Excursion du Groupe Français du Paléozoïque dans le Sud du Maroc

Jacky Rousselle, secrétaire du Groupe Français du Paléozoïque (GFP), membre de la SAGA.

Objet : les affleurements de l'Ordovicien inférieur le long d'une transversale dans le Haut Atlas central et l'Anti-Atlas (Maroc).

Le Congrès International RALI 2015 (*Rise of Animal Life*) s'est tenu au Palais des Congrès de Marrakech, au Maroc, du 5 au 7 octobre 2015, sur le thème des événements de biodiversification du Cambrien et de l'Ordovicien, ainsi que sur les défis et les problèmes pour promouvoir le patrimoine géologique.

L'excursion post-congrès, qui était également l'excursion 2015 du Groupe Français du Paléozoïque, a eu pour thème le Cambrien et l'Ordovicien inférieur le long d'un transect entre Marrakech et Zagora, à travers le Haut Atlas central, puis l'Anti-Atlas central.

Figure 1. Arrêt 1 : col de Tizi n'Tichka (2 260 m) [GPS : N31°17'11.39";W 7°22'53.48"], vue vers le nord. Transition Cambrien moyen/Ordovicien inférieur : en avant-plan, à gauche, on distingue le Cambrien moyen avec les Schistes à Paradoxides et, au milieu en avant-plan, un niveau de conglomérat ferrugineux épais de 2 m. À droite, en avant-plan, sont visibles les niveaux supérieurs (Floien) de la Formation des Fezouata. Cette transition est marquée par une légère discordance angulaire et l'absence des Grès de Tabanite au sommet du Cambrien moyen, ainsi que du Cambrien supérieur. La partie inférieure (Trémadocien) de la Formation des Fezouata est ici absente.

Journée du 8 octobre 2015

<u>Arrêt 1</u>. Col de Tizi n'Tichka (2 260 m), chaîne du Haut Atlas central : la transition Cambrien moyen/Ordovicien inférieur

Figure 2. Arrêt 1 : col de Tizi n'Tichka (2 260 m). Coupe le long de la route, vue vers le SO. Brèches à Micmacca, *riches en fragments de trilobites et brachiopodes du Cambrien moyen.*

Figure 3. Arrêt 1 : col de Tizi n'Tichka (2 260 m), vue vers l'ouest. De part et d'autre de la route, la formation bleu-verdâtre est constituée de greywackes à grains fins du Cambrien moyen. Une faille sépare cette formation de niveaux rouges, en arrière-plan, datés du Néo-Protérozoïque.

Arrêt 2. Nord-ouest d'Agdz, après le col de Tizi n-Tirifit, chaîne de l'Anti-Atlas central, Cambrien inférieur et moyen

Figure 4. Arrêt 2 : au nord-ouest d'Agdz, après le col de Tizi n-Tirifit. Niveaux du Cambrien inférieur et moyen. Formation lie-de-vin, sombre, en fond de vallée, surmontée de la Formation des « Calcaires supérieurs » du Cambrien inférieur et des Grès terminaux. Ces derniers ont été datés à la fois du Cambrien inférieur et du Cambrien moyen par les trilobites.

De bas en haut, du Cambrien inférieur au Cambrien moyen, on trouve les séries et formations suivantes (du plus ancien vers le plus récent).

1. ***Pour le Cambrien inférieur :***

• « série de base » transgressive sur le Groupe de Ouarzazate (ancien PIII, de – 580 à – 550 Ma) du Néo-Protérozoïque/Édiacarien. Cette formation se dépose dans un contexte géodynamique extensif, l'ouverture de l'océan Iapetus ;• Formation d'Adoudou constituée de dolomies ;• Formation « lie-de-vin » composée de bancs rouges ;• Formation des calcaires supérieurs ;• schistes et calcaires ;• grès terminaux.

2. Pour le Cambrien moyen :

• grès terminaux ;• brèche à *Micmacca ;*• schistes à *Paradoxides ;*• grès de Tabanite.

La puissance des sédiments marins cambriens diminue progressivement depuis la partie occidentale de la chaîne de l'Anti-Atlas jusqu'à sa partie orientale (région d'Ougnat-Tafilalt).

Dans la chaîne de l'Anti-Atlas, le Cambrien supérieur (Furongien) est généralement absent, sauf en un point, où il a pu être mis en évidence.

La limite Précambrien/Cambrien (– 542 Ma) a été placée dans la partie inférieure des dolomies de la Formation d'Adoudou (Alvaro *et al*. 2008 ; Maloof *et al*. 2005). Récemment, cette limite a été placée dans la partie supérieure du Supergroupe de Ouarzazate, ou bien dans le hiatus entre ce dernier et la Formation d'Adoudou sus-jacente, selon les données géochronologiques obtenues à partir de zircons détritiques du massif de Bas Draa (Karaoui *et al*. 2015).

Arrêt 3. Vue de la partie nord du Jbel Kissane, Ordovicien, Anti-Atlas central

Figure 5. Arrêt 3 : Anti-Atlas central, avec vue vers le sud du Jebel Kissane (Ordovicien). [GPS : N30°43'26.00";W6°33'35.83]. En avant-plan : Cambrien, au fond le village visible est Ourika n'Ourmast et, en arrière-plan, à gauche, le Jbel Kissane (Ordovicien). En arrière-plan, la ville d'Agdz repose sur la Formation des Fezouata (Ordovicien inférieur). La vallée du Draa s'étend d'Agdz à Zagora au sud.

Au nord d'Agdz, la route traverse le Cambrien et l'arrêt 3 permet d'observer, vers le sud, la vallée du Draa où se situe Agdz et dont le soubassement est constitué des argilites de la Formation des Fezouata (Ordovicien inférieur). En arrière-plan, vers l'est, le Jbel Kissane forme un synclinal perché jusqu'au groupe du Premier Bani (Darriwilien/Sandbien inférieur).

La vallée du Draa est empruntée ensuite vers le sud, jusqu'à Zagora.

Arrêt 4. Anti-Atlas central, à 3 km au nord de Zagora. Vue vers l'est sur la plaine des Ternata (Cambrien et Ordovicien)

Figure 6. Arrêt 4. Anti-Atlas central, 3 km au nord de Zagora. Vue vers l'est sur la palmeraie de la vallée du Draa et sur les formations du Cambrien et de l'Ordovicien : terrasse alluviale au second plan « protégeant » les niveaux tendres de la partie inférieure de la Formation des Fezouata comportant les niveaux à préservation exceptionnelle (Jbel Tizagzaouine) ; en arrière-plan, falaise constituée par les grès et quartzites du Premier Bani (Ordovicien moyen) avec, à sa base, les argilites de la Formation de Tachilla (Ordovicien moyen).

Journée du 9 octobre 2015

Arrêt 5. Plaine de Ternata au nord-est de Zagora, Anti-Atlas central, Groupe de Tabanite (Cambrien moyen) et Ordovicien

Cet arrêt a permis d'observer le panorama de la plaine des Ternata située au nord de Zagora (figures 7 et 7 bis).

Figure 7 bis. Vue rapprochée sur les falaises dominant la plaine des Ternata, au nord-ouest de Zagora.

Un premier sous-arrêt est effectué sur la coupe d'Ouaoufraou. Bernard Pittet (université Lyon-1) apporte des explications (figure 8).

Figure 7 Anti-Atlas central, plaine des Ternata, nord-ouest de Zagora. Vue sur les falaises constituées, de bas en haut, des argillites de la Formation des Fezouata (Trémadocien/Floien supérieur), puis des grès du Zini (épisode régressif, Floien terminal), des argilites de la Formation de Tachilla (Darriwilien, dépôts transgressifs) et du Groupe du Premier Bani (grès et quartzites, Darriwilien/Sandbien inférieur).

Figure 8. Anti-Atlas central, plaine des Ternata, nord-ouest de Zagora, coupe d'Ouaoufraou. Explications de B. Pittet.

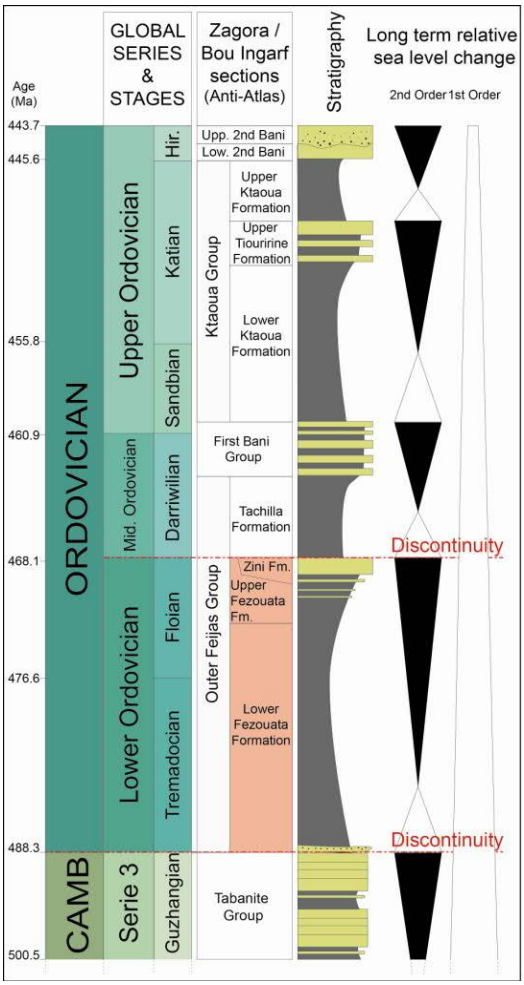

Figure 9. Anti-Atlas central. Plaine des Ternata, au nord-ouest de Zagora. Coupe stratigraphique de la section d'Ouaoufraou [Vaucher et al.*, Sedimentology 64 (3)].*

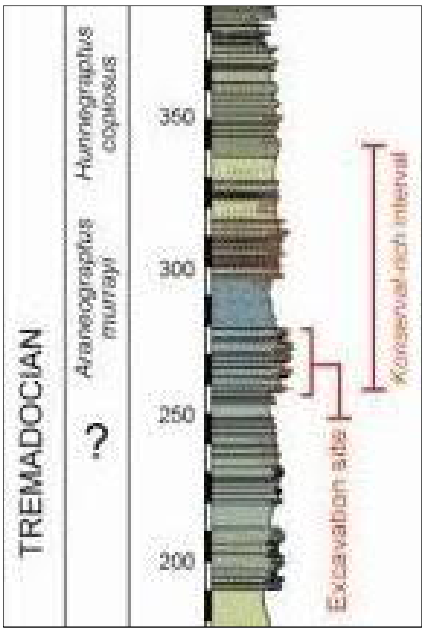

Figure 10. Anti-Atlas central, plaine des Ternata, au nord-ouest de Zagora. Coupe stratigraphique de la section d'Ouaoufraou (Vaucher et al., Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 460*).*
En rouge : les niveaux des fouilles paléontologiques (arrêt 6 ci-après), ainsi que les niveaux riches en fossiles à conservation exceptionnelle.

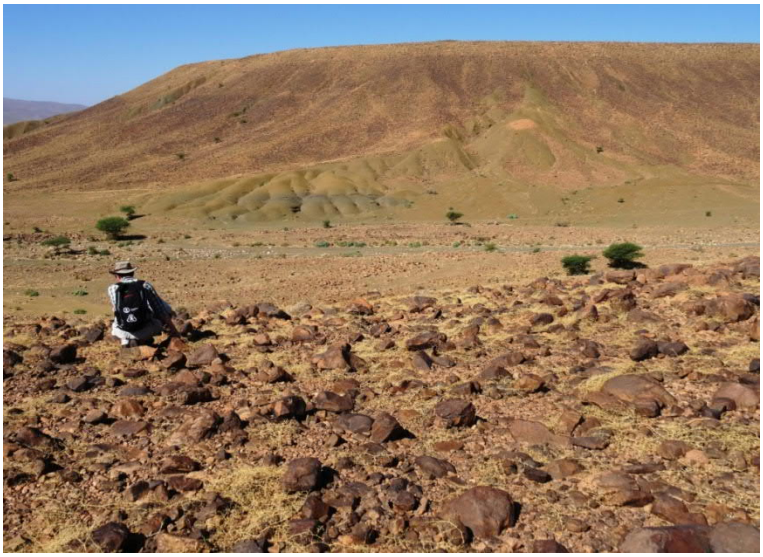

Figure 11. Anti-Atlas central, plaine des Ternata, au nord-ouest de Zagora. Coupe d'Ouaoufraou ; terrasse alluviale quaternaire (premier plan) comportant de gros blocs arrachés et transportés des quartzites du Premier Bani (certains de ces blocs portent des cystoïdes diploporites typiques de l'Ordovicien moyen).En arrière-plan : argilites de la Formation des Fezouata (Trémadocien supérieur) renfermant les niveaux à préservation exceptionnelle.

Puis nous nous dirigeons vers le NO, en direction de la coupe de nord-Douirat-ouest (figure 14, page suivante). Cette coupe permet d'observer la transition entre le sommet de la Formation des Fezouata et les Grès de Zini (Floien terminal) sus-jacents.

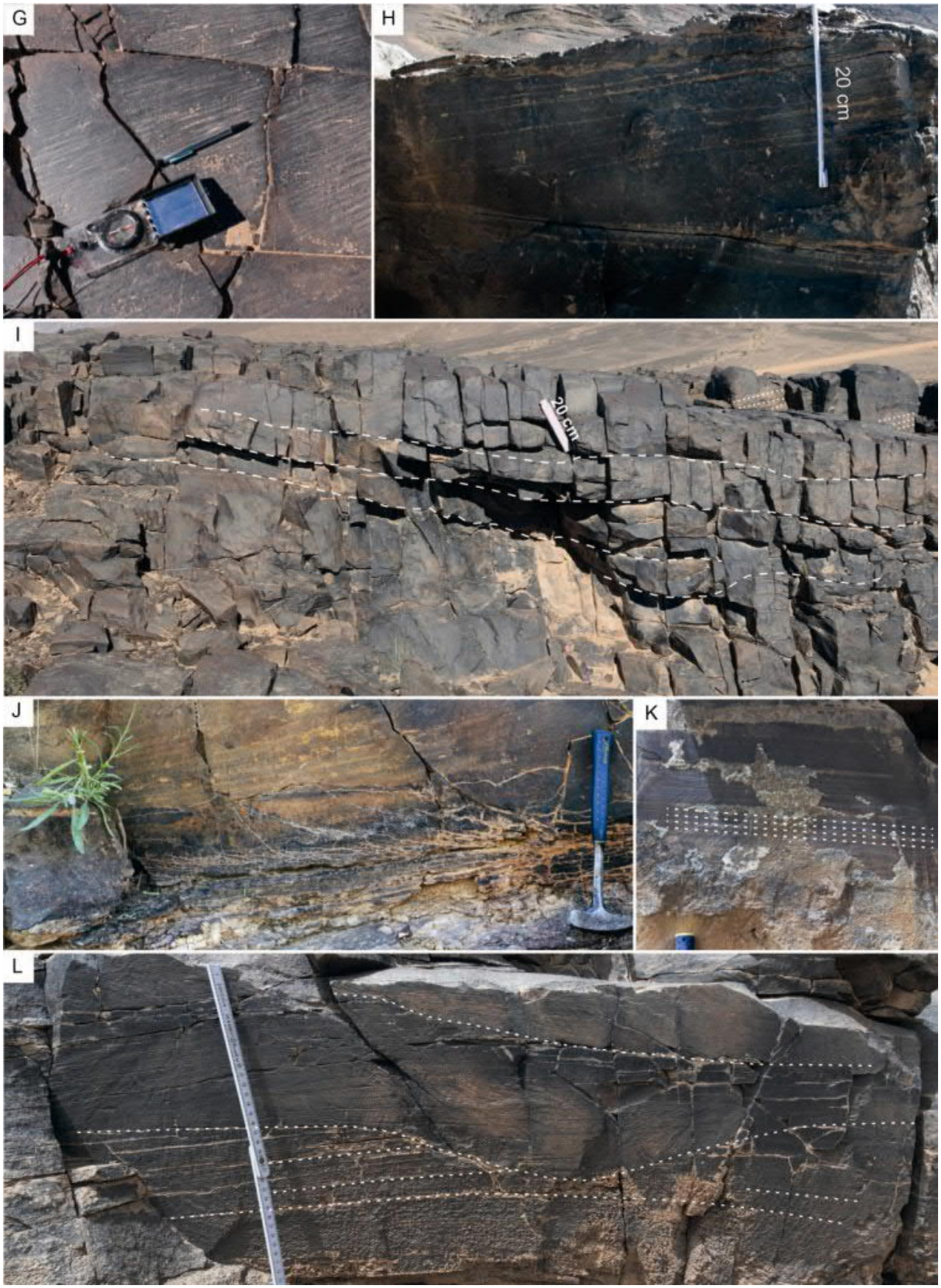

Figure 14. Anti-Atlas central, plaine des Ternata, nord-ouest de Zagora, coupe de nord-Douirat-ouest ; sommet de la Formation des Fezouata (Floien) et Grès du Zini (Floien terminal).
Figures de sédimentations de type Hummocky Cross Stratification (HCS*) indiquant l'action de vagues de tempête dans la partie supérieure de la Formation des Fezouata [Vaucher* et al.*, Sedimentology 64 (3)].*

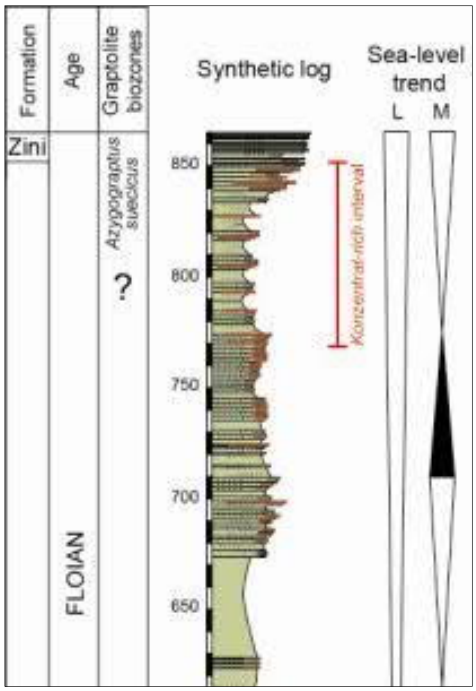

Figure 12. Anti-Atlas central, plaine des Ternata, nord-ouest de Zagora, coupe de nord-Douirat-ouest. Coupe stratigraphique : sommet de la Formation des Fezouata (Floien) et Grès du Zini (Floien terminal). (Vaucher et al. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 460).*

Figure 13. Anti-Atlas central, plaine des Ternata, nord-ouest de Zagora, coupe de nord-Douirat-ouest : sommet de la Formation des Fezouata (Floien) et Grès du Zini (Floien terminal).

Arrêt 6. Le site de Bou Izargane

Chantiers de fouilles paléontologiques dans la partie inférieure de la Formation des Fezouata, ayant livré plusieurs niveaux à préservation exceptionnelle (Ordovicien inférieur, Trémadocien supérieur).

Cet arrêt a consisté en la visite du site de Bou Izargane où des fouilles paléontologiques ont été menées dans la partie inférieure de la Formation des Fezouata, au cours d'une campagne de fouilles d'un mois organisée en janvier-février 2014 (figures 15, 16 et 17).

Tous les fossiles exceptionnellement conservés récoltés sur ce site proviennent de la biozone à *Araneograptus murrayi*, qui est datée du Trémadocien supérieur (sous-étage Tr3 de Bergström *et al*. 2009). Les dépôts montrent des HCS, qui indiquent une profondeur marine dans la limite d'actions des vagues de tempête (*offshore* à *lower shoreface*), soit un milieu assez peu profond (de 50 à 150 m).

Ces conditions environnementales ont sans doute contribué à l'enfouissement rapide *in situ* des organismes par des dépôts de tempête (Vaucher *et al*., *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 460*).

Là, une pyritisation précoce des organismes enfouis a ensuite contribué à la préservation de leurs parties molles.

Encore largement non décrite, cette faune assure le lien entre les faunes caractéristiques de l'Explosion cambrienne (Burgess) avec la présence de marrellomorphes (*Furca* sp.), d'anomalocaridides et de démosponges, et les espèces du GOBE (*Great Ordovician Biodiversification Event*) telles que les crinoïdes, les ostracodes ou les xiphosurides.

La composante biominéralisée de la faune des Fezouata est dominée par les trilobites et les échinodermes. La faune contient aussi une grande abondance d'arthropodes xiphosurides (limules), de vers palaeosco-lecides, d'annélides, de mollusques, d'hyolithes, de brachiopodes, de conulaires et de graptolites (Van Roy *et al.* 2010).

Tout le matériel récolté sur le chantier de fouilles sera exposé à terme dans le futur Musée d'Histoire naturelle de Marrakech La faune présente généralement un caractère de faible diversité localement dans la biozone à *A. murrayi* (assemblages abondants dominés par un ou deux taxa : arthropodes à corps mous, stylophores cornutes, lingules, graptolites, éocrinoïdes).

Toutefois, dans les niveaux plus récents du Floien, la faune présente une forte diversité (assemblages extrêmement abondants de bivalves, brachiopodes, céphalopodes, gastropodes, graptolites, trilobites, rhombifères glyptocystitides). Cet accroissement de diversité est sans doute du à une oxygénation accrue des fonds marins.

Romain Vaucher, Bertrand Lefebvre, Emmanuel Martin (université de Lyon 1) et Peter Van Roy (Yale University) ont présenté et commenté le site de fouilles et ses fossiles.

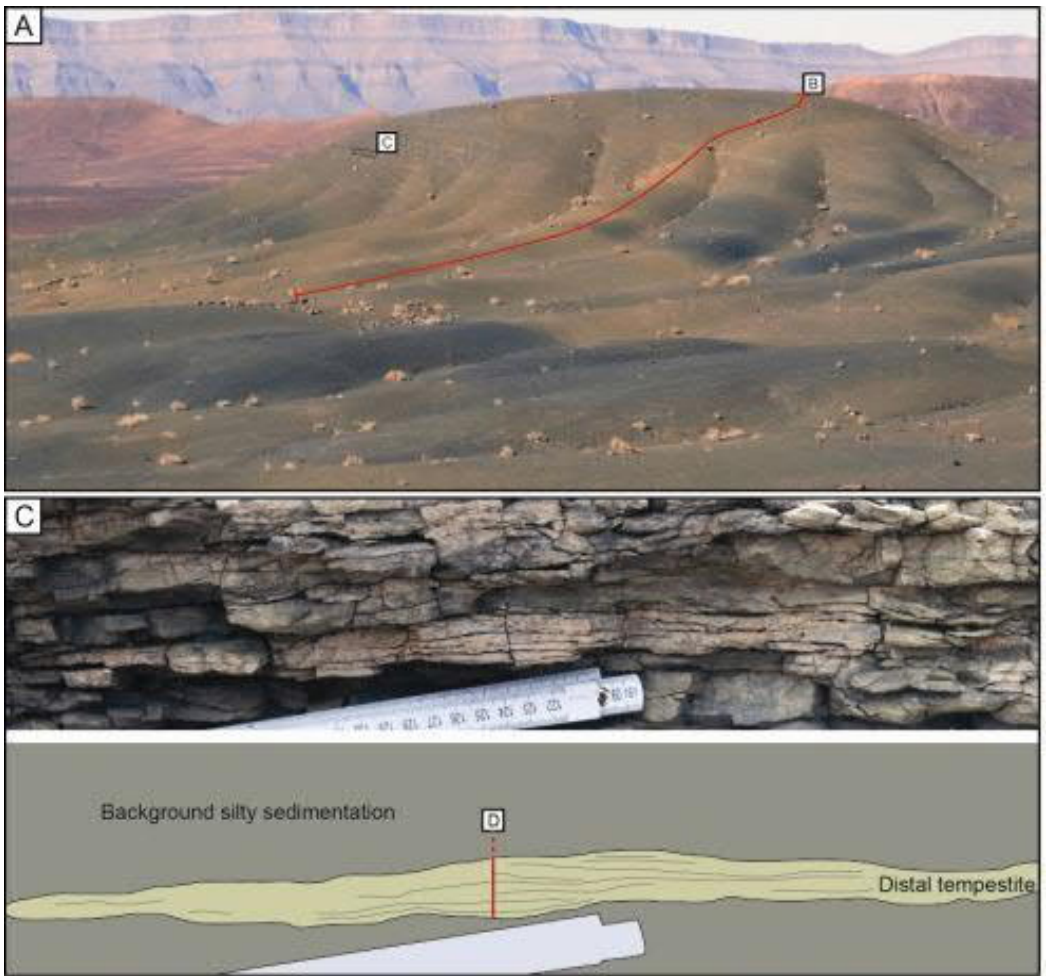

Figure 15. Arrêt 6, le site de Bou Izargane, chantiers de fouilles paléontologiques dans la partie inférieure de la Formation des Fezouata, ayant livré plusieurs niveaux à préservation exceptionnelle (Ordovicien inférieur, Trémadocien supérieur). Vaucher et al. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 460). En haut à gauche, colline du site de fouilles de Bou Izargan. En haut à droite, coupe de la section avec indication des niveaux à faune à préservation exceptionnelle et des niveaux à tempestites. Les fossiles sont dans les dépôts silteux et sont « scellés » par les tempestites.*

Figure 16. Arrêt 6 : les chantiers de fouilles paléontologiques sur le site de Bou Izargane.

Remarque : un forage de recherche devrait être réalisé, dans la plaine des Ternata, dans l'Ordovicien.

Journée du 10 octobre 2015

Figure 18. Le Ksar d'Aït Ben Addou est inscrit sur la liste du patrimoine mondial de l'Unesco depuis 1987.

Cette journée a été consacrée au trajet Ouarzazate-Zagora.

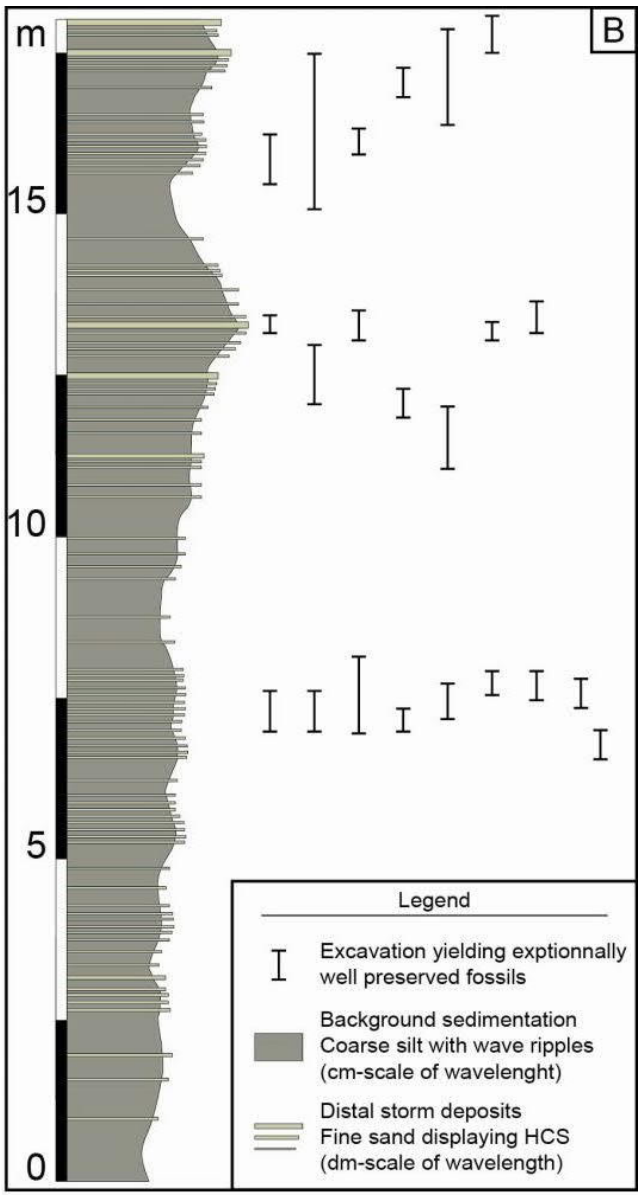

Figure 17. Arrêt 6 : le site de Bou Izargane.

Après la visite de la Kasbah Taourirt de Ouarzazate, ou bien de studios de cinéma, le trajet vers Marrakech s'est effectué avec un arrêt au Ksar d'Aït Ben Addou, un type d'habitat traditionnel présaharien tout à fait remarquable (figure 18, page précédente).

Références

MALOOF A.C. *et al*. (2005) – An expanded record of Early Cambrian carbon cycling for the Anti-Atlas margin, Morocco. *Canadian Journal of earth Sciences* 42, 2195-2216.

VAN ROY P. *et al*. (2010) – Ordovician faunas of Burgess Shale type. *Nature* 465, 215-218.

EL HARIRI *et al*. (2015) – Field trip Guidebook. Lower Ordovician outcrops along Central High Atlas Anti-Atlas traverse (oct. 8-10, 2015) – Field trip Rise of Animal Life 2015 Congress in Marrakech – Cambrian and Ordovician biodiversification events.

VAUCHER R., MARTIN E.L.O., HORMIÈRE H., PITTET B. (2016) – A genetic link between Konzentrat and Konservat-Lagerstätten in the Fezouata Formation Shale (Lower Ordovician, Morocco). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 460, 24-34.

VAUCHER R., PITTET B., MARTIN E.L.O., HORMIÈRE H., LEFEBVRE B. (2017) – A wave-dominated, tide-modulated model for the Lower Ordovician of the Anti-Atlas, Morocco. Sedimentology 64 (3), 777-807.

Les organisateur de RALI 2015 : K. El Hariri, A. Hafid, A. Saidi, A. Bachnou, Y. Bourgeoini, A. Soulaimani (Université de Cadi Ayyad, Marrakech) ; L. Baidder (Université d'Aïn Chock, Casablanca) ; M. Masrour (Université Ibn Zohr) ; B. Lefebvre, E. Martin, B. Pittet, A. Prieur, E. Robert, R. Vaucher (Université de Lyon I, France).

NDLR. Notre collègue Jacky Rousselle nous a donné une conférence, au mois d'avril 2017, où il a présenté l'excursion qui a suivi le congrès international RALI 2015, au Maroc, et à laquelle il a participé.

Nous le remercions vivement de nous avoir remis un résumé très complet de son intervention pour nous permettre de le publier aujourd'hui dans Saga Information.

Dans l'Anti-Atlas, le vieux hameau de Tarikt aujourd'hui abandonné. (Photo mezgane.com).