérieur de la région d'Erfoud, Anti-Atlas oriental). Diam. : 19 cm. Cliché extrait de la thèse de Peter Van Roy (2006) ; Fezouata Biota (Formation des Fezouata, Ordovicien inférieur, région de Zagora).



Figure 9. Cornute diploporite (stylophore) ; dim. : 6 x 2 cm.

Bibliographie

LEFEBVRE B., NOAILLES F., HUNTER A. W., NARDIN E., REGNAULT S., FRANZIN B., VAN ROY P. & EL HARIRI K. (2008) – Les niveaux à échinodermes de Bou Nemrou, un gisement à préservation exceptionnelle de l'Ordovicien supérieur du Tafilalt occidental (Maroc). *Mésogée*, 64 : 7-25.

LEFEBVRE B., EL HARIRI K., LEROSEY-AUBRIL R., SERVAIS T., VAN ROY P. (2016) – The Fezouata Shale (Lower Ordovician, Anti-Atlas, Morocco) : a historical review. *Palaeo-07548* ; vol. 450.

MARTIN E., PITTET B., GUTIÉRREZ-MARCO J.-C., VANNIER J., EL HARIRI K., LEROSEY-AUBRIL R., MASROUR M., NOWAK H., SERVAIS T., VANDENBROUCKE T., VAN ROY P., VAUCHER R. & LEFEBVRE B. (2016) – The Lower Ordovician Fezouata Konservat-Lagerstätte from Morocco : age, environment and evolutionary perspectives. *Gondwana Research*, 34 : 274-283.

VAN ROY P. (2006) – *Non-trilobite arthropods from the Ordovician of Morocco*. Thèse Univ. de Gand, 230 p.

VAN ROY P., BRIGGS D. E. G. & GAINES R. R. (2015) – The Fezouata fossils of Morocco : a preliminary record of marine life in the Early Ordovician. *Journal of the Geological Society*, 172 : 541-549.

J'ai éprouvé beaucoup de plaisir à écrire cet article ; il présente en effet des terrains et des fossiles que sans doute peu de membres de la SAGA connaissent, mais surtout il montre comment la collaboration entre des carriers-fouilleurs marocains, des commerçants éclairés, des scientifiques de France, du Maroc et d'autres pays a permis la découverte puis l'étude de ces nouveautés. F.A.