



Quaternaire

Revue de l'Association française pour l'étude du Quaternaire

vol. 16/3 | 2005

Q4 Continuité et discontinuité dans les enregistrements quaternaires - Première partie

Stratigraphie, sédimentologie et magnétostratigraphie du site oldowayen de Fejej FJ-1, Sud-Omo, Ethiopie : premiers résultats

Stratigraphy, sedimentology and magnetostratigraphy of the oldowan Fejej FJ-1 Site, South-Omo, Ethiopia : first results

Cécile Chapon, Jean-Jacques Bahain, Henry de Lumley, Christian Perrenoud et Didier Vandamme



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/quaternaire/360>

DOI : 10.4000/quaternaire.360

ISSN : 1965-0795

Éditeur

Association française pour l'étude du quaternaire

Édition imprimée

Date de publication : 1 septembre 2005

Pagination : 143-152

ISSN : 1142-2904

Référence électronique

Cécile Chapon, Jean-Jacques Bahain, Henry de Lumley, Christian Perrenoud et Didier Vandamme, « Stratigraphie, sédimentologie et magnétostratigraphie du site oldowayen de Fejej FJ-1, Sud-Omo, Ethiopie : premiers résultats », *Quaternaire* [En ligne], vol. 16/3 | 2005, mis en ligne le 01 septembre 2008, consulté le 30 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/quaternaire/360> ; DOI : 10.4000/quaternaire.360

STRATIGRAPHIE, SÉDIMENTOLOGIE ET MAGNÉTOSTRATIGRAPHIE DU SITE OLDOWAYEN DE FEJEJ FJ-1, SUD-OMO, ETHIOPIE : PREMIERS RÉSULTATS



Cécile CHAPON¹, Jean-Jacques BAHAIN², Henry de LUMLEY²,
Christian PERRENOUD¹, Didier VANDAMME³

RÉSUMÉ

Le gisement oldowayen FJ-1 de Fejej est situé dans le sud-ouest de l’Ethiopie, près de la basse vallée de l’Omo et à proximité de la rive orientale du lac Turkana. La stratigraphie du site FJ-1 est divisée en 5 ensembles qui témoignent de dépôts fluviaux ou de plaine d’inondation et d’une activité volcanique régionale. Les analyses granulométriques indiquent que le transport avant le dépôt des sédiments a été de courte durée. La minéralogie montre clairement que les principales sources des sédiments sont le socle métamorphique de la chaîne Hamar et le haut plateau basaltique, situés au nord-est de la zone d’étude. La combinaison de ces analyses montre que le transport a été essentiellement assuré par un affluent de la rivière Omo. Les mesures du paléomagnétisme effectuées sur toute la stratigraphie du gisement ont permis de situer le site FJ-1 dans un événement positif. L’apport des autres études telles que la paléontologie, la téphrochronologie et les datations RPE sur quartz blanchis permettent d’attribuer celui-ci à l’événement d’Olduvai et au niveau archéologique C1 avec un âge compris entre 1,96 et 1,90 Ma.

Mots-clés : Ethiopie, stratigraphie, sédimentologie, paléomagnétisme, discontinuité sédimentaire, industrie pré-oldowayenne.

ABSTRACT

STRATIGRAPHY, SEDIMENTOLOGY AND MAGNETOSTRATIGRAPHY OF THE OLDOWAN FEJEJ FJ-1 SITE, SOUTH-OMO, ETHIOPIA: FIRST RESULTS

The FJ-1 site of Fejej is located in the south-western part of Ethiopia near the Lower Omo Valley, on the eastern side of Lake Turkana. The stratigraphy of the site FJ-1 is divided into 5 members deposited by river bed and flood plain sediments and a regional volcanic event. Morphoscopic and granulometric studies show that the transport of sediment was brief and the mineralogy has revealed that sediments originated from the metamorphic Hamar Range and from the High Plateau, both located to the northeast of Fejej. Sedimentological studies indicate that transport was essentially assured by a tributary of the Omo River. Palaeomagnetic measurements indicate the positive Olduvai event. The contribution of palaeontology and radiometric dating indicates that the age of the C1 archaeological horizon is between 1,96 and 1,90 Ma.

Key-words : Ethiopia, pre-oldowan lithic industry, stratigraphy, sedimentology, palaeomagnetism, sedimentary discontinuity.

INTRODUCTION

Fejej est le nom d’un poste de police situé dans l’extrême sud-ouest de l’Ethiopie, sur la rive est du lac Turkana et à une dizaine de kilomètres au nord de la frontière kenyo-éthiopienne. Il se trouve au cœur d’une région couvrant environ 400 km² délimitée au sud par la frontière kenyo-éthiopienne, à l’ouest par le delta de l’Omo et le rivage actuel du lac Turkana, à l’est par la dépression du lac Chew Bahir et au nord, par les formations sédimentaires anciennes et récentes de l’Omo. La région de Fejej est donc essentiellement localisée dans

la dépression de l’Omo-Turkana et d’un point de vue géologique, elle se trouve sur le flanc oriental du rift néogène de l’Omo-Turkana appartenant lui-même au système des rifts de l’Afrique de l’Est (SRAE). Quatre ensembles géologiques majeurs caractérisent la région de Fejej (fig. 1) (Davidson, 1983 ; Lumley et Beyene, 2004). D’est en ouest se succèdent le socle métamorphique de la chaîne Hamar qui culmine à plus de 2000 m, les formations basaltiques tertiaires dans lesquelles s’intercalent des niveaux sédimentaires fossilifères correspondant topographiquement à une région de hauts plateaux inclinés vers la dépression du Turkana,

¹ Centre Européen de Recherches Préhistoriques, avenue Léon Jean Grégory, 66720 Tautavel.

² Département de Préhistoire du Muséum National d’Histoire Naturelle, UMR 5198 du CNRS, Institut de Paléontologie Humaine, 1 rue René Panhard, 75013 Paris.

³ Centre Européen de Recherche et d’Enseignement des Géosciences de l’Environnement, Pôle Méditerranéen de l’Arbois, BP 80, 13545 Aix-en-Provence, Cedex 4.

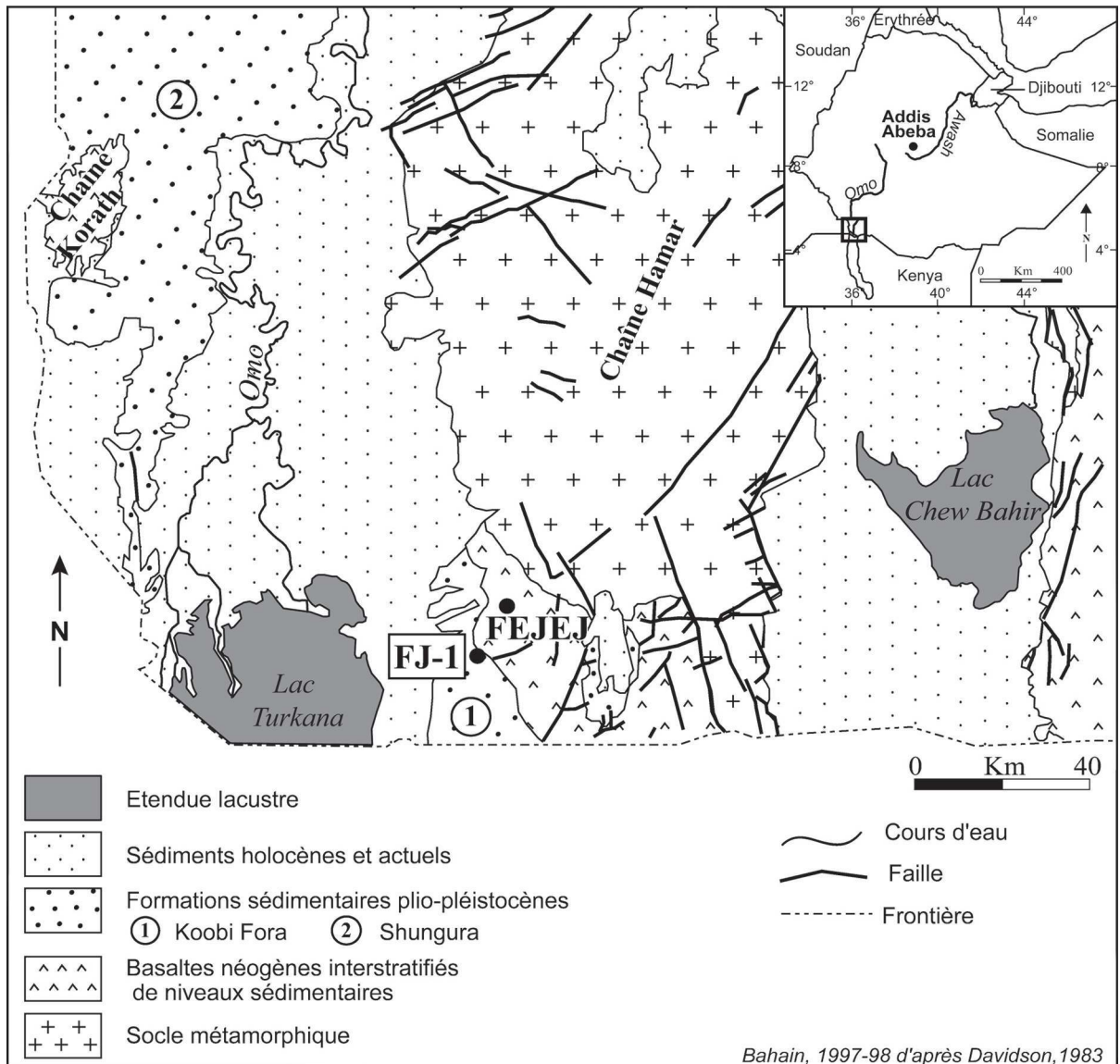


Fig. 1 : Localisation de la région paléoanthropologique de Fejej en Ethiopie.

Fig. 1: Location and geological context of the paleoanthropological region of Fejej, Ethiopia.

les formations volcano-sédimentaires plio-pléistocènes de l'Omo Group (fig. 2) regroupant les formations de Mursi, Usno, Shungura, reconnues dans la basse vallée de l'Omo et les formations de Nachukui et de Koobi Fora affleurant respectivement à l'ouest et à l'est du lac Turkana et enfin, les sédiments holocènes et récents de la plaine lacustre du Turkana (Heinzelin, 1983 ; Harris *et al.*, 1988 ; Feibel *et al.*, 1989 ; Brown et Feibel 1991 ; Feibel, 1997).

Les formations sédimentaires plio-pléistocènes précédemment citées, ont enregistré la succession d'environnements sédimentaires au cours des 4,5 derniers millions d'années dans le vaste bassin de l'Omo-Turkana. Des épisodes lacustres se sont succédés au cours du temps et ont alterné avec un système fluvial symbolisé par le paléo-Omo qui s'écoulait à travers le bassin vers l'Océan Indien (rivière Turkana) alimenté par de nombreux affluents (Harris *et al.*, 1988 ; Brown et Feibel, 1988, 1991 ; Cerling, 1994 ; Feibel, 1994 ; Rogers *et al.*, 1994). Par ailleurs riches en restes d'hominidés,

de faunes et en industrie lithique, ces formations sédimentaires, étudiées depuis plus d'une soixantaine d'années, ont permis de reconstituer la paléogéographie du bassin de l'Omo-Turkana. A partir des nombreux niveaux de cendres volcaniques indurés et de quelques coulées basaltiques interstratifiées dans ces formations, une chronostratigraphie complète et précise a pu être établie permettant ainsi d'élaborer l'histoire des changements environnementaux depuis la moitié du Pliocène et surtout de dater les fossiles d'hominidés et les nombreux niveaux d'occupation découverts dans la dépression de l'Omo-Turkana (fig. 3) (McDougall, 1985 ; Brown, 1991 ; Feibel *et al.*, 1991 ; Rogers *et al.*, 1994 ; Brown, 1995). Comme elle jouxte la formation de Shungura et celle de Koobi Fora, la région de Fejej a été régulièrement parcourue par les expéditions scientifiques de l'Omo et de l'Est Turkana qui avaient établi des contacts entre elles, mais aucune ne remarqua le potentiel paléoanthropologique de la région de Fejej. Ce n'est qu'à la demande du Ministère

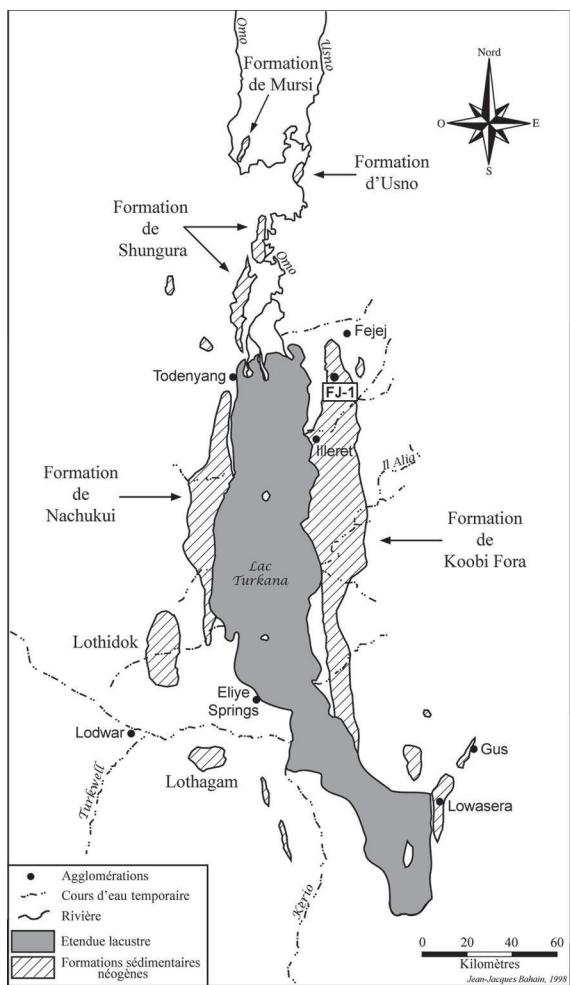


Fig. 2 : Répartition des formations sédimentaires plio-pleistocenes du bassin de l’Omo-Turkana.

Fig. 2: Distribution of the Plio-Pleistocene sedimentary formations of the Omo-Turkana basin.

de la Culture éthiopien, en 1989, qu’une équipe d’inventaire du patrimoine éthiopien prospecta la région de Fejej (Asfaw et al., 1991). Elle y recensa plusieurs localités anciennes dont celle de FJ-1 se présentant comme une butte coiffée d’un tuf volcanique corrélé au tuf H-1 de la formation de Shungura (Haileab et Feibel, 1993) et située à 12 km au sud sud-ouest de Fejej. Associant des fossiles paléontologiques, paléoanthropologiques et des artefacts lithiques estimés à 2 Ma et situé sous le tuf, le site de plein air de FJ-1 est depuis décembre 1992, au cœur d’un programme de recherche franco-éthiopien sur « l’Homme préhistorique et son environnement en Ethiopie » coordonné par le Muséum National d’Histoire Naturelle et le National Museum of Ethiopia. Depuis lors, des missions de terrains et de campagnes de fouilles du site FJ-1 et de sa région sont organisées régulièrement, parallèlement à des missions d’étude du matériel archéologique et paléontologique au National Museum à Addis Abéba. Plus de 1500 pièces ont été récoltées sur le sol d’occupation appelé C1, associant faune et industrie lithique sur 80 m² de surface fouillée, elle-même située à 3 mètres sous le niveau de cendres volcaniques. Une faune abondante y a été recueillie. Elle est dominée quantitativement par deux bovidés de taille moyenne, l’impala (*Aepyceros shungurae*) et le koudou (*Tragelaphus nakuae*) et comprend également des suidés, des proboscidiens, des rhinocéros, des équidés, des rongeurs et des primates. Cette association faunique indique un milieu de savane et la proximité d’un cours d’eau, de la rivière Omo ou de l’un de ses tributaires, au moment de l’occupation humaine. Quatre dents humaines, attribuées à *Homo habilis*, ont également été découvertes sur le site (Lumley et Marchal, 2004). Elles sont associées à une industrie archaïque « pré-

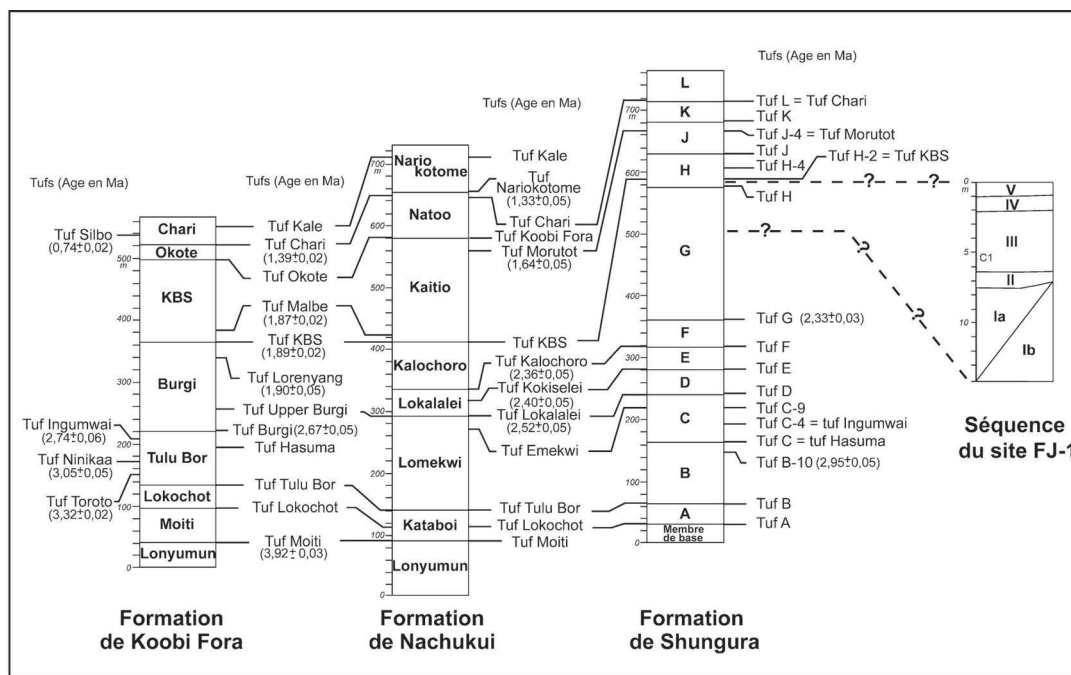


Fig. 3 : Corrélation stratigraphique des formations sédimentaires du bassin de l’Omo-Turkana et position stratigraphique supposée de Fejej (d’après Feibel et al., 1989 ; Feibel, 1997).

Fig. 3: Stratigraphical correlation of the Omo-Turkana basin sedimentary formations and stratigraphical location of the Fejej formation (after Feibel et al., 1989; Feibel, 1997).

oldowayenne » (Lumley et Beyene, 2004) montrant de fortes ressemblances avec celles provenant de plusieurs gisements de l'Afrique de l'Est datés de plus de 2 Ma comme Kada Gona (Ethiopie) (Semaw, 2000) et Lokalelei (Kenya) (Roche *et al.*, 1999). Pour compléter les premières données paléocéologiques fournies par les déterminations et les assemblages paléontologiques, l'étude sédimentologique est fondamentale pour approfondir la reconstitution du cadre environnemental d'*Homo habilis* dans le secteur du site FJ-1 au moment de l'occupation. Les analyses sédimentologiques dont les résultats sont présentés dans cette note, sont les premières de ce genre à être réalisées pour le site pré-oldowayen de FJ-1. Elles ont pour objectif de proposer un schéma du mode de transport et de l'origine des sédiments. Plusieurs coupes stratigraphiques géographiquement discontinues dans un rayon de 60 m autour et sur le chantier de fouille ont été échantillonnées. La juxtaposition de ces coupes permet de représenter la séquence stratigraphique complète de FJ-1 décrite ultérieurement. Les échantillons sédimentologiques, 87 au total, ont été prélevés à pas régulier de 10 cm et de 5 cm pour l'ensemble III uniquement, au cours des campagnes de fouilles en 1998 et 2002 puis analysés au Centre Européen de Recherches Préhistoriques de Tautavel (Pyrénées-Orientales, France). La granulométrie des sédiments de diamètre inférieur à 2 mm a été réalisée à l'aide d'un granulomètre laser de type Coulter LS 230. L'étude minéralogique a été effectuée sur les minéraux lourds en grains après avoir été séparés par décantation dans le bromoforme, (liqueur de densité équivalente à 2,89), de la fraction légère. Cette dernière est utilisée pour la morphoscopie des grains de quartz.

LITHOSTRATIGRAPHIE DE FJ-1

Cinq ensembles lithostratigraphiques ont été définis sur le site FJ-1 (fig. 4) (Lumley et Beyene, 2004). Ils correspondent tous à des environnements de dépôts fluviaux ou de plaine d'inondation.

De base inconnue, l'ensemble I est épais de plus de 10 m. On y relève des argiles brunes (ensemble Ia) très compactes, sans structure sédimentaire et présentant un réseau polygonal de fissures parsemées de concrétions carbonatées globulaires entourées de taches vertes épousant la forme des concrétions. Dans ces argiles s'intercalent des niveaux de grès fins peu indurés, de 10 cm d'épaisseur en moyenne, présentant des granoclasses positifs et des stratifications entrecroisées. Un second faciès (ensemble Ib) correspond à des limons sableux de couleur rose avec des concrétions carbonatées, entourées de taches vertes. L'ensemble I est caractérisé par une paléosurface sur laquelle repose l'ensemble II.

L'ensemble II correspond à un conglomérat polygénique, de 1 m d'épaisseur en moyenne, constitué essentiellement de galets de quartz, mais aussi de basalte, de granitoïde et de gneiss, enrobés dans une matrice de

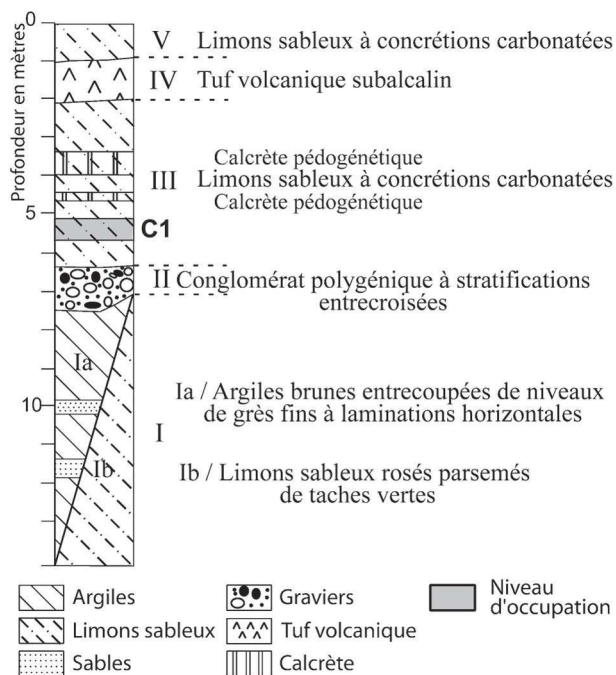


Fig. 4 : Lithostratigraphie du site FJ-1.

Fig. 4: Lithostratigraphical column of the FJ-1 site.

sable grossier. Des stratifications entrecroisées et des grano-classes verticales et horizontales ont été observées. A environ 300 mètres à l'est du site FJ-1, le conglomérat affleure sur 14 mètres de puissance avec les mêmes figures sédimentaires.

L'ensemble III, de 3 m de puissance, est une séquence homogène de limons sableux à passées fortement carbonatées d'origine pédologique de 10 à 30 cm d'épaisseur (calcrètes). Le niveau archéologique C1 est inclus dans la partie inférieure de cet ensemble.

L'ensemble IV est un niveau de cendres volcaniques indurées, de couleur gris clair, dont l'épaisseur varie de 10 cm à 1 m environ. On y distingue une structure laminaire et des rides indiquant un écoulement venant du nord.

Enfin l'ensemble V, partiellement érodé, correspond à une nouvelle séquence de limons sableux fort semblable à l'ensemble III et comprenant de nombreuses concrétions carbonatées.

MODE DE MISE EN PLACE DES DÉPÔTS ET ORIGINE DES SÉDIMENTS

Les résultats (fig. 5) montrent clairement la variation de milieux de sédimentation au cours du temps.

Les argiles brunes de l'ensemble I sont caractérisées par une forte compaction et un durcissement dus à la dessiccation, elle-même à l'origine de la formation du réseau polygonal de fissures. Ces argiles, moyennement bien classées, sont essentiellement des dépôts de plaine alluviale déposés au cours des inondations. Les niveaux gréseux, s'intercalant dans ces argiles brunes, sont constitués de sables grossiers dépourvus de granules de taille supérieure à 2 mm, le niveau inférieur étant

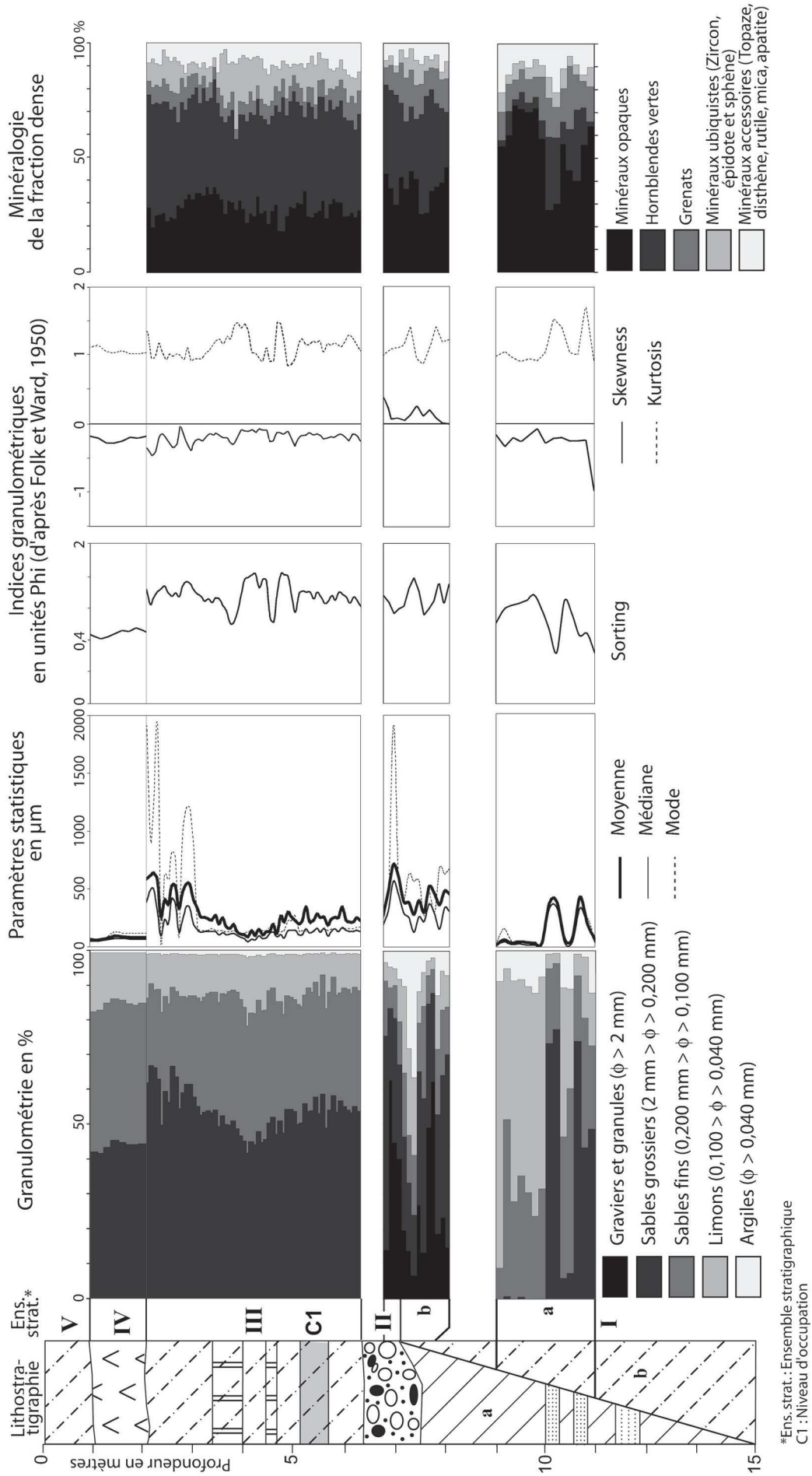


Fig. 5 : Granulométrie et minéralogie des ensembles stratigraphiques du site FJ-1.
Fig. 5: Granulometric and mineralogical results from the stratigraphic members of the FJ-1 site.

sensiblement plus fin que le supérieur. Les courbes granulométriques unimodales sont très élancées, avec un mode situé entre 200 et 300 μm . Les sables sont bien classés et ce classement est meilleur du côté des sables fins. Le faciès de cet ensemble Ia correspond à une brève divagation sur une plaine d'inondation d'un chenal à énergie modérée dont l'écoulement a varié au cours du temps, d'où l'alternance de lits à grains grossiers et plus fins. Le second faciès (ensemble Ib), légèrement rose, est constitué de sables limoneux très grossiers. L'asymétrie positive de ces sables limoneux moyennement bien classés indique un classement meilleur du côté des sables grossiers par rapport à la moyenne. La présence de quelques litages horizontaux d'extension latérale limitée, composés de granules et de sables grossiers, suppose un milieu fluviatile à énergie plus forte probablement due à la proximité du chenal d'écoulement du cours d'eau, suivie d'une accalmie qui aurait permis un enrichissement en particules fines, décantées en fin de crue par exemple ou piégées dans les interstices des grains. Malheureusement la transition entre les deux faciès texturaux de l'ensemble I ne peut pas être observée puisque la zone de transition est fortement ravinée, laissant un hiatus dans la continuité stratigraphique.

Les sédiments de l'ensemble I sont constitués de 0,5 à 6,5 % de minéraux lourds. Le cortège minéralogique, pauvre en espèces minérales, est caractérisé par l'association de minéraux opaques, de hornblendes vertes et brunes, et de minéraux peu altérables et ubiquistes grenats, épidotes, zircons et sphènes. Malgré la pauvreté du cortège minéralogique, il se dégage deux classes établies en fonction de la texture du sédiment. D'une part, les argiles brunes sont riches en minéraux opaques et comptent très peu de hornblendes vertes, et d'autre part, les niveaux gréseux de l'ensemble Ia et les sables rosés de l'ensemble Ib sont riches en hornblendes vertes, en grenats et en minéraux opaques. Cette faible diversité en minéraux et la présence des minéraux opaques dans l'ensemble stratigraphique Ia suggère un milieu favorable à l'altération des minéraux les plus vulnérables, comme les hornblendes vertes, qui sont omniprésentes et en grandes quantités dans les sédiments des autres ensembles stratigraphiques. Les minéraux opaques ou minéraux noirs peuvent être des grains transparents entourés d'une pellicule d'oxyde de fer. Par ailleurs, les argiles brunes sont marquées par la présence de taches vertes diffuses, disposées de façon aléatoire et pouvant résulter de la présence d'un paléo-milieu engorgé d'eau, qui aurait alors favorisé l'altération post-dépositionnelle des minéraux lourds les plus altérables comme les hornblendes vertes. Les grains de quartz issus des niveaux de grès et de sables rosés sont à 90 % anguleux et luisants. Par contre, la finesse granulométrique des argiles brunes exclut la morphoscopie par la rareté ou l'absence même des grains de quartz. Les études morphoscopiques des sédiments de l'ensemble I montrent que le transport des dépôts sableux de l'ensemble I a été court. Les hornblendes vertes et les grenats sont originaires de la

chaîne Hamar, située à 50 km environ au nord-est du site FJ-1 (fig. 1).

Les dépôts à la base de l'ensemble II sont composés en moyenne de 30 % de granules et de galets émoussés et de 70 % de sables grossiers moyennement bien triés. L'étude stratigraphique de cet ensemble montre des granoclasses verticales et horizontales, des stratifications entrecroisées et des emboîtements de galets. Ces observations de terrain suggèrent une dynamique de toute évidence fluviatile, agitée et turbulente, caractérisant ainsi le lit même du paléo-cours d'eau. Les sédiments de diamètre inférieur à 2 mm de l'ensemble II sont composés de 3 % à 20 % de minéraux lourds avec un rapport des minéraux transparents sur les opaques fluctuant de 1,5 à 2,3. Ils sont constitués par autant de hornblendes vertes que de minéraux opaques (entre 70 % et 80 % cumulés). Les grenats et les sphènes se rencontrent sous forme anguleuse ou usée, alors que les zircons sont le plus souvent émoussés. Les grains de quartz sont à 90 % des grains luisants anguleux. Les galets et les granules émoussés sont composés de granite à phénocristaux d'orthose, de basalte, de quartz et d'amphiboles. Les observations minéralogiques et pétrographiques indiquent que les sédiments sont immatures et proviennent de la chaîne Hamar et des hauts plateaux basaltiques. Les zircons usés présents dans les sédiments peuvent provenir des niveaux sédimentaires interstratifiés dans les coulées basaltiques tertiaires des hauts plateaux ou de la zone sédimentaire qui recouvre partiellement le plateau à environ 35 km à l'est du site FJ-1.

L'ensemble III est caractérisé par une granulométrie imparfaitement homogène sur toute son épaisseur. Les sables grossiers sont moyennement bien triés et le classement est meilleur du côté des grossiers. Les courbes de fréquences sont leptokurtiques. Les calcrètes d'origine pédogénétiques et les sédiments adjacents sont caractérisés par une asymétrie sensiblement plus forte et par des courbes granulométriques très élancées. De plus, les sédiments, bien que grossiers et moyennement bien classés, sont les plus fins et ont le plus mauvais classement enregistré dans l'ensemble III. La présence de ces calcrètes pédogénétiques et du sol d'occupation indiquent plusieurs interruptions de la sédimentation. L'activité biologique et pédologique est un facteur pouvant expliquer l'homogénéité texturale de cet ensemble stratigraphique.

Vers le sommet de l'ensemble III, trois cycles de dépôts relativement courts dans le temps se produisent mais l'énergie reste voisine de celle notée dans la partie inférieure.

Les sédiments de l'ensemble III sont composés de 5 à 30 % de minéraux lourds. Le cortège minéralogique, plus varié, est largement dominé par les hornblendes vertes (entre 35 % et 55 %). Elles sont associées en proportions notables avec des apatites, des topazes, des biotites et des minéraux ubiquistes comme les grenats, les zircons et les rutiles aux contours anguleux. Des grains d'hypersthène d'origine volcanique, légèrement altérés, sont présents dans les 15 derniers centimètres

de l'ensemble III. Bien qu'en très faible proportion (<1 %), ils traduisent le mélange des cendres volcaniques de l'ensemble IV avec les sédiments prélevés au sommet de l'ensemble III. Des péridots ont par ailleurs été décelés sur toute la hauteur de l'ensemble III. La fraction légère est composée à 75 % de grains de quartz anguleux luisants, 20 % de feldspaths, le reste étant des agrégats ferreux. Ce fort pourcentage indique que le transport a été court, ce qui est conforté par la présence de minéraux ubiquistes dont les contours sont anguleux. Les sédiments sont probablement là encore originaires des hauts plateaux basaltiques et de la chaîne Hamar.

Les résultats granulométriques ne montrent pas de phase de transition entre la granulométrie de l'ensemble III et celle de l'ensemble IV. Constitués granulométriquement de sables fins, les dépôts fluviaux de l'ensemble IV sont très bien classés et le classement est meilleur du côté des sédiments fins. De plus, il s'améliore à mesure que la profondeur diminue. Ces dépôts, ayant subi un premier tri éolien, ont sédimenté dans un milieu fluvial calme, marqué par un léger courant sous une faible tranche d'eau. L'ensemble stratigraphique IV est très pauvre en minéraux lourds puisque, pour tous les échantillons, la proportion en minéraux lourds est inférieure à 1 % pour 1 gramme de sédiments. Les dépôts sont constitués à 98 % de verres volcaniques anguleux, le reste étant des quartz anguleux luisants et des agrégats ferreux. A défaut d'obtenir au moins 100 grains pour effectuer des pourcentages, le comptage quantitatif par espèces minéralogiques a été utilisé. Les minéraux lourds sont majoritairement des hornblendes vertes (45 grains sur 85 grains au total), suivis par les minéraux opaques (35 grains), puis par

les grenats (8). Bien que fragiles, les verres volcaniques sont prépondérants dans la fraction légère. Ils sont principalement constitués par des fragments anguleux de bulles associés en proportion moindre à des jonctions de bulles et à des fragments fibreux (Heiken et Wohletz, 1985).

CHRONOSTRATIGRAPHIE DES DÉPÔTS SÉDIMENTAIRES

Plusieurs approches de la chronologie ont été appliquées pour situer le site archéologique de FJ-1 le long d'une échelle chronostratigraphique (tableau 1).

Retraçant plus de 4 Ma d'histoire paléogéographique et paléocéologique, les dépôts sédimentaires de l'*Omo group* renferment de nombreux restes paléontologiques dont certains assemblages ou espèces sont considérés comme marqueurs biostratigraphiques. Ainsi, la présence du genre *Equus*, d'*Elephas recki*, des 3 suidés *Kolpochoerus limnetes*, *Notochoerus scotti* et *Metridiochoerus andrewsi* et du rongeur *Arvicanthus sp.* exhumés du niveau d'habitat C1 de FJ-1 au cours des campagnes de fouilles (Asfaw *et al.*, 1991 ; Echassoux *et al.*, 2004), permettent de raccorder cet assemblage avec le membre G supérieur de la formation de Shungura, daté entre 2,1 Ma et 1,90 Ma, et le membre Upper Burgi de la formation de Koobi Fora, dont l'âge est compris entre 1,90 Ma et 1,88 Ma (Brown et Feibel, 1991). Les suidés *Notochoerus scotti*, disparaissant vers 1,80 Ma, et *Metridiochoerus modestus*, apparaissant à 1,89 Ma (White, 1995 in Echassoux *et al.*, 2004), sont tous deux présents dans l'ensemble stratigraphique V. Enfin la détermination d'*Elephas Recki cf Atavus* et

Magnéto stratigraphie	Stratigraphie et ensembles	Age ESR en Ma	Age absolu estimé	Corrélation stratigraphique	
Matuyama	Olduvai	V	1,80 Ma - 1,89 Ma	Disparition de <i>Notochoerus scotti</i> Apparition de <i>Metridiochoerus modestus</i>	
		IV	1,90 Ma	Tuf H-1 de la formation de Shungura	
		III	1,90 Ma	Membre G supérieur de la formation de Shungura et sommet du membre Upper Burgi de la formation de Koobi Fora	
		C1	1,96 ± 0,32		2,1 Ma
		II		2,1 Ma	Membre G inférieur et/ou Membre F supérieur de la formation de Shungura ??
		Ia		2,1 Ma	
Ib		2,40 ± 0,54	2,32 Ma		

Tab. 1 : Données chronologiques actuellement disponibles sur le site de Fejej FJ-1.
Tab. 1: Chronological data obtained from the Fejej FJ-1 site.

l'assemblage paléontologique de l'ensemble stratigraphique I indiquent que cet ensemble ne serait pas plus ancien que le membre F supérieur de la formation de Shungura (Echassoux *et al.*, 2004 ; Brown *et al.*, 1985) et permettraient de corréliser l'ensemble I avec les membres F supérieur ou G inférieur de la formation de Shungura (2,32 Ma à 1,90 Ma).

Une étude magnétostratigraphique a été réalisée à l'aide d'un magnétomètre cryogénique sur des cubes orientés de sédiments prélevés dans chaque ensemble stratigraphique. L'étude complète du paléomagnétisme des sédiments de FJ-1, présentant l'ensemble des résultats obtenus et illustré par les stéréogrammes, fera l'objet d'une publication ultérieure, mais nous pouvons en évoquer les résultats majeurs. Les mesures de paléomagnétisme indiquent que l'ensemble I enregistre une polarité inverse et que les dépôts sédimentaires des ensembles III et IV se sont mis en place durant un événement magnétique positif.

Des analyses téphrostratigraphiques ont été effectuées par Asfaw *et al.* (1991, 1993) mais ces dernières ont été critiquées par Haileab et Feibel (1993). Toutefois le tuf de FJ-1 a été corrélé par ces derniers auteurs avec le tuf H-1 de la formation de Shungura dont l'âge est estimé à 1,90 Ma (Feibel *et al.*, 1989).

La méthode de datation par résonance paramagnétique électronique (RPE) sur grains de quartz blanchis (Laurent *et al.*, 1998) a également été utilisée à Fejej FJ-1. Elle permet d'attribuer aux ensembles I et au niveau du sol d'habitat C1 des âges respectifs de $2,40 \pm 0,40$ Ma et de $1,96 \pm 0,32$ Ma.

Les données biostratigraphiques et géochronologiques actuellement disponibles sur le site FJ-1 (Tab. 1) permettent donc de corréliser l'inversion magnétostratigraphique observée avec la base de l'épisode magnétique d'Olduvai, datée à 1,96 Ma (McDougall *et al.*, 1992 ; Spell et McDougall, 1992 ; Shakleton *et al.*, 1990). Cette inversion est également enregistrée dans le membre G-27 de la formation de Shungura (Brown *et al.*, 1978) et le membre Upper Burgi de la formation de Koobi-Fora. Toutes les données s'entendent pour montrer que la séquence sédimentaire de FJ-1 s'est mise en place entre 2,40 Ma et 1,89 Ma et d'attribuer au niveau archéologique C1 un âge compris entre 1,96 et 1,90 Ma.

DISCUSSION

Les résultats stratigraphiques, granulométriques et morphoscopiques indiquent que les quatre ensembles stratigraphiques étudiés se sont déposés dans un environnement sédimentaire fluvial. A la base de la séquence (Ensemble I), le milieu aquatique est relativement calme et propice à la décantation des argiles. Il est entrecoupé d'épisodes plus actifs ayant permis la mise en place de lits sableux à grains grossiers et plus fins, suite à la divagation sur une plaine d'inondation d'un chenal. Le second faciès de l'ensemble I traduit un milieu fluvial à proximité du cours d'eau. Les

données paléomagnétiques, biostratigraphiques et radiométriques actuellement disponibles pour cet ensemble permettent de placer sa mise en place au cours de la première partie de la période inverse de Matuyama, entre 2,4 Ma et 2,1 Ma, sans corrélation précise avec les membres de la formation de Shungura ou de Koobi Fora.

L'ensemble conglomératique II sus-jacent traduit sans conteste un environnement fluvial très turbulent et plus précisément le lit même du cours d'eau. Cet ensemble se serait mis en place vers 2,1 Ma sur une période de l'ordre de quelques milliers ou centaines d'années. Ce conglomérat polygénique affleure aussi dans le lit d'un cours d'eau intermittent à environ 300 m à l'est du site FJ-1 sur une hauteur d'au moins 14 m. Cependant, la continuité stratigraphique de l'ensemble II entre ces deux secteurs et la morphologie de l'ancien chenal n'ont pas pu être observées en raison du relief collinaire de faible dénivellation et des formations superficielles récentes. Affleurant à une soixantaine de kilomètres au sud de Fejej, le membre Upper Burgi de la formation de Koobi Fora, auquel l'ensemble III est corrélé, est divisé en deux unités, le membre Lower Burgi et le membre Upper Burgi. La limite entre les deux membres correspond à une discontinuité angulaire ou à une surface d'érosion (Bowen et Vondra, 1973 ; Brown et Feibel, 1986) interprétée comme dérivant du basculement de la formation de Koobi Fora. Cette activité tectonique qui résulte de la surrection du flanc oriental du rift du Turkana, débutant vers 2,5 Ma, a entraîné localement des phases d'arrêts de sédimentation et des phases d'érosion qui expliquent un hiatus sédimentaire entre 2,5 Ma et 2 Ma dans le membre Burgi de la formation de Koobi Fora alors que la sédimentation est continue à l'ouest du Lac Turkana (Feibel, 1997). En raison de la proximité et de la position chronostratigraphique de la séquence de Fejej, il est possible que cette discontinuité sédimentaire majeure du membre Burgi se rencontre dans la région de FJ-1 à la limite séparant les ensembles stratigraphiques I et II.

L'ensemble III traduit une accalmie de l'énergie cinétique du milieu fluvial due à l'éloignement du cours d'eau. Les sédiments sont alors apportés au cours des inondations épisodiques. En période d'exondation, les hominidés s'installent à proximité du cours d'eau et abandonnent leurs déchets culinaires et leurs industries lithiques. Progressivement, les sédiments recouvrent la couche archéologique. Deux niveaux de calcrètes d'origine pédologique se forment et la bioturbation des sédiments par les racines détruit les éventuelles figures sédimentaires. Cet ensemble corrélé à l'évènement normal d'Olduvai (de 1,96 à 1,77 Ma), s'est mis en place entre 1,96 et 1,90 Ma.

Les cendres volcaniques de l'ensemble IV sont des retombées volcaniques, qui après avoir connu un transport aérien, ont été transportées par une rivière, puis ont décanté en même temps que les sédiments terrigènes au cours d'une période d'inondation. L'épaisseur du niveau volcanique (1 m) et l'absence de

transition granulométrique montrent la charge importante du cours d'eau et la forte proportion en cendres volcaniques dont les fragments sont anguleux, laissent supposer, hormis l'instantanéité de leur expulsion dans l'atmosphère, que l'émissaire volcanique est proche de la région de Fejej. Le niveau de cendres volcaniques de FJ-1 a été corrélé par la caractérisation chimique des verres volcaniques au tuf H-1 de la formation de Shungura d'âge estimé à 1,90 Ma (Feibel. et al, 1989 ; Haileab et Feibel, 1993).

Enfin l'ensemble V, partiellement érodé et présentant un aspect similaire à celui de l'ensemble III a été biostratigraphiquement corrélé au membre H de la formation de Shungura mais la présence des deux suidés *Notochoerus scotti* et *Metridiochoerus modestus* précise que les sédiments de l'ensemble V se sont mis en place entre 1,89 Ma et 1,80 Ma.

Les résultats des analyses morphoscopiques sur les grains de quartz et de l'étude des minéraux lourds en grains montrent que le transport des sédiments des différents ensembles stratigraphiques de FJ-1 a été relativement court. D'autre part, les cortèges minéralogiques indiquent que les provinces d'approvisionnement en sédiments correspondent principalement à la chaîne Hamar et aux hauts plateaux basaltiques. Ces données morphoscopiques, aussi bien des minéraux que des verres volcaniques, excluent l'idée d'un apport des sédiments par le fleuve Omo puisqu'il s'écoule sur plus de 1000 km à travers l'Éthiopie du nord vers le sud. Cette distance est bien suffisante pour émousser les contours des grains de quartz. La séquence sédimentaire de Fejej a donc été mise en place par une rivière tribulaire du fleuve Omo ayant sa source dans la chaîne Hamar et s'écoulant à travers le plateau basaltique situé à l'est de Fejej.

En raison de contradiction au sujet de la corrélation du tuf volcanique de FJ-1, plusieurs échantillons de l'ensemble IV sont actuellement en cours d'analyses, en collaboration avec l'équipe du Laboratoire d'Analyses Radiochimiques et Chimiques du Commissariat à l'Énergie Atomique de Cadarache et des datations radiométriques par la méthode ^{39}Ar - ^{40}Ar sont effectuées avec Gilbert Féraud du laboratoire Géosciences Azur de l'Université de Nice. Ces données feront l'objet d'une publication ultérieure.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'ensemble des participants aux campagnes de fouille du site FJ-1 effectuées entre 1992 et 2002, Michel Laurent qui a réalisé les premières analyses sédimentologiques et magnétostratigraphiques et les datations RPE. Le spectromètre RPE du Département de Préhistoire du Muséum National d'Histoire Naturelle a été acheté grâce à l'aide de la Région Île de France. Remerciements à Monique Beiner (ULP Strasbourg) et à Mireille Delaune de l'IRD qui ont aidé à la détermination des minéraux lourds, à Didier Vandamme et ses collègues pour leur encadrement, leur disponibilité lors des journées de mesures du paléomagnétisme au CEREGE, à Gilbert Féraud et ses collègues du laboratoire Géosciences Azur de l'Université de Nice, à l'équipe du Laboratoire d'Analyses Radiochimiques et Chimiques du Commissariat à l'Énergie Atomique de Cadarache avec qui les discussions sont très enrichissantes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ASFAW, B., BEYENE, Y., SEMAW, S., SUWA, G., WHITE, T. & WOLDEGABRIEL, G., 1991 - Fejej : a new paleoanthropological research area in Ethiopia. *Journal of Human Evolution*, **21**, 137-143.
- ASFAW, B., BEYENE, Y., SEMAW, S., SUWA, G., WHITE, T., & WOLDEGABRIEL, G., 1993 - Tephra from Fejej, Ethiopia - A reply. *Journal of Human Evolution*, **25**, 519-521.
- BOWEN, B.E. & VONDRA, C.F., 1973 - Stratigraphical relationships of the Plio-Pleistocene deposits, East Rudolf Basin. *Nature*, **242**, 391-393.
- BROWN, F.H., 1995 - The potential of the Turkana Basin for paleoclimatic reconstruction in East Africa. In Vrba E.S., Denton G.H., Partridge T.C. et Burkle L.H. (eds) : *Paleoclimate and evolution, with emphasis on human origins*, Yale University, 319-330.
- BROWN, F.H., SHUEY, R.T. & CROES, M.K., 1978 - Magnetotratigraphy of the Shungura and Usno Formations, southwestern Ethiopia : new data and comprehensive reanalysis. *Geophysical Journal Research Astronomy Society*, **54**, 519-538.
- BROWN, F.H., McDOUGALL, I., DAVIES, T., & MAIER, R., 1985 - An integrated plio-pleistocene chronology for the Turkana basin. In E. Delson (ed.) : *Ancestors : The hard evidence*, Alan R. Liss, New York, 82-90.
- BROWN, F.H., & FEIBEL, C.S., 1986 - Revision of lithostratigraphic nomenclature in the Koobi Fora region, Kenya. *Journal of the Geological society, London*, **143**, 297-310.
- BROWN, F. H., & FEIBEL, C. S., 1988 - "Robust" hominids and Plio-Pleistocene paleogeography of the Turkana basin, Kenya and Ethiopia. In GRINE F. E. (ed) - *Evolutionary history of the "robust" australopithecines*, Aldine de Gruyter, New York, 325-341.
- BROWN, F.H., & FEIBEL, C. S., 1991 - Stratigraphy, depositional environments, and palaeogeography of the Koobi Fora formation. In HARRIS J.M. (ed) - *Koobi Fora Research Project volume 3 : the fossil ungulates, geology, fossil artiodactyls, and palaeoenvironments*, Clarendon Press, Oxford, 1-30.
- CERLING, T.E., 1994 - Lake Turkana and its precursors in the Turkana Basin, East Africa (Kenya and Ethiopia). In GIERLOWSKI-KORDESCH E. et KELTS K. (eds) : *Global geological record of Lake basin*, 1, 341-343
- DAVIDSON, A., 1983 - *The Omo River Project - Reconnaissance Geology and Geochemistry of Parts of Ilubabor, Kefa, Gemu Gofa and Sidamo, Ethiopia*. Ministry of Mines and Energy, Bulletin of the Ethiopian Institute of Geological Surveys, **2**, 89 p.
- ECHASSOUX, A., MOULLE, P.-E., DESCLAUX, E., & ALEMSEGED, Z., 2004 - Les faunes plio-pléistocènes du site de Fejej FJ-1. In, H. de Lumley, Y. Beyene (dir.) : *Les sites Préhistoriques de la région de Fejej, Sud-Omo, Ethiopie, dans leur contexte stratigraphique et paléontologique*. ERC, ADPF association, 203-340.
- FEIBEL, C.S. 1994 - Freshwater stingrays from the Plio-Pleistocene of the Turkana Basin, Kenya and Ethiopia. *Lethaia*, **26**, 359-366.
- FEIBEL, C.S., 1997 - A terrestrial auxiliary stratotype point and section for the plio-pleistocene boundary in the Turkana basin, east Africa. *Quaternary International*, **40**, pp. 73-79.
- FEIBEL, C.S., BROWN, F.H., & McDOUGALL, I., 1989 - Stratigraphic context of fossil hominids from the Omo group deposits, northern Turkana Basin, Kenya and Ethiopia. *American Journal of Physical Anthropology*, **78**, 595-622.
- FEIBEL, C.S., HARRIS, J.M., & BROWN, F.H., 1991 - Palaeoenvironmental context for the Late Neogene of the Turkana Basin. In HARRIS J.M. (ed) - *Koobi Fora Research Project volume 3 : the fossil ungulates, geology, fossil artiodactyls, and palaeoenvironments*, Clarendon Press, Oxford, 321-365.
- HAILEAB, B., & FEIBEL, C. S., 1993 - Tephra from Fejej, Ethiopia - A reply. *Journal of Human Evolution*, **25**, 515-517.
- HARRIS, J.M., BROWN, F.H., & LEAKEY, M.G., 1988 - Stratigraphy and paleontology of Pliocene and Pleistocene localities west of Lake Turkana, Kenya. *Contribution in Sciences, Natural History Museum of Los Angeles County*, **399**, 1-128.
- HEIKEN, G., & WOHLLETZ, K., 1985 - Volcanic ash, University of California Press, 246 p.

- HEINZELIN, J. de (ed.), 1983** - *The Omo group – Archives of the International Omo Research Expedition*. Annales du Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren, Belgique, série 8, Sciences géologiques, **85**, 365 p.
- LAURENT, M., FALGUÈRES, C., BAHAIN, J.J., ROUSSEAU, L., & VAN VLIET LANOË, B., 1998** - ESR dating of quartz extracted from quaternary and neogene sediments : method, potential and limits. *Quaternary Geochronology (Quaternary Science Reviews)*, **17**, 1057-1062.
- LUMLEY, H. de, & BEYENE, Y., (dir) 2004** - *Les sites préhistoriques de la région de Fejej, Sud Omo, Ethiopie, dans leur contexte stratigraphique et paléontologique*. Editions Recherche sur les Civilisations, Association pour la diffusion de la pensée française, Ministère des Affaires Etrangères, Paris, 635 pages.
- LUMLEY, M.A. de, & MARCHAL, F., 2004** - Les restes d'hominidés du site de Fejej FJ-1. In: H. de Lumley, Y. Beyene (dir.) : *Les sites Préhistoriques de la région de Fejej, Sud-Omo, Ethiopie, dans leur contexte stratigraphique et paléontologique*. ERC, ADPF association, 203-340.
- McDOUGALL, I., 1985** - K-Ar and ^{40}Ar - ^{39}Ar dating of the hominid-bearing Plio-Pleistocene sequence at Koobi Fora, Lake Turkana, northern Kenya. *Geophysical Society of America Bulletin*, **96**, 159-745.
- McDOUGALL, I., BROWN, F.H., CERLING, T.E., & HILLHOUSE, J.W., 1992** - A reappraisal of the geomagnetic polarity time scale to 4 Ma using data from the Turkana Basin, East Africa. *Geophysical research letters*, **19**, 2349-2352.
- ROCHE, H., DELAGNES, A., BRUGAL, J.-P., FEIBEL, C., KIBUNJIA, M., MOURRE, V., & TEXIER, P.-J., 1999** - Evidence for early hominids lithic production and technical skill at 2.3 Myr, West Turkana, Kenya, *Nature*, **399**, 57-60.
- ROGERS, M.J., HARRIS, J.W.K., & FEIBEL, C.S., 1994** - Changing patterns of land use by Plio-Pleistocene hominids in the Lake Turkana Basin. *Journal of Human Evolution*, **27**, 139-158.
- SEMAW, S., 2000** - The World's Oldest Stone Artefacts from Gona, Ethiopia : Their Implications for Understanding Stone Technology and Patterns of Human Evolution between 2.6–1.5 Million Years Ago, *Journal of Archaeological Science*, **27**, 1197-1214.
- SHAKLETON, N.J., BERGER, A., & PELTIER, W. R., 1990** - An alternative astronomical calibration of the lower Pleistocene timescale based on ODP Site 677, *Trans. Royal Society Edinburgh : Earth Sciences*, **81**, 251-261.
- SPELL, T.L., & McDOUGALL, I., 1992** - Revisions to the age of the Brunhes/Matuyama boundary and the Pleistocene geomagnetic polarity timescale. *Geophysical research letters*, **19**, 12, 1181-1184.
- WHITE, T.D., 1995** - African omnivores: global climatic change and plio-pleistocene hominids and suids. In: E.S. Vrba, G.H. Denton, T.C. Partridge., L.H. Burckle (ed.), *Paleoclimate and evolution, with Emphasis on Human Origins*. Yale University Press, 369-384.