

Paléontologie humaine et préhistoire

Nouveaux sites paléolithiques anciens en République de Djibouti : bilan préliminaire de prospections récentes dans le Bassin du Gobaad, Afar central

Sonia Harmand^{a,*}, David DeGusta^b, Ludovic Slimak^c, Jason Lewis^b,
Stephanie Melillo^d, Ilsa Dohmen^b, Mohamed Omar^e

^a UMR 7055, laboratoire de préhistoire et technologie, maison de l'archéologie et de l'ethnologie, boîte 3, 21, allée de l'Université, 92023 Nanterre cedex, France

^b Department of Anthropology, Stanford University, 450, Serra Mall, Bldg 50, Stanford, CA 94305, États-Unis

^c UMR 5608, TRACES, CNRS, maison de la recherche, université de Toulouse-Le Mirail, 5, allées Antonio-Machado, 31058 Toulouse cedex 9, France

^d Department of Biology, Stanford University, 371, Serra Mall, Gilbert Hall, Stanford, CA 94305, États-Unis

^e Centre d'études et de recherches de Djibouti, institut des sciences sociales, BP 486, Djibouti

Reçu le 1^{er} octobre 2008 ; accepté après révision le 6 janvier 2009

Disponible sur Internet le 26 mars 2009

Présenté par Yves Coppens

Résumé

Dans les années 1980, les recherches archéologiques menées en République de Djibouti ont permis d'établir la présence des hominidés anciens dans cette région de la Corne de l'Afrique, avec la découverte du site de dépeçage à éléphant de Barogali par J. Chavaillon et A. Berthelet et la mise au jour d'un maxillaire « d'*Homo erectus/sapiens* » par l'équipe de L. de Bonis. Les recherches sur le Paléolithique en République de Djibouti se sont ensuite interrompues. En 2007, de nouvelles prospections dans la région du Gobaad menées par la Mission archéologique et paléontologique Afar Djibouti (MAPAD) ont conduit à la découverte de plusieurs sites archéologiques et paléontologiques anciens. Parmi eux, trois sites livrent en surface de riches concentrations de pièces lithiques qui, selon un bilan préliminaire, peuvent être attribuées à une expression de l'Oldowayen. Le site de Chekheyti Issie 3 (CKI-3), en particulier, s'étend sur plus de 100 m² et livre en surface une abondante industrie lithique, en association spatiale avec les restes fossilisés d'un hippopotame. Plusieurs pièces lithiques ont pu être remontées entre elles, suggérant que ce site a été peu perturbé depuis sa formation et sa mise au jour. La poursuite des recherches sur le terrain et, en particulier, la fouille et l'étude du site de CKI-3 pourront apporter de nouveaux éléments sur le mode de prédation (par chasse ou charognage) des grands herbivores par les hominidés anciens. Plus généralement, l'ensemble des nouveaux sites découverts dans le Bassin du Gobaad offrent l'opportunité d'étudier la diversité des comportements techniques et des stratégies de subsistance au Pléistocène inférieur, à une échelle à la fois intra- et interrégionale. **Pour citer cet article : S. Harmand et al., C. R. Palevol 8 (2009).**

© 2009 Académie des sciences. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : sonia.harmand@mae.u-paris10.fr (S. Harmand).

Abstract

New sites from the Lower Paleolithic of the Republic of Djibouti: Initial results from a recent survey of the Gobaad Basin, Central Afar. Previous research in the Republic of Djibouti resulted in two notable Paleolithic findings: the Oldowan elephant butchery site of Barogali, excavated by J. Chavaillon and A. Berthelet, and a *Homo erectus/sapiens* maxilla described by L. de Bonis et al. These discoveries were made in the 1980s, and no paleoanthropological surveys have been conducted in Djibouti in the following decades. In 2007, the *Mission archéologique et paléontologique Afar Djibouti (MAPAD)* carried out a new survey of the Gobaad Basin and discovered several new archaeological and paleontological sites attributed to the Lower Paleolithic. Three sites in particular contain rich concentrations of lithic artifacts on the surface that, based on field examination, can be attributed to the Oldowan. Of these, the site of Chekheyti Issie 3 (CKI-3) is the largest, comprising a surface of well over 100 m² of abundant Oldowan lithics in spatial association with fossil hippopotamus remains. The presence of lithic refits, identified in an ad hoc fashion in the field, suggests that the site was minimally disturbed. Further excavation and analysis of CKI-3 should provide insight into carcass acquisition and processing by early hominids. More generally, the newly discovered sites in the Gobaad Basin will allow for the testing of a range of hypotheses regarding both local and regional variation in hominid technology, behavior, and subsistence strategies in the Lower Pleistocene. **To cite this article:** S. Harmand et al., C. R. Palevol 8 (2009).

© 2009 Académie des sciences. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Mots clés : Djibouti ; Bassin du Gobaad ; Pléistocène ; Oldowayen ; Industrie lithique ; Hippopotame ; Site de dépeçage

Keywords: Djibouti; Gobaad Basin; Pleistocene; Oldowan; Lithic industry; Hippo; Butchery site

Abridged English version

Previous work in the Gobaad Basin, Djibouti

The Afar region of Djibouti is primarily exposed in the Gobaad Basin (Figs. 1 and 2), first noted to contain fossils by M. Dreyfuss [27]. Geological mapping projects in the early 1970s led to reports of lithics and the recovery of small samples of fossils from the Gobaad [47,48,54,55]. Subsequent fieldwork targeting pre-Holocene sites was carried out in the Gobaad by teams led by L. de Bonis (in 1983 and from 1985 to 1986) and J. Chavaillon (from 1985 to 1990), with continuing work on Holocene materials led by X. Gutherz. This work resulted in the identification of five pre-Holocene sites in the Gobaad: Haïdalo [15], Gafalo [28], Hara Idé [21,22,54], Anabo Koma (including Wadi Chekheyti) [16,21,22,54], and Barogali [3,4,15,16] (Fig. 1; Table 1). The most important findings from these sites were the Oldowan elephant butchery site at Barogali and the *Homo erectus/sapiens* maxilla from Hara Idé.

As of 2007, then, the known fauna from the Gobaad was limited to circa 100 specimens from two sites (Anabo Koma and Hara Idé), plus a few large mammal skeletons. The only described lithics from the Gobaad were the single assemblage from Barogali, with a few mentions of the presence of lithics at Anabo Koma. There was very little information available on the geological and spatial context of the Gobaad sites, which broadly appear to sample the Lower Pleistocene. No paleontological or paleoanthropological survey had apparently been conducted in the Gobaad other than the work of L. de Bonis and J. Chavaillon in the 1980s.

Outside the known sites, it was unclear which portions of the Gobaad had been checked for pre-Holocene sites.

Mission archéologique et paléontologique Afar Djibouti (MAPAD)

From October to November 2007, the MAPAD conducted a systematic survey of the Gobaad Basin to identify sites with fossils and/or lithics bearing on human origins. We also carried out more limited survey in the Hanle and Gagaade Basins of Djibouti. The MAPAD is a joint scientific operation between Stanford University (United States), CNRS (France), and the *Centre d'études et de recherche de Djibouti (CERD, Djibouti)*. The project was initiated by D.D. and L.S. in 2007, and is currently codirected by authors D.D. and S.H.

Prior to the fieldwork, analysis of geological and remote sensing data allowed the identification and prioritization of targets for ground survey [2]. Specifically, we acquired and analyzed Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+, 8 bands, 15–30 m spatial resolution; <http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov>) and Advanced Spaceborne Thermal Emission and Radiometry (ASTER, 14 bands, 15–90 m spatial resolution [30]) remote sensing data for the Gobaad Basin. We used the ETM+ and ASTER data to differentiate volcanics from sediment, vegetated areas from barren areas, and to trace particular sediments across large regions [31,51], all assisting in the identification of target areas. The software package ENVI (ITT Visual Information Solutions) was used to manipulate and analyze the bands (channels) of the datasets. Spectral profiles were examined for various regions of interest, and supervised

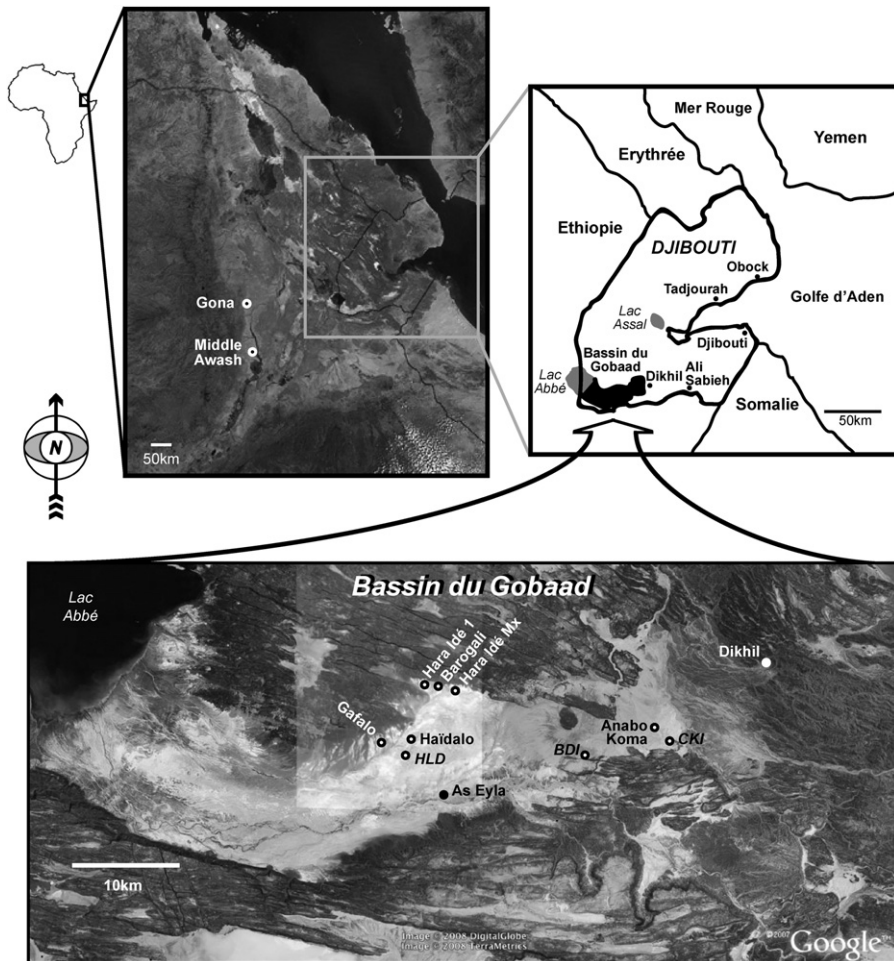


Fig. 1. Localisation géographique du Triangle de l'Afar, de la République de Djibouti et du Bassin du Gobaad et des sites paléolithiques mentionnés dans le texte. BDI: Bakari Daïmo Issie; CKI: Chekheyti Issie; HLD: Haïdalo Le Dura.

Fig. 1. Geographical location of the Afar Triangle, Republic of Djibouti and the Gobaad Basin, and the Paleolithic sites mentioned in the text. BDI: Bakari Daïmo Issie; CKI: Chekheyti Issie; HLD: Haïdalo Le Dura.

classification algorithms used to quantitatively assess the extent of those outcrops [34]. Digital elevation models (DEMs) derived from the ASTER dataset were used to evaluate the accessibility of the regions of interest. We then transferred these data into a geographic information system (GIS). We created a model for the Gobaad Basin using ArcMap software (ESRI Products) and overlaid the ASTER data with digitized and georeferenced geological and cartographic maps of the area. The targeting thus drew on a combined analysis of remotely sensed data (satellite imagery), geological maps, and the previous work done in the Gobaad.

Our ground survey resulted in the discovery of multiple new sites in the Gobaad Basin, some with fauna only, others with rich concentrations of lithics, and a few with both (Table 2, Fig. 1). Some were very

rich in artifacts, like in the region of Bakari Daïmo and near the airport (Haïdalo Le Dura, Bakari Daïmo Issie), while others were less rich CKI-1, 2 et 4, Anabo Koma, Sankal, Hara Idé, Haïdalo Le Dura). One site in particular, CKI-3 (Figs. 1 and 3) provides important new evidence bearing on early hominid behavior. Surface collection was performed on a portion of CKI-3: neither excavation nor surface collection were performed at any of the other localities (Table 2).

The MAPAD is an on-going project, and only the preliminary description of the lithic industry and the faunal remains discovered at the site of CKI-3 are provided here. Detailed reports await continued fieldwork to better characterize the fossils and stone tools of the Gobaad Basin, along with their geochronological contexts.

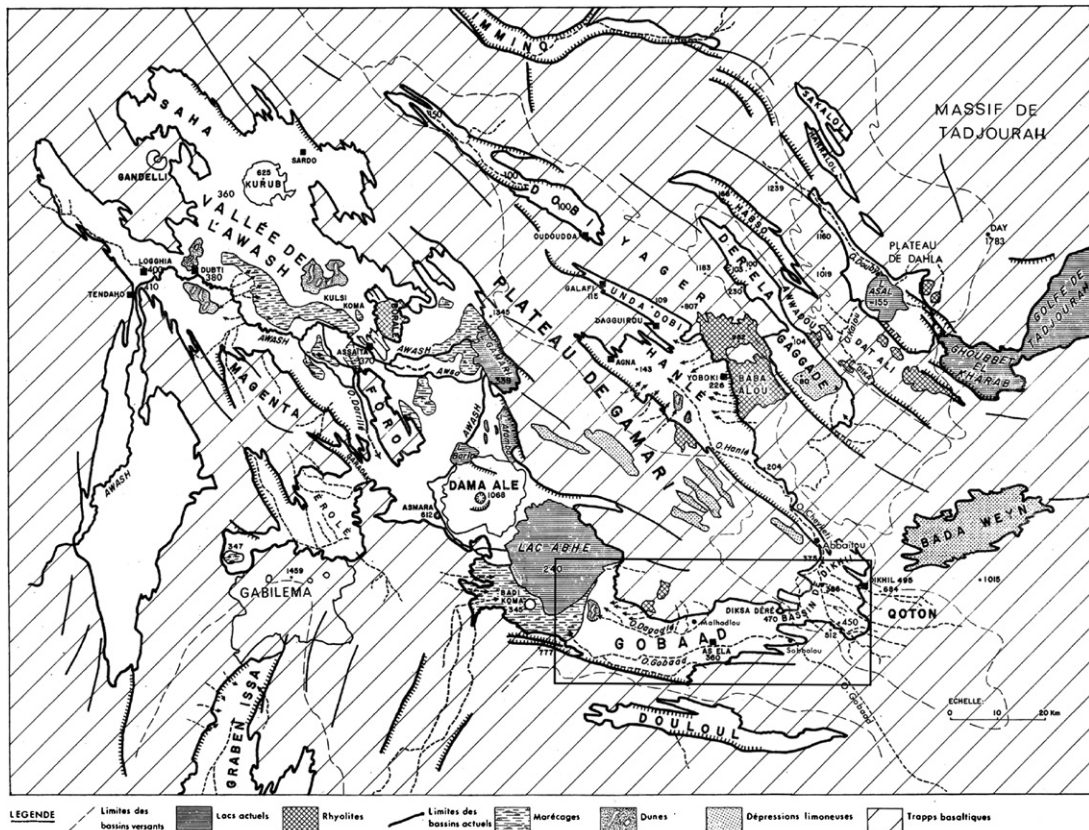


Fig. 2. Cadre géographique et géologique de la région du Gobaad dans le contexte tectonique du rift nord est-africain, d'après [32].

Fig. 2. Geographical and geological context of the Gobaad Basin, and its relation to the rest of the northern East African Rift System, from [32].

Tableau 1

Principaux sites paléolithiques connus dans le Bassin du Gobaad avant les prospections de la MAPAD en 2007.

Table 1

Previously known Paleolithic sites in the Gobaad Basin, before the MAPAD surveys in 2007.

Site	Âge (Ma) ^a	Date ^b	Faune	Lithique	Actions	Équipe	Années	Publications ^c
Anabo Koma	1,3–1,9	B, P, K	+	✓	Prospections	L. de Bonis	1983–1986	21, 22, 54
Barogali	1,3–1,6	B	✓	+	Fouilles	J. Chavaillon	1985–1987	3, 16, 17
Gafalo	1,3–1,6	B	✓	–	Fouilles	X. Gutherz	1996	28
Haïdalo	0,5–1,5	B	✓	–	Fouilles	J. Chavaillon	1987–1990	13, 15
Hara Idé I	0,3–0,9	B, P	+	?	Prospections	L. de Bonis	1983–1986	21, 22, 54
Hara Idé Mx	0,1–0,3	B, P	+	?	Prospections	L. de Bonis	1983–1986	21, 22, 54

+ : décrit ; *described*; ✓ : recensé mais sans description ; *noted as present, but no detail given*; – : absence de données ; *absent*; ? : pas d'indication de présence ou d'absence ; *no indication as to presence or absence*.

^a Âge estimé à partir de datations biochronologique et radiométrique. Les intervalles de confiance sont des minimums.

Age is rough estimate based on limited biochronological and radiometric dating. The confidence intervals listed for these estimates are likely minimums.

^b Méthodes de datation : B : biochronologique ; P : paléomagnétique ; K : K/Ar.

Dating methods used: B: biochronological; P: paleomagnetic; K: K/Ar.

^c Principales publications ; les chiffres renvoient aux articles cités dans les références. *Major publications; numbers correspond to papers listed in the references.*

Tableau 2

Nouveaux sites du Paléolithique ancien découverts dans le Bassin du Gobaad par la MAPAD.

Table 2

New sites from the Lower Paleolithic discovered in the Gobaad Basin by the MAPAD.

Site	Abréviation	Nature	Chronologie	Actions menées en 2007
Chekheyti Issie 1	CKI-1	Fossiles	Pléistocène inférieur	Identification et prélèvement
Chekheyti Issie 2	CKI-2	Lithique & fossiles	Oldowayen	Identification et description
Chekheyti Issie 3	CKI-3	Lithique & hippo	Oldowayen	Collecte de surface (111 m ²)
Chekheyti Issie 4	CKI-4	Lithique & hippo	Oldowayen	Identification et description
Haidalo Le Dura	HDL-1	Lithique	Oldowayen	Identification et description
Bakari Daïmo Issie 1	BDI-1	Lithique	Oldowayen	Identification et description



Fig. 3. Vue générale du site de Chekheyti Issie 3. La collecte de surface par mètre carré est indiquée par les drapeaux.

Fig. 3. General view of the site of Chekheyti Issie 3. Collection squares (1 m) marked by flags.

Chekheyti Issie (CKI)

The hill of Anabo Koma is near the seasonal drainage named Wadi Chekheyti. Previous work in this general area yielded collected fossils [22,54] and observations of stone tools [47,48], as discussed above, but the specific locations of both the fossils and the observed tools were not published. Our survey examined this same general area, and focused on a series of small erosional hills along the Wadi Chekheyti near Anabo Koma (Figs. 1 and 3). The local name for this area was given as CKI, and we established several collecting localities based on the fauna and lithics we observed. These include localities with primarily faunal remains (CKI-1), as well as a locality with both fauna and a surface concentration of artifacts (CKI-2) (Table 2, Fig. 1).

Most notably, however, the locality of CKI-3 (Fig. 3) contains hundreds of hippopotamus elements (Fig. 4) in spatial association with hundreds of stone tools. These materials are distributed across several hundred square meters, in zones of varying densities, and appear to be eroding from a clay–sand matrix. In the southern part of CKI-3 there is a large concentration of skeletal remains and lithic material, intersected by many small ravines

that dissect the site (Fig. 3). The surface materials in this area, the richest portion of the site, were systematically collected across 111 m² because of the high risk of loss via erosion during the next rainy season. Surface collection was performed by the square meter, according to the organization of a traditional archaeological grid. Each one-meter square was digitally photographed, and the photo printed immediately in the field. Each faunal remain and lithic piece collected was then identified on the photograph and labelled accordingly. Thus, we are able to reconstruct the spatial distribution of the



Fig. 4. Restes fossilisés d'hippopotame à Chekheyti Issie 3.

Fig. 4. Hippopotamus fossil remains from Chekheyti Issie 3.



Fig. 5. Remontages à Chekheyti Issie 3.

Fig. 5. Lithic refits from Chekheyti Issie 3.

remains after their removal in each square, and then assemble the squares into a master grid of the entire site. The collected faunal and lithic materials are currently housed at the *Centre d'études et de recherche de Djibouti*.

Archaeology of CKI-3

The lithic industry of CKI-3 is composed of artifacts of various sizes ranging from very small (<2 cm) to very large (cores, blocks, cobbles, and flakes greater than 10 cm). The presence of very small flakes in the assemblage, the absence of alteration to the edges, and the presence of several refits, suggest that the lithics were only recently exposed. In addition, the spatial distribution of the lithic (and faunal) remains show no obvious preferential orientation nor slope. From a dynamic point of view, the spatial proximity of refitting lithics indicates that the site was minimally disturbed.

The lithic assemblage is composed of numerous débitage products, including cortical and non-cortical flakes, fragments, cores made from small blocks, and some flake tools. At the same time, there are heavy tools made primarily from quartzite: unifacial and bifacial choppers, broken cobbles and polyhedrons. A few hammerstones were also identified. Petrographically, the archaeological pieces are mostly made from limestones, rhyolites, and metamorphic rocks (quartzites and quartz). Several pieces were able to be refitted with one another in the field, despite the lack of any systematic effort to identify refits. The most remarkable refit was three limestone flakes that were able to be reassembled with their core (Fig. 5). These refitted elements were all found within the same square meter.

The lithic assemblage, on first inspection, can be attributed to the Oldowan. The age of the site is not currently known, though several volcanics were sampled in hopes of providing radiometric dates.

Paleontology of CKI-3

The fossil assemblage of CKI-3 contains circa 100+ hippopotamus remains. No major skeletal elements were duplicated based on initial field identification, but further investigation into the number of individuals represented is necessary. The hippo remains are distributed over close to 100 m², and lack any obvious preferred spatial orientation (Fig. 4). Within this overall distribution of remains is a circa 10 m² dense concentration of hippo remains along with particularly abundant lithics (Fig. 5). Bone surface preservation ranges from excellent to poor. During our initial observations in the field, we identified a number of linear striations and puncture marks on the hippo remains. Further research is aimed at elucidating the nature and anatomical distribution of these markings.

Overall, CKI-3 appears to be an Oldowan hippo butchery site, but this hypothesis remains to be tested via a detailed taphonomic analysis of the fauna, lithics, and their geospatial contexts. Other biotic and abiotic processes may well have influenced the distribution and condition of the materials. The fauna and lithics may all represent a single depositional event, but the resolution and integrity of this site remain to be determined via detailed analysis and excavation.

Conclusions

The newly discovered sites in the Gobaad Basin of Djibouti provide important opportunities to investigate the technology and behavior of Lower Paleolithic hominids. The presence of multiple Oldowan sites, with and without fauna, within a limited spatial area in the Gobaad will allow the testing of various hypotheses about variation in Oldowan lithic technology [23,25,36,42,45,46]. The fossils and lithics at CKI-3, if shown to be temporally associated, should provide important information regarding carcass acquisition and processing by Lower Pleistocene hominids [6–8,26,39,41,44]. More broadly, the Gobaad sites can be compared with the Oldowan sites in Ethiopia, Kenya, and Tanzania to illuminate regional variation at the dawn of lithic technology.

1. Introduction

La région du Gobaad en République de Djibouti a fait l'objet dans les années 1980, de prospections et de fouilles qui ont été menées essentiellement par l'équipe de L. de Bonis [21,33] et celle de J. Chavaillon. En particulier, le site de dépeçage de Barogali (1,6–1,3 Ma), situé près du village de As Eyla, constitue le témoignage le plus ancien, quant à la présence d'hominidés à

Djibouti et est aujourd'hui une référence, du fait de l'importance de ses vestiges lithiques et fauniques attribués à l'Oldowayen [3,4,15,16].

À l'automne 2007, l'équipe de la Mission archéologique et paléontologique Afar Djibouti (MAPAD) a effectué une première campagne de terrain, essentiellement consacrée à des prospections dans le Gobaad, afin d'explorer le Paléolithique ancien de cette région, déjà connu pour la présence de sites paléontologiques et archéologiques datant de cette période [3,9,13,15,53]. La MAPAD est un projet joint entre l'université de Stanford (États-Unis), le CNRS et le centre d'études et de recherche de Djibouti. Ce projet a été initié par D.D. et L.S. début 2007 et est actuellement codirigé par D.D. et S.H.

Plusieurs sites inédits ont été repérés lors de cette première campagne de terrain, livrant de riches concentrations de pièces lithiques, parfois associées à des restes paléontologiques. Le site de CKI-3, découvert dans la région de l'oued Chekheyti, a ainsi livré les restes fossilisés d'un hippopotame se trouvant spatialement associés à une abondante industrie lithique. Plusieurs autres localités, très riches en industrie lithique (dans la région de Bakari Daïmo et à proximité de l'aéroport de As Eyla : Haïdalo Le Dura, Bakari Daïmo Issie) ou un peu moins riches (CKI-1, 2 et 4, Anabo Koma, Sankal, Hara Idé, Haïdalo Le Dura), ont également été repérées en surface, lors de ces prospections. Si une partie du site de CKI-3 a fait l'objet d'une collecte de surface exhaustive avec repérage tridimensionnel, ni fouille, ni tamisage, n'a été entrepris sur les autres localités.

Cet article présente la description préliminaire de l'industrie lithique et des restes fauniques découverts sur le site de CKI-3, important par son extension et la densité de son matériel archéologique spatialement associé à des restes de grands mammifères, peut-être un seul squelette d'hippopotame. Le potentiel archéologique du gisement, quant à la connaissance des capacités techniques et des comportements de subsistance des hominidés du Paléolithique ancien est évalué et discuté à partir des grandes tendances dégagées des premières observations de terrain. Enfin, les principales perspectives de recherches en République de Djibouti sont présentées.

2. Cadre géographique, géologique et chronologique

La région de l'Afar, située entre 10 et 15,5° de latitude nord, est une des régions les plus arides et les plus chaudes du globe. Située en Afrique orientale, entre la Mer Rouge (à l'est), les hauts plateaux éthiopiens (à l'ouest) et les plateaux somaliens (au sud), elle constitue

un désert triangulaire s'étirant sur 150 000 km² et appartenant à la zone sahélienne qui s'étend depuis la Mauritanie jusqu'à la Mer Rouge [32]. Grâce à son aridité qui a favorisé la conservation des sédiments, cette région s'est révélée exceptionnelle ces dernières années pour la découverte de vestiges paléontologiques et de restes d'hominidés [3,12,13].

Le territoire de la République de Djibouti (Fig. 1) couvre une superficie de l'ordre de 23 000 km² et se trouve inclus dans l'ensemble des faciès d'effondrements provoqués par les phénomènes tectoniques du rift est-africain. Conséquence de son contexte géodynamique particulier, à la jonction entre trois grands systèmes de rift tectoniques (rift de la Mer Rouge, du Golf d'Aden et le rift est-africain), le pays se trouve dans une région sismique et volcanique. Il en résulte que 90 % de sa formation géologique est dominée par des roches d'origine volcanique ; les 10 % restant sont des formations sédimentaires localisées essentiellement dans les plaines côtières [32].

En République de Djibouti, le Bassin du Gobaad est une plaine s'orientant est-ouest et s'étendant sur une cinquantaine de kilomètres, à l'est du lac Abbé (lac sursalé et alimenté par le fleuve Awash) et à quelques kilomètres de la frontière éthiopienne (Fig. 1). Le Gobaad fait partie du bassin du paléolac Abbé qui s'étend sur une petite partie des plateaux somaliens (Gobaad), et qui comprend également tout le Bassin de l'Awash (nord-ouest du lac Abbé, [32] : 12). D'anciens dépôts lacustres et fluviaux renferment des vestiges fossilisés de mammifères. On y observe également des coulées de laves interstratifiées dans les formations sédimentaires [4] (Fig. 2). L'étude de la stratigraphie des formations plio-pléistocènes de la région du Gobaad (régions d'Ali Sabieh, As Eyla, Dikhil et Assal) a été menée à partir des années 1970. Plusieurs formations anté-holocènes ont été individualisées, qui permettent de proposer un âge global pour les principaux dépôts fossilifères du Gobaad [32,47].

3. Historique des recherches

Les premières recherches préhistoriques importantes en République de Djibouti ont commencé en 1928, avec H. de Monfreid, P. Theilhard de Chardin et P. Lamare, puis H. Breuil et P. Wernert [9,54] qui collectent les premières pièces lithiques attribuées, selon ces auteurs, aux phases anciennes et moyennes du Paléolithique. Dans les années 1970, des prospections géologiques et archéologiques plus systématiques sont menées par C. Roubet, C. Thibault et M. Weidmann, essentiellement dans la région d'Obock [49,50], dans le cadre

de l'établissement de la Carte géologique du Territoire au 1/100 000^e. En 1984, une équipe interdisciplinaire dirigée par L. de Bonis effectue une mission de prospection dans le Bassin du Gobaad et y découvre les restes de plusieurs vertébrés (Anabo Koma), ainsi qu'un maxillaire supérieur attribué à un « *Homo erectus/Homo sapiens* » (Hara Idé) [21,33] (Tableau 1).

À Anabo Koma, environ 80 fossiles ont été mis au jour parmi lesquels un représentant bien conservé de *Sivatherium maurusium* [22,33]. Une série de pièces lithiques attribuées à l'Oldowayen et à l'Acheuléen est également recensée dans le secteur de Anabo Koma, sans toutefois de description précise de la part des auteurs [16,21,22,54]. Une série de datations radiochronologiques, effectuées sur des basaltes à plusieurs kilomètres de Anabo Koma, a donné une date de $1,8 \pm 0,9$ Ma [20]. Plusieurs indicateurs biochronologiques conduisent L. de Bonis et H. Thomas à rajeunir cette date à $1,6 \pm 0,3$ Ma [22] et $1,5 - 1,8$ Ma [54], respectivement.

Entre 1985 et 1990, l'équipe de J. Chavaillon, constituée d'archéologues et de paléontologues, effectue plusieurs prospections et fouilles dans le Bassin du Gobaad (site de boucherie de Barogali, site de Haïdalo, [3,12,13], puis au nord de la région de Tadjourah et à l'est de Ali Sabieh [11,15–17]. Plus récemment, deux chercheurs de cette équipe entreprennent la fouille du site paléontologique de Gafalo (Fig. 3) qui a livré les restes anatomiques d'un *Palaeoloxodon recki* et d'un *Hippopotamus amphibius* fossilisés simultanément [12,28] (Tableau 1).

Le site de Barogali, constitue l'un des rares sites de dépeçage attribués à l'Oldowayen. À l'échelle de l'Afrique orientale, les sites de dépeçage sont connus jusqu'à présent à Olduvai en Tanzanie (sites à *Elephas recki* du *Upper Bed I*, *FLK North* et à *Deinotherium cf bozasi*, *Lower Bed II*, [37,41,52]), ainsi qu'à Hargufia, dans la moyenne vallée de l'Awash en Éthiopie (site de dépeçage à hippopotame [18]). Pour les périodes plus récentes (Acheuléen, Pléistocène moyen), les sites de dépeçage sont connus à Gomboré IIA à Melka Kunturé en Éthiopie [14], à Nadung'a 4 [24] et à Hippo-Banda [38] au Kenya, au site WK Hippo Cliff (Olduvai) en Tanzanie [40] et à Mwanganda Village au Malawi [19].

Le site de Barogali se situe à 10 km au nord de As Eyla (Fig. 1). Trois campagnes de fouilles (1985–1987) ont permis de mettre au jour une industrie lithique oldowayenne, associée aux restes anatomiques d'un éléphant (*Elephas recki ileretensis*) probablement piégé dans un marécage [3,15,16]. L'industrie (569 éléments) se compose essentiellement d'éclats et fragments d'éclats le plus souvent bruts de retouches, de quelques nucléus, de matériel de percussion et de galets taillés

et polyèdres [3,4]. De nombreux restes anatomiques du squelette d'éléphant ont été recueillis : vertèbres, côtes, os des membres, maxillaire inférieur et supérieur, crâne, défenses, etc. La datation par résonance paramagnétique électronique sur l'émail dentaire de l'éléphant fossile indique un âge compris entre 1,3 et 1,6 Ma [1,12,17].

En 1988, les prospections effectuées par l'équipe de J. Chavaillon dans le Bassin du Gobaad ont permis de découvrir deux gisements paléontologiques (Haïdalo et Gafalo, Fig. 1) livrant les squelettes en connexion de plusieurs gros mammifères. Le site de Haïdalo a révélé le squelette intact et en connexion anatomique d'un *Elephas recki recki* compris dans des formations du Pléistocène ancien/moyen [4,13,15]. Le site de Gafalo, situé à 8 km de celui de Barogali, a livré les vestiges en connexion anatomique d'un squelette de *Elephas recki ileretensis* comprenant crâne, défenses, mandibules, côtes, bassin, membres, etc., et de celui d'un *Hippopotamus amphibius*. Aucune trace de déprédation par l'homme ou d'autres carnivores n'a été observée sur l'une ou l'autre des carcasses. L'âge de ces éléphants permet de placer chronologiquement ces ensembles entre 1,6 et 1,3 Ma [5,12,15,28].

Des peuplements plus récents, attribués à l'Acheuléen ont été reconnus dans l'est du pays, dans les régions d'Obock et Armakato [5,43,49,50,53]. Des sites du *Middle* et *Late Stone Age* ont également été signalés dans cette région, mais ils ont souvent été détruits [10,12,21].

4. La Mission archéologique et paléontologique Afar Djibouti (MAPAD)

Depuis la fin des années 1980, si les recherches sur les périodes néolithique et protohistorique à Djibouti se sont développées [29,35], celles sur le Paléolithique se sont interrompues. D'octobre à novembre 2007, une mission exploratoire de la MAPAD a permis de reprendre les recherches principalement dans les terrains plio-pléistocènes du Bassin du Gobaad et, de façon plus restreinte, dans les bassins du Hanlé et du Gaggadé. Les prospections dans le Bassin du Gobaad ont abouti à la découverte de six localités archéologiques et/ou paléontologiques de première importance et attribuées au Paléolithique ancien. Ces prospections avaient été préparées en amont par l'équipe du département d'anthropologie de l'université de Stanford, à partir des travaux géologiques détaillés et disponibles pour la région Afar de Djibouti et, en particulier, pour celle du Bassin du Gobaad [55]. Grâce à ces travaux et à la mise au point d'un SIG (ESRI ArcMap) par la superposition de cartes géologiques et de photos satellites (ASTER, <http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov>, [30]), les dépôts

potentiellement intéressants et riches en fossiles ont été géographiquement repérés [2,31,34,51]. Une fois cartographiées, ces « cibles » ont été systématiquement prospectées à pied sur le terrain. Les zones prospectées se sont révélées relativement inégales en termes de potentiel paléontologique et archéologique (Tableau 2). Certaines zones se sont révélées complètement stériles (en particulier Madertoli, Issa Ile, Diksa Diré dans le Gobaad, dans le Hanlé et dans certaines zones du Gag-gadé), d'autres moyennement « productives » (Anabo Koma, Sankal, Hara Idé, Haïdalo Le Dura). Trois zones, en revanche, ont livré de vastes concentrations de vestiges permettant l'identification de nouveaux sites archéologiques et/ou paléontologiques renfermant des outils taillés et/ou des restes de faune (zone de CKI, de Bakari Daïmo Issie et de Haïdalo) (Fig. 1 ; Tableau 2).

L'ensemble des données issues de ces prospections a été répertorié dans une base de données multicritères constituée des tracés GPS des zones prospectées, de photos numériques et de vidéos, ainsi que des notes de terrain rédigées par les différents participants du projet. L'ensemble de ces données a ensuite été intégré au modèle SIG permettant la synthèse géographique, géologique, topographique, archéologique et paléontologique des prospections.

5. Le site archéologique de CKI-3

Le potentiel archéologique et paléontologique du Bassin du Gobaad est maintenant mieux connu. Six localités majeures distantes les unes des autres de quelques kilomètres seulement ont été repérées. Elles présentent chacune une forte concentration de matériel lithique et/ou de restes de faune visible en surface. Le potentiel archéologique et/ou paléontologique de chacune de ces localités a été évalué selon trois critères : (1) abondance et fraîcheur du matériel lithique/fossile en surface, (2) présence potentielle d'un niveau archéologique préservé *in situ*, (3) préservation de l'organisation spatiale originelle du site. Chacun de ces sites a été positionné sur une carte géographique et dénommé selon leur localisation. Leur position stratigraphique devra être précisée par la poursuite des recherches sur le terrain. En l'état des connaissances, l'ensemble des dépôts au sein desquels ces sites s'insèrent font partie des formations du Gobaad attribuées au Pléistocène ancien–moyen (formation 2 ou base formation 3 [47]).

5.1. Description générale

L'oued Chekheyti avait déjà révélé sa richesse pour la paléontologie et le Paléolithique ancien [22,47,48,54].

Dans les années 1970, sur la rive gauche de cet oued, l'équipe de P. Roger avait signalé (sans aucune description précise) la présence d'une série d'objets lithiques *in situ* (*choppers*, *chopping-tools* et nucléus) [47]. Dix ans plus tard, l'équipe de L. de Bonis signale une faune de vertébrés prélevée dans les berges de l'oued Chekheyti, au sud d'Anabo koma (*Hippopotamus amphibius*, *H. gorgops*, *Sivatherium maurusium*, *Kobus kob*, *Hipparion*, etc.) [21].

CKI-3, découvert en 2007, se situe au sein d'un ensemble de petites collines d'érosion (Fig. 3) et livre les restes fossilisés d'un hippopotame, répartis sur plus d'une dizaine de mètres carrés.

La carcasse de l'hippopotame, appartenant probablement à un seul individu, avait d'abord été repérée par l'un d'entre nous (D.D., Fig. 4). Ces restes fossiles reposent sur un sédiment constitué d'une matrice argilo-sableuse et sont spatialement associés à plusieurs centaines d'outils taillés. Ces derniers se répartissent sur plusieurs centaines de mètres carrés, tout en formant des zones de densités variées.

Dans la zone sud du site, une concentration de restes osseux et de matériel lithique s'individualise, entrecoupée de petites ravines qui, à l'heure actuelle, dissèquent le site par endroit. Les pièces en surface provenant de cette zone, la plus riche du site, ont été collectées sur 111 m², afin d'arrêter la dégradation des restes anatomiques et de préserver ce qui pouvait l'être.

La collecte de surface s'est effectuée par mètre carré, selon la géographie d'un carroyage classique. Chaque carré concerné a été photographié en position orthogonale, puis les photos ont été imprimées sur le terrain. Chaque pièce lithique et chaque reste de faune ont ensuite été repérés sur les photos, numérotés et coordonnés, permettant ainsi de restituer ultérieurement la distribution spatiale des vestiges. Nous avons également collecté l'ensemble du matériel lithique des carrés dans lesquels la faune avait été prélevée. L'ensemble des vestiges collectés est actuellement entreposé au centre des études et de recherche de Djibouti.

5.2. Archéologie

L'industrie lithique est composée d'éléments de taille variée, inférieurs à 2 cm pour les plus petits à une dizaine de centimètres pour les plus grands (nucléus, blocs, galets et éclats supérieurs à 10 cm). La présence de très petits éclats sur l'ensemble du site, l'absence d'altération mécanique des tranchants et la présence de plusieurs remontages sur pièces lithiques (Fig. 5) suggèrent une exposition subaérienne (résultant vraisemblablement d'un processus de déflation) de

courte durée et plaident en faveur d'une conservation des vestiges dans une position subprimaire.

L'industrie lithique se compose de nombreux produits de débitage incluant des éclats corticaux ou non, des fragments résultant du débitage de galets ou blocs, des nucléus sur petits blocs et quelques outils sur éclat. Coexistent également un outillage lourd avec des objets façonnés essentiellement en quartzite : *choppers* unifaciaux et bifaciaux, galets cassés et polyèdres. Quelques percuteurs ont également été identifiés. Pétrographiquement, les pièces archéologiques sont essentiellement des calcaires, des rhyolites et des roches métamorphiques (quartzites et quartz). Plusieurs pièces lithiques ont pu être remontées entre elles sur le terrain, le remontage le plus remarquable étant celui de trois éclats de calcaire remontant sur leur nucléus (Fig. 5). Ces éléments remontés étaient tous situés dans le même mètre carré.

Si nous ne pouvons pas, pour le moment, préciser l'âge de cette industrie, la composition et la facture de son matériel lithique permettent cependant de la rattacher à une expression de l'Oldowayen. En 2007, plusieurs échantillons volcaniques ont été prélevés près du site de CKI-3, qui permettront bientôt d'indiquer un âge radiométrique pour le site de CKI-3.

5.3. Paléontologie

L'ensemble paléontologique de CKI-3 comprend plusieurs centaines de restes d'hippopotame (Fig. 4). Ces restes, désarticulés, s'étendent sur plus d'une dizaine de mètres carrés, sans orientation spatiale préférentielle, avec cependant une concentration élevée d'os entiers, esquilles et restes dentaires sur 5 m² environ. Autour de la carcasse, les vestiges lithiques sont abondants. Si la contemporanéité de cet animal avec les éléments lithiques est suggérée par la distribution spatiale des vestiges, elle devra cependant être démontrée par une analyse taphonomique détaillée du gisement. L'étude paléontologique des éléments tels que os longs entiers et restes dentaires pourra également donner une détermination taxonomique plus précise du spécimen et permettre une estimation de l'âge du gisement.

Les premières observations sur le terrain révèlent d'ores et déjà un certain nombre de restes osseux présentant des stries potentiellement produites par des outils lithiques. Ces stries pourraient être à l'origine de différentes actions de boucherie menées sur la carcasse de l'animal, telles que la désarticulation et la décarnisation. Si l'hypothèse de l'origine anthropique de l'ensemble osseux nous semble actuellement la plus

vraisemblable, elle devra cependant être confirmée par une étude archéozoologique détaillée des restes fauniques et validés par l'interprétation taphonomique du gisement.

6. Discussion et conclusion

À Djibouti, un seul site paléolithique ancien était connu à ce jour (Barogali, [3,4,15,16]). Cette première campagne de prospection menée par la MAPAD a donné des résultats très prometteurs, puisqu'elle a permis de découvrir plusieurs nouveaux gisements, dont au moins l'un d'entre eux, CKI-3, est tout à fait exceptionnel par la nature et l'état de préservation du matériel lithique et des restes fauniques. À l'issue de ces prospections, nous disposons des éléments nécessaires pour un premier diagnostic permettant d'établir l'intérêt et l'importance archéologique de ces nouveaux sites.

Ils confirment l'ancienneté de la présence humaine dans cette région la plus septentrionale de la vallée du Rift, ainsi que la richesse du Gobaad en grands mammifères plio-pléistocènes et en sites oldowayens. La présence humaine ancienne dans cette région de l'Afrique reste cependant mal définie et mérite d'être précisée. Les études taphonomiques, géoarchéologiques, paléontologiques et technologiques qui seront menées conjointement sur les nouveaux gisements devront prioritairement déterminer les conditions de formation des sites, afin de comprendre le mode d'accumulation des vestiges et de clarifier la relation entre les restes fauniques et les vestiges lithiques lorsqu'ils sont associés spatialement. À partir de nouvelles observations géologiques de terrain, la position chronologique précise des nouveaux sites pourra être établie, ainsi que la relation de ces derniers avec les sites de Barogali et de Gafalo, situés à une vingtaine de kilomètres de là.

Les nouveaux gisements découverts s'ajoutent aux sites en Éthiopie, au Kenya et en Tanzanie, qui livrent les premières évidences concrètes des activités des hominidés au Paléolithique ancien dans la Corne de l'Afrique. Ils élargissent l'aire de répartition connue des industries du Pléistocène ancien et offrent la possibilité d'une étude comparative des comportements techniques et de subsistance à cette période, à une échelle micro-régionale et, plus généralement, à l'échelle de l'Afrique de l'Est. L'étude paléontologique et technologique des vestiges fossiles et lithiques de CKI-3 offre en particulier l'opportunité de tester les hypothèses très polémiques et avancées, depuis plus d'une vingtaine d'années, sur le mode de prédation (par chasse ou charognage) des hominidés au Pléistocène inférieur (à partir, par exemple, de l'étude de la fréquence et de la répartition

respectives des traces de carnivores, des stries de boucherie et des traces de percussion [6–8,26,39,41,44]). Ces hypothèses, parfois fondamentalement opposées, s'appuient en partie sur la découverte de sites « de boucherie » ou de « dépeçage », dans lesquels les restes de grands herbivores, le plus souvent proboscidiens ou hippopotames, sont associés à des pièces lithiques.

À une échelle microrégionale, le site de CKI-3 pourra être comparé aux autres nouveaux sites découverts en 2007 par la MAPAD, ainsi qu'aux sites archéologiques et paléontologiques précédemment mis en évidence dans la même région et qui sont proches spatialement et chronologiquement (site de dépeçage de Barogali, [3,4,15,16] ; site de Gafalo, [12,28]). À l'échelle plus large de l'Afrique orientale, la comparaison pourra s'étendre aux sites de dépeçage reconnus à Olduvai en Tanzanie (*Upper Bed I, FLK North et Lower Bed II*, [37,41,52]), ainsi que dans la moyenne vallée de l'Awash en Éthiopie (Hargufia, [18]). Pour les périodes plus récentes (Acheuléen, Pléistocène moyen), la comparaison pourra s'étendre aux sites de Gomboré IIA en Éthiopie [14], à celui de Nadung'a 4 [24] et de Hippo-Banda [38] au Kenya, au site WK Hippo Cliff (Olduvai) en Tanzanie [40] et au site de Mwanganda Village au Malawi [19].

Remerciements

Nous remercions les autorités gouvernementales et civiles qui ont délivré l'autorisation de prospection et permis notre séjour à Djibouti. Nous remercions les chercheurs du centre d'études et de recherche de Djibouti et tout particulièrement le Dr Salah Zacharia, directeur du département des sciences humaines et sociales, ainsi que les membres du CERD qui nous ont accompagné sur le terrain. Un grand et chaleureux merci également au Dr Guedda Mohamed. Nous remercions nos chauffeurs « tout terrain » ainsi que nos guides Afar Gona Yusef et Abdou Saleh sans qui rien n'aurait été possible sur le terrain, le chef de poste de As Eyla et l'ensemble des personnes qui a travaillé pour nous au village. Nous remercions également les forces militaires françaises stationnées à Djibouti et tout particulièrement le LCL Petiteau et les hommes de troupes de la 13^e DBLE pour leur soutien logistique. Un grand merci aussi à nos collègues les Drs Xavier Gutherz et Henri Duday pour leurs précieux conseils avant le départ sur le terrain. Cette mission en République de Djibouti a été subventionnée par la *National Science Foundation (High Risk Research in Anthropology, Grant #0742574)* et le France–Stanford Center de l'université de Stanford aux États-Unis.

Références

- [1] J. Amossé, J.-L. Boisaubert, R. Bouchez, J.-F. Bruandet, J. Chavaillon, M. Faure, C. Guérin, A. Jeunet, J.-L. Ma, B. Nickel, M. Piboule, G. Poupeau, P. Rey, W. Said Ahmed, Le site de dépeçage pléistocène ancien à *Elephas recki* de Barogali (République de Djibouti) : chronologies relatives et datations par RPE et spectrométrie d'émail dentaire, *Cahiers du Quaternaire*, Bordeaux 16 (1991) 379–399.
- [2] B. Asfaw, C. Ebinger, D. Harding, T.D. White, G. WoldeGabriel, Space-based imagery in paleoanthropological research: An Ethiopian example, *National Geographic Research* 6 (1990) 418–434.
- [3] A. Berthelet, L'outillage lithique du site de dépeçage à *Elephas recki ileretensis* de Barogali (République de Djibouti), *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. IIa* 332 (2001) 411–416.
- [4] A. Berthelet, Barogali et l'Oued Doure. Deux gisements représentatifs du Paléolithique ancien en République de Djibouti, *L'Anthropologie* 106 (2002) 1–39.
- [5] A. Berthelet, J.-L. Boisaubert, J. Chavaillon, Le Paléolithique en République de Djibouti : nouvelles recherches, *Bull. Soc. Préhistorique Française* 89 (1992) 238–246.
- [6] L.R. Binford, *Bones: ancient men and modern myths*, Academic Press, New York, 1981.
- [7] R.J. Blumenschine, Early Hominid scavenging opportunities, Oxford, 1986.
- [8] R.J. Blumenschine, F.T. Masao, Living sites at Olduvai Gorge, Tanzania? Preliminary landscape archaeology results in the basal Bed II lake margin zone, *J. Hum. Evol.* 21 (1991) 451–462.
- [9] H. Breuil, L'Afrique préhistorique, *Cahiers d'Arts* 5 (1930) 449–484.
- [10] P. Chapelon, Le gisement préhistorique de Guedi-Allalé, *Point* 6 (1969) 13–23.
- [11] J. Chavaillon, Récentes découvertes en Afrique orientale (Éthiopie, Burundi, République de Djibouti), *Bull. Soc. Préhistorique Française* 85 (1988) 79–80.
- [12] J. Chavaillon, Un siècle de recherches préhistoriques en République de Djibouti, *Revue Scientifique et Technique, ISERST* 3 (1990) 17–28.
- [13] J. Chavaillon, A. Berthelet, The *Elephas recki* site of Haïdalo (Republic of Djibouti), *The World of Elephants - International Congress, Rome, 2001*, pp. 191–193.
- [14] J. Chavaillon, A. Berthelet, The archaeological sites of Melka Kunture, in: J. Chavaillon, M. Piperno (Eds.), *Studies on the Early Paleolithic site of Melka Kunture, Ethiopia*, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Florence, 2004, pp. 25–82.
- [15] J. Chavaillon, A. Berthelet, J.-L. Boisaubert, M. Faure, C. Guérin, S.A. Warsama, Un *Elephas recki* découvert en connexion anatomique à Haïdalo près de As Eyla (République de Djibouti), *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. II* 310 (1990) 441–446.
- [16] J. Chavaillon, C. Guérin, J.-L. Boisaubert, Y. Coppens, Découverte d'un site de dépeçage à *Elephas recki*, en République de Djibouti, *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. II* 302 (1986) 243–246.
- [17] J. Chavaillon, J.-L. Boisaubert, M. Faure, C. Guérin, J.-L. Ma, B. Nickel, G. Poupeau, P. Rey, S.A. Warsama, Le site de dépeçage pléistocène ancien à *Elephas recki* de Barogali (République de Djibouti) : nouveaux résultats et datation, *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. II* 305 (1987) 1259–1266.
- [18] J.D. Clark, B. Asfaw, G. Assefa, J.W.K. Harris, H. Kurashima, R.C. Walter, T.D. White, M.A.J. Williams, Palaeoanthropological discoveries in the Middle Awash Valley, Ethiopia, *Nature* 307 (1984) 423–428.

- [19] J.D. Clark, C.V. Haynes, An elephant butchery site at Mwan-ganda's Village, Karonga, Malawi, and its relevance for Paleolithic archaeology, *World Archaeology* 1 (1970) 390–411.
- [20] V. Courtillot, J. Achache, F. Landre, N. Bonhomme, R. Montigny, G. Ferraud, Episodic spreading and rift propagation: new paleomagnetic and geochronologic data from the Afar nascent passive margin, *J. Geophys. Res.* 89 (1984) 3315–3333.
- [21] L. de Bonis, D. Geraads, G. Guérin, A. Haga, J.-J. Jaeger, S. Sen, Découverte d'un hominidé fossile dans le Pléistocène de la République de Djibouti, *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. II* 299 (1984) 1097–1100.
- [22] L. de Bonis, D. Geraads, J.-J. Jaeger, S. Sen, Vertébrés du Pléistocène de Djibouti, *Bull. Soc. Geol. France* 8, (IV) (1988) 323–334.
- [23] I. de la Torre, Omo Revisited. Evaluating the technological skills of Pliocene Hominids, *Curr. Anthropol.* 45 (2004) 439–465.
- [24] A. Delagnes, A. Lenoble, S. Harmand, J.-P. Brugal, S. Prat, J.-J. Tiercelin, H. Roche, Interpreting pachyderm single carcass sites in the African Lower and Early Middle Pleistocene record: A multidisciplinary approach to the site of Nadung'a 4 (Kenya), *J. Anthropol. Archaeology* 25 (2006) 448–465.
- [25] A. Delagnes, H. Roche, Late Pliocene hominid knapping skills: the case of Lokalele 2C, West Turkana, Kenya, *J. Hum. Evol.* 48 (2005) 435–472.
- [26] M. Dominguez-Rodrigo, Meat-eating by early hominids at the FLK 22 *Zinjanthropus* site, Olduvai Gorge, Tanzania: an experimental approach using cut-mark data, *J. Hum. Evol.* 33 (1997) 669–690.
- [27] M. Dreyfuss, Étude géologique sommaire de la région méridionale de la côte française des Somalis, *Mém. Soc. Geol. France* 14 (1930) 85–87.
- [28] M. Faure, C. Guérin, Gafalo, nouveau site à *Palaeoloxodon recki* et *Hippopotamus amphibius* du Pléistocène ancien du Gobaa (République de Djibouti) *C. R. Acad. Sci Paris, Ser. IIA* 324 (1997) 1017–1021.
- [29] R. Ferry, R. Grau, P. Bouvier, L'archéologie en République de Djibouti, *Archeologia* 159 (1981) 46–63.
- [30] H. Fujisada, Design and performance of ASTER instrument, in: H. Fujisada, M.N. Sweeting (Eds.), *Proceedings SPIE (International Society for Optical Engineering)*, 1995, pp. 16–25.
- [31] S. Gad, T. Kusky, ASTER spectral rationing for lithological mapping in the Arabian-Nubian shield, the Neoproterozoic Wadi Kid area, Sinai, Egypt, *Gondwana Research* 11 (2007) 326–335.
- [32] F. Gasse, L'évolution des lacs de l'Afar Central (Éthiopie et T. F. A. I.) du Plio-Pléistocène à l'Actuel, in: *Reconstitution des paléomilieux lacustres à partir de l'étude des Diatomées*, Université de Paris VI, Paris, 1975, 406 p.
- [33] D. Geraads, M. Martin, L'homme fossile de Djibouti, *Pour la Science* (1985) 8–9.
- [34] C. Gomez, C. Celacourt, P. Allemand, P. Ledru, R. Wackerle, Using ASTER remote sensing data set for geological mapping in Namibia, *Phys. Chem. Earth* 30 (2005) 97–108.
- [35] X. Gutherz, R. Joussaume, S. Amblard, G. Mohamed, Le site d'Asa Koma (République de Djibouti) et les premiers producteurs dans la corne de l'Afrique, *J. Africanistes* 66 (1996) 257–297.
- [36] S. Harmand, Raw material and economic behaviours at Oldowan and Acheulean in the West Turkana region, Kenya, in: B. Adams, B. Blades (Eds.), *Lithic Materials and Paleolithic Societies*, Blackwell Publishing, Oxford, UK, 2009: 3–14.
- [37] A. Hill, Hippopotamus butchery by *Homo erectus* at Olduvai, *J. Archaeol. Sci.* 10 (1983) 135–137.
- [38] G.L. Isaac, Olorgesailie: archaeological studies of a Middle Pleistocene lake basin in Kenya, University of Chicago Press, Chicago, 1977.
- [39] G.L. Isaac, Archaeology of human origins: studies of the Lower Pleistocene in East Africa 1971–1981, in: F. Wendorf, A. Close (Eds.), *Advances in Old World Archaeology*, Academic Press, New York, 1984, pp. 1–87.
- [40] L.S.B. Leakey, D. Roe, Olduvai Gorge: Excavations in Beds III, IV and the Masek Beds, 1968–1971, Cambridge University Press, Cambridge, 1994.
- [41] M.D. Leakey, Olduvai Gorge: Excavations in Beds I and II. 1960–1963, Cambridge University Press, Cambridge, 1971.
- [42] J. Martinez-Moreno, R. Mora Torcal, I. de la Torre, Oldowan, rather more than smashing stones: an introduction to the technology of first humans, in: J.M. Moreno, R.M. Torcal, I.T. Sainz (Eds.), *Oldowan: rather more than smashing stones*, Centre d'Estudis del Patrimoni Arqueologic de la Prehistoria, Bellaterra, 2003, pp. 11–35.
- [43] M. Nocairi, Contribution à l'étude de la préhistoire de la République de Djibouti, étude du matériel récolté par C. Thibault, Thèse de l'université de Bordeaux-I, Bordeaux, 1986, p. 187.
- [44] R. Potts, Early hominid activities at Olduvai, *Aldine De Gruyter*, New York, 1988.
- [45] H. Roche, Variability of Pliocene lithic productions in East Africa, *Acta Anthropologica Sinica* 19 (2000) 98–103.
- [46] H. Roche, J.-P. Brugal, A. Delagnes, C. Feibel, S. Harmand, M. Kibunjia, S. Prat, P.-J. Texier, Les sites archéologiques plio-pléistocènes de la formation de Nachukui, Ouest-Turkana, Kenya: bilan synthétique 1997–2001, *C. R. Palevol.* 2 (2003) 663–673.
- [47] P. Roger, C. Thibault, M. Weidman, M. Clin, Élément de la stratigraphie du plio-pléistocène du Territoire français des Afars et des Issas (TFAI), *C. R. Acad. Sci Paris, Ser. D* 278 (1974) 3291–3293.
- [48] P. Roger, C. Thibault, M. Weidmann, Sur la stratigraphie du Pléistocène dans le centre et le sud du TFAI, in: A. Pilger, A. Rosler (Eds.), *Afar Depression of Ethiopia*, vol. 1, *Proceedings of an International Symposium on the Afar Region and Related Rift Problems*, E. Scheizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1975, pp. 232–238.
- [49] C. Roubet, Mission de recherches préhistoriques et de reconnaissance stratigraphique en TFAI, *Pount* 10 (1972) 13–16.
- [50] C. Roubet, L'Acheuléen d'Obock, République de Djibouti (Afrique orientale), *Bull. Soc. Préhistorique Française* 79 (1982) 166–167.
- [51] L.C. Rowan, S.J. Hook, M.J. Abrams, J.C. Mars, Mapping hydrothermally altered rocks at Cuprite, Nevada, using the Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER), a new satellite-imaging system, *Econ. Geology* 98 (2003) 1019–1027.
- [52] P. Shipman, Études récentes sur le comportement des Hominidés dans la gorge d'Olduvai, *L'Anthropologie* 94 (1990) 229–240.
- [53] P. Theilhard de Chardin, H. Breuil, P. Wernert, Les industries lithiques de Somalie française, *L'Anthropologie* 49 (1939–1940) 497–510.
- [54] H. Thomas, Y. Coppens, C. Thibault, M. Weidmann, Découverte de vertébrés fossiles dans le Pléistocène inférieur de la République de Djibouti, *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. II* 299 (1984) 43–48.
- [55] J. Varet, F. Gasse, Geology of Central and Southern Afar (Ethiopia and Djibouti Republic), CNRS, Paris, 1978.