



HAL
open science

Rapport d'activités de la seconde campagne de recherche 2017

Antoine Courcier, Ethamne Dadi Essaid, Mohamed-Abdoullah Ould Bagha,
Danilo Grébénart, Angela Celauro, Alexander Maass, Peter Coutros,
Sidi-Mohamed Ould Ethmane, Teyib Bellah Hamoud, Mohamed Ould Abd
Dayem, et al.

► To cite this version:

Antoine Courcier, Ethamne Dadi Essaid, Mohamed-Abdoullah Ould Bagha, Danilo Grébénart, Angela Celauro, et al.. Rapport d'activités de la seconde campagne de recherche 2017. [Rapport de recherche] Ministère de l'Europe et des Affaires étrangères - Commission consultative des recherches archéologiques à l'étranger. 2017. halshs-02013577

HAL Id: halshs-02013577

<https://shs.hal.science/halshs-02013577>

Submitted on 11 Feb 2019

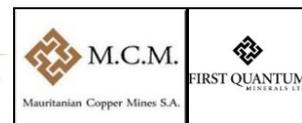
HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Projet Franco-Mauritanien
« *CUivre : PRoduction et Usages à l'Holocène en Mauritanie* »
CUPRUM

Rapport d'activités de la seconde
campagne de recherche 2017

Antoine **Courcier**, Ethamne **Dadi Essaid**,
Mohamed Abdoullah **Ould Bagga**, Danilo **Grébénart**,
Angela **Celauro**, Alexander **Maass**, Peter **Coutros**,
Sidi Mohamed **Ould Ethmane**, Teyib **Bellah Hamoud**,
Mohamed **Ould Abd Dayem**, Ibrahim **Cheikh**, Abdellahi **Malek**



Sommaire

Remerciements	4
Introduction	5
1) Le cadre de la première campagne du projet CUPRUM	6
1.a) L'équipe	6
1.b) Le rôle et l'importance de la MCM pour cette campagne de recherche	6
1.c) La zone d'étude	7
1.d) Les objectifs	9
▪ Formation des étudiants	9
▪ Métallurgie ancienne dans la région d'Akjoujt	10
1.e) Démarche et outils	10
▪ Formation des étudiants	10
▪ Métallurgie ancienne dans la région d'Akjoujt	11
♦ Les études détaillées et fouilles des mines et des sites métallurgiques	11
♦ Les études extensives de l'occupation anthropique liée à la métallurgie	15
1.f) Les difficultés rencontrées	15
2) Les résultats préliminaires	17
2.a) La formation des étudiants	17
2.b) La métallurgie ancienne dans la région d'Akjoujt	17
2.b.1) Les études détaillées et fouilles des mines et sites métallurgiques	17
▪ Les mines	17
♦ massif du Guelb Moghrein oriental	17
♦ massif d'Irarchène	19
▪ Les sites métallurgiques	19
2.b.2) Les prospections	29
▪ Cordon dunaire de la Dkhaina, partie nord-est	29
▪ Khatt Inchiri es Sahili	34
▪ Khatts Chouâyel, el Kleijât et er Ragg el Abeid	37
▪ Draa Oummât el Beit et partie méridionale de l'Akchar	40
▪ Synthèse des données issues des prospections	45
2.c) Etude des céramiques découvertes en 2016 et 2017	46
3) Opérations scientifiques projetées	47
3.a) Recherches de terrain	47
3.a.1) Fouilles	47
▪ mines	47
▪ sites métallurgiques	48
3.a.2) Etudes spécifiques	48
▪ céramologie	48
▪ géomagnétisme	48
▪ géomorphologie et paléo-environnement	48
3.b) Analyses en laboratoire	49
Conclusion	50
Annexes	52
Références	58

Remerciements

Au nom de l'équipe du projet, je tiens à présenter mes plus vifs remerciements à la commission des fouilles du Ministère de l'Europe et des Affaires Etrangères pour son soutien scientifique et financier au projet franco-mauritanien CUPRUM.

Je présente mes plus chaleureux remerciements à Monsieur l'Ambassadeur de France, Joël Meyer, à Monsieur le Conseiller de Coopération et d'Action Culturelle, Raphaël Malara, à Monsieur l'attaché de coopération, Yves Mercier, à Monsieur le chef du service économique, Valéry Alves, et à l'ensemble de l'Ambassade de France pour leur aide dans la constitution du projet et leur appui diplomatique pour les prises de contacts.

Je remercie le Ministère de la Culture et de l'Artisanat de la République Islamique de Mauritanie pour son soutien scientifique et l'octroi de l'autorisation de fouille pour cette deuxième campagne. Je remercie plus particulièrement monsieur Nami Mohamed Kaber Salihy pour son aide et ses précieux conseils.

Cette deuxième mission n'aurait pas vu le jour sans l'aide de madame Ebneta Bamba ElKhaless, directrice de l'Institut Mauritanien de Recherche et de Formation en matière de Patrimoine (IMRFP), de monsieur Bechiry Mohamed, directeur adjoint de l'IMRFP et d'Ethmane Dadi Essaid, co-directeur du projet et archéologue à l'IMRFP. Je les remercie tous fortement pour leur soutien précieux et leur contribution dans ce projet.

Tous mes remerciements s'adressent également à monsieur Sidi Mohamed Abdellahi, président de l'Université de Nouakchott qui a soutenu et défendu l'idée de coopération entre l'Université de Nouakchott et celle de Toulouse Jean Jaurès. Je présente également tous mes remerciements à monsieur Cheikh Saad Bouh Camara, doyen de la Faculté des Lettres et Sciences Humaines, et monsieur Mohamed Radhi Sadvena, vice-doyen, pour leur aide dans la constitution des perspectives du projet.

Je souhaite exprimer ma sincère gratitude envers Clive Newall, président et directeur de la compagnie First Quantum Mineral, et Antony Mukutuma, directeur général de la Mauritanian Copper Mine (MCM) qui ont été convaincu par le projet, l'ont défendu et soutenu. Mes remerciements s'adressent également tout particulièrement à Mohamed Abdoullah Ould Bagga, Sidi Mohamed Malik, Mohamed Nour Mohamed Abdallahi, Ahmed Salem Mantallah, Robert Longley, Hugo Renier, David Cunliffe et Eric Girard et à l'ensemble des employés de la MCM qui, par leur passion et leur conviction envers ce projet, ont permis le succès de cette deuxième campagne.

Je tiens aussi à témoigner toute ma gratitude et mes remerciements à mes collègues du laboratoire CNRS-UMR 5608 TRACES de l'Université Jean Jaurès de Toulouse. Je remercie toute l'équipe du laboratoire et plus particulièrement François-Xavier Fauvelle, Philippe Miroux, Sandrine Baron, Caroline Robion-Brunner et Laurent de Bruxelles, pour leur aide, leurs très précieux conseils et leur soutien pour ce projet et cette deuxième campagne de recherche.

Je remercie chaleureusement le BRGM pour son appui scientifique dans la recherche initiale au niveau de la documentation scientifique, cartographique ainsi que pour la base de données métallogénique relative aux gisements de l'Afrique. Mes remerciements s'adressent plus particulièrement à mes collègues et amis Daniel Cassard, Mario Billa et Jean-Michel Angel pour leur aide et leur soutien lors de cette recherche et préparation de la mission en Mauritanie.

J'aimerais également remercier le directeur exécutif de la Banque National de Mauritanie, Mohamed El Hamed, pour son soutien au projet et au programme de bourse pour que des étudiants mauritaniens puissent réaliser un master d'archéologie à l'Université de Toulouse Jean Jaurès.

Mes remerciements s'adressent également à Diallo Amadou Samba, wali de la région de l'Inchiri pour son soutien au projet et son aide pour la sécurisation de l'équipe dans cette deuxième campagne.

Je remercie monsieur le maire de la commune d'Akjoujt, Ahmed Yakoub et le maire adjoint, M'Hamed Ould Kerkoub, pour leur accueil dans leur commune et leur appui au bon déroulement du projet de cette deuxième année de recherche de terrain.

Notre équipe fut sécurisée par les gendarmes, Checkna Mohamed, Mohamed Veti, Mohamed Abdelabi Mohamed Lemine et Taher Babe, sous la direction du commandant Sidi Mohamed Ould El Mokhtar et de l'adjudant Mohamed Mochtar Simbabe. Je leur présente mes plus vifs remerciements pour leur aide.

Je tiens également à remercier tout particulièrement Mohamed El Moctar Sidi Mohamed, directeur de l'Ecole Nationale des Mines de Mauritanie, pour son soutien au projet et son aide pour les prises contacts avec les partenaires.

Mes remerciements s'adressent aussi à monsieur Mamadou Kane, directeur de l'Office National des Musées pour sa proposition d'aide logistique et son aide scientifique au projet.

J'adresse toute ma gratitude aux guides qui nous ont permis de découvrir les sites archéologiques. Je remercie Ahmed Salem Mantallah, Khalifa Sidahmed et Ould Ahmedou Kerkoub.

Enfin, je présente mes plus chaleureux remerciements à l'ensemble de cette équipe qui a fait preuve de professionnalisme dans des conditions climatiques difficiles et d'accès au terrain. Je remercie Angela Celauro, Ethmane El Dadi Essaid, Danilo Grébénart, Alexander Maass, Peter Coutros et Youssouf Dedi.

Les cinq étudiants, Teyeb Bellah Hamoud, Sidi-Mohamed Ould Ethmane, Mohamed Ould Abd Dayem, Ibrahim Cheikh et Abdellahi Malek ont fait preuve d'un professionnalisme, d'un sérieux et d'une efficacité rares au cours de cette mission de recherche, en dépit de conditions climatiques difficiles et d'un programme ambitieux. Je tiens à les féliciter chaleureusement pour leur impressionnant travail qui est une réelle plus-value pour la mission.

Introduction

Le projet **CUivre : PRoduction et Usages en Mauritanie à l'Holocène** (CUPRUM) est un projet de recherche et de formation franco-mauritanien. Il a pour objectifs i) de développer des recherches archéologiques en Mauritanie, ii) de relancer des recherches de terrain couplées à des études en laboratoire et iii) de contribuer à la formation d'une nouvelle génération d'archéologues mauritaniens.

Ce projet reprend, avec une démarche interdisciplinaire novatrice, la question des débuts de la métallurgie du cuivre en Mauritanie, soulevée il y a plus d'un siècle par B. Crova (Crova, 1912) et pour laquelle les derniers travaux (remontant à quarante ans) avaient mis en position clef la région d'Akjoujt, en Mauritanie, pour la compréhension de l'apparition et du développement du cuivre dans la zone saharo-sahélienne.

Aujourd'hui, la question de l'origine et du développement de la métallurgie en Afrique de l'Ouest fait toujours débat. L'état actuel des connaissances ne permet pas de déterminer si le développement de la métallurgie dans la zone saharo-sahélienne répond à une influence extérieure, ou à un choix culturel dont les raisons nous échappent encore.

La Mauritanie, à l'interface de deux traditions métallurgiques (fer et cuivre), est une région clef pour répondre à cette problématique. Dans ce dernier pays, les études antérieures, focalisées pour la plupart sur la région d'Akjoujt (Mauny, 1951 à 1974 ; Lambert, 1965 à 1983 ; Vernet, 1983 à 2014). Ces travaux ont abordé partiellement la chaîne opératoire de la métallurgie du cuivre en occultant souvent l'aspect diachronique. De plus, elles ont eu tendance à faire converger toutes les hypothèses relatives aux débuts de la métallurgie vers la région d'Akjoujt.

La mission préliminaire CNRS, réalisée en 2015, a démontré le potentiel archéologique de la région de l'Inchiri et plus particulièrement autour de la ville d'Akjoujt (**Fig. 1**). En 2016, la première mission du programme CUPRUM a permis de découvrir de nombreuses mines préhistoriques inconnues et d'identifier de nouveaux sites liés à la métallurgie. Elle a également permis d'esquisser une organisation spatiale de l'occupation anthropique liée à la métallurgie du cuivre.

Cette nouvelle campagne de recherche de terrain vise à étudier en détail et à fouiller des sites et des mines présentant un potentiel archéologique important. Cette mission 2017 a également poursuivi l'étude exploratoire dans la région d'Akjoujt afin de mieux comprendre l'organisation spatiale de l'occupation anthropique en lien avec le développement de la métallurgie. Ce second axe de recherche a permis de découvrir plusieurs nouveaux sites liés à la métallurgie dans des zones méconnues. Le volume d'information obtenu est important et apporte des éléments de réponse pour la compréhension de l'origine et du développement de la métallurgie dans la zone saharo-sahélienne.

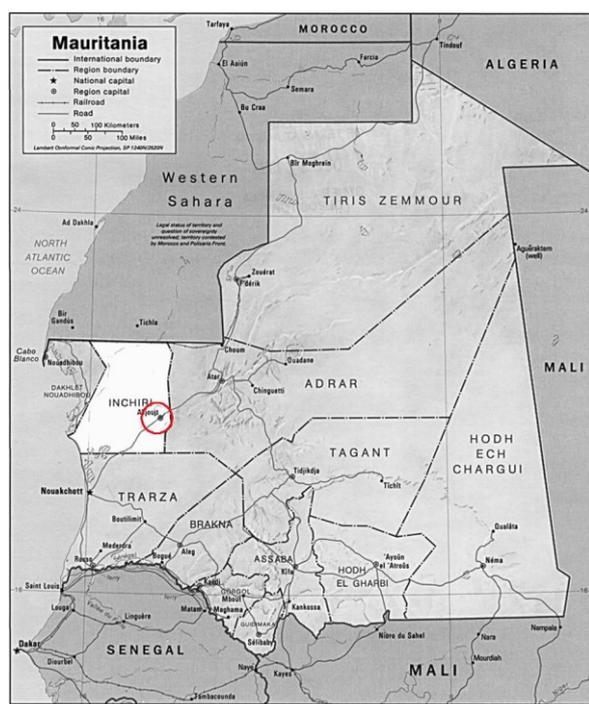


Fig. 1 : carte des divisions administratives de la Mauritanie. La région d'étude est l'Inchiri (en blanc), et plus précisément une zone de 70 km autour de la ville d'Akjoujt (cercle rouge).

1- Le cadre de la seconde campagne

1) Le cadre de la seconde campagne du projet CUPRUM

1.a) L'équipe

La mission s'est déroulée du 15 avril au 16 juin 2017. L'équipe de terrain était composée du côté européen de :

- Antoine Courcier, chef de mission et co-directeur du projet, archéométallurgiste, membre associé au laboratoire TRACES (CNRS, UMR 5608), rattaché aux pôles « Afrique » et « Métal », Toulouse, France,
- Angela Celauro, archéomètre, archéologue minier, département « survey lab. », Université « La Sapienza », Rome, Italie,
- Peter Coutros, archéologue africaniste, chercheur post-doc au département d'anthropologie de l'Université de Yale, New Haven, Connecticut, Etats-Unis d'Amérique,
- Danilo Grébénart, professeur émérite, archéologue africaniste, retraité du laboratoire LAMPEA CNRS - UMR 7269,
- Alexander Maass, archéologue minier, chercheur post-doc à l'Université de Fribourg, Allemagne,

et du côté Mauritanien de :

- Ethmane El Dadi Essaid, archéologue à l'Institut Mauritanien de Recherche et de Formation en matière de Patrimoine (IMRFP), Nouakchott et co-directeur du projet,
- Mohamed Abdoullah Ould Bagga, géologue au département Développement Ressources de la compagnie minière *Mauritanian Copper Mines* (MCM),
- Youssouf Dedi, technicien à l'IMRFP,
- Sidi Mohamed Ould Ethmane, étudiant en master de Migration et territoire à l'Université de Nouakchott,
- Teyib Bellah Hamoud, étudiant en master d'histoire à l'Université de Nouakchott,
- Mohamed Ould Abd Dayem, étudiant en licence d'histoire à l'Université de Nouakchott,
- Ibrahim Cheikh, étudiant en licence d'histoire à l'Université de Nouakchott,
- et Abdellahi Malek, étudiant en licence d'histoire à l'Université de Nouakchott.

Lors de nos déplacements, notre équipe de terrain était accompagnée par deux militaires de la gendarmerie d'Akjoujt, dirigés par le commandant Sidi Mohamed Ould El Mokhtar et l'adjudant Mohamed Mochtar Simbabe, à travers une rotation journalière. Les gendarmes qui nous ont accompagné sont :

- Checkna Mohamed,
- Mohamed Vetii,
- Mohamed Abdelabi Mohamed Lemine,
- Taher Babe.

1.b) Le rôle et l'importance de la MCM pour cette campagne de recherche

La MCM, dirigée par le directeur général Antony Mukutuma, soucieuse de préserver et valoriser le patrimoine archéologique de la région de l'Inchiri, soutient le projet CUPRUM dans le cadre de la convention de partenariat n°145593 avec le laboratoire TRACES. L'aide et le soutien apportés par la MCM pour cette deuxième campagne de recherches de terrain ont été au-delà de cet accord. Je les en remercie très fortement.

La MCM a mis à la disposition de l'équipe des logements sécurisés pour les ressortissants européens et une maison pour le logement des collègues mauritaniens. Cette maison, de par sa taille, a permis de faire également office de base de recherche. La compagnie minière a pris à sa charge les frais de séjour (nourriture, blanchiment et internet) et de déplacement (essence). La MCM a octroyé à l'équipe deux véhicules 4x4 avec chauffeur, des équipements de sécurité (trackers GPS, téléphone satellitaire) et du matériel de travail pour le terrain (pelles, pioches, petit outillage). La MCM a également délégué une partie de l'équipe de la section topographie afin de nous aider à effectuer les relevés et plans de terrain. Nous avons aussi été autorisé à mener des analyses semi-quantitatives sur quelques échantillons afin de contrôler des hypothèses.

1- Le cadre de la seconde campagne

La MCM a également mis à notre disposition un bureau dans les locaux de l'administration. Entièrement équipé, il permettait de mener nos réunions et nos entretiens avec les étudiants.

L'équipe de la MCM a toujours répondu présent à nos sollicitations face aux difficultés logistiques rencontrées et a apporté rapidement et avec efficacité des réponses. Les échanges scientifiques avec les géologues, les chimistes et les métallurgistes ont permis de faire avancer le travail d'interprétation des données de terrain.

Parmi l'ensemble du personnel de la MCM, les personnes suivantes ont directement été impliquées dans le soutien matériel et scientifique :

- Antony Mukutuma, directeur général de la MCM,
- Sidi Mohamed Malik, chef de bureau, département logistique,
- Mohamed Nour Mohamed Abdallahi, responsable en chef de la communication,
- Robert Longley, responsable en chef du département métaux précieux,
- Hannani El Ghaouth Tolba, responsable en chef de la section topographie,
- Baba Jidou, topographe,
- Mokhtar Nafaa, topographe,
- Ahmed Salem Mantallah, chargé des relations sociales,
- Hugo Renier, responsable général de la sécurité,
- David Cunliffe, responsable pour la MCM de MSS sécurité,
- Eric Girard, co-responsable pour la MCM de MSS sécurité.

1.c) La zone d'étude

La zone d'étude est située au nord-ouest de la Mauritanie, à 250 km au nord-est de Nouakchott, dans la région de l'Inchiri (**Fig. 1**). Cette zone d'étude couvre une zone de 70 km autour de la ville d'Akjoujt (**Figs. 1 et 2**). Les zones de recherche en 2017 complètent celles réalisées lors de la première campagne en 2016 (**Figs. 3 et 4**). Nos recherches ont porté sur de nouvelles zones et au niveau de secteurs prospectés en 2016 nécessitant une étude intensive.

Deux nouvelles zones ont été étudiées au nord-ouest d'Akjoujt (**Fig. 4, B et C**). La première suit le khatt¹ Inchiri es Sahili, de Nder jusqu'au ragg el Melgol (**Figs 2 et 4, n°B**). La seconde est la confluence des khatts Chouâyel, el Kleijât et er Ragg el Abeid (**Figs 2 et 4, n°C**). Aucune recherche archéologique n'a encore été menée dans ces deux régions.

Nos recherches se sont également focalisées sur des zones prospectées en 2016. Au Nord d'Akjoujt, nous avons étudié en détail le draa Oummât el Beit (versants nord et sud) et le Sud de l'Akchar, de El Guelbliyé à Çaboûn el Ftah (**Fig. 4, D**). Les recherches menées en 2016 avaient mis en évidence quelques indices liés à la métallurgie ancienne, mais cette région restait peu étudiée. Au Sud d'Akjoujt, nous avons focalisé nos recherches de terrain sur le nord-est du cordon dunaire de la Dkhaina, du Sud du village de Deman (Damâne) à Ej J'ainiyé (**Fig. 4, A**). Dans cette zone, quelques sites comportant des indices d'activités métallurgiques sont connus (Bessact, 1958 ; Lambert, 1969a, 1975, 1983 ; Bathily et al., 1993 ; Vernet 2012) mais aucune étude portant sur l'occupation anthropique liée à la métallurgie n'avait encore été menée.

¹ « Khatt » signifie une dépression.

1- Le cadre de la seconde campagne

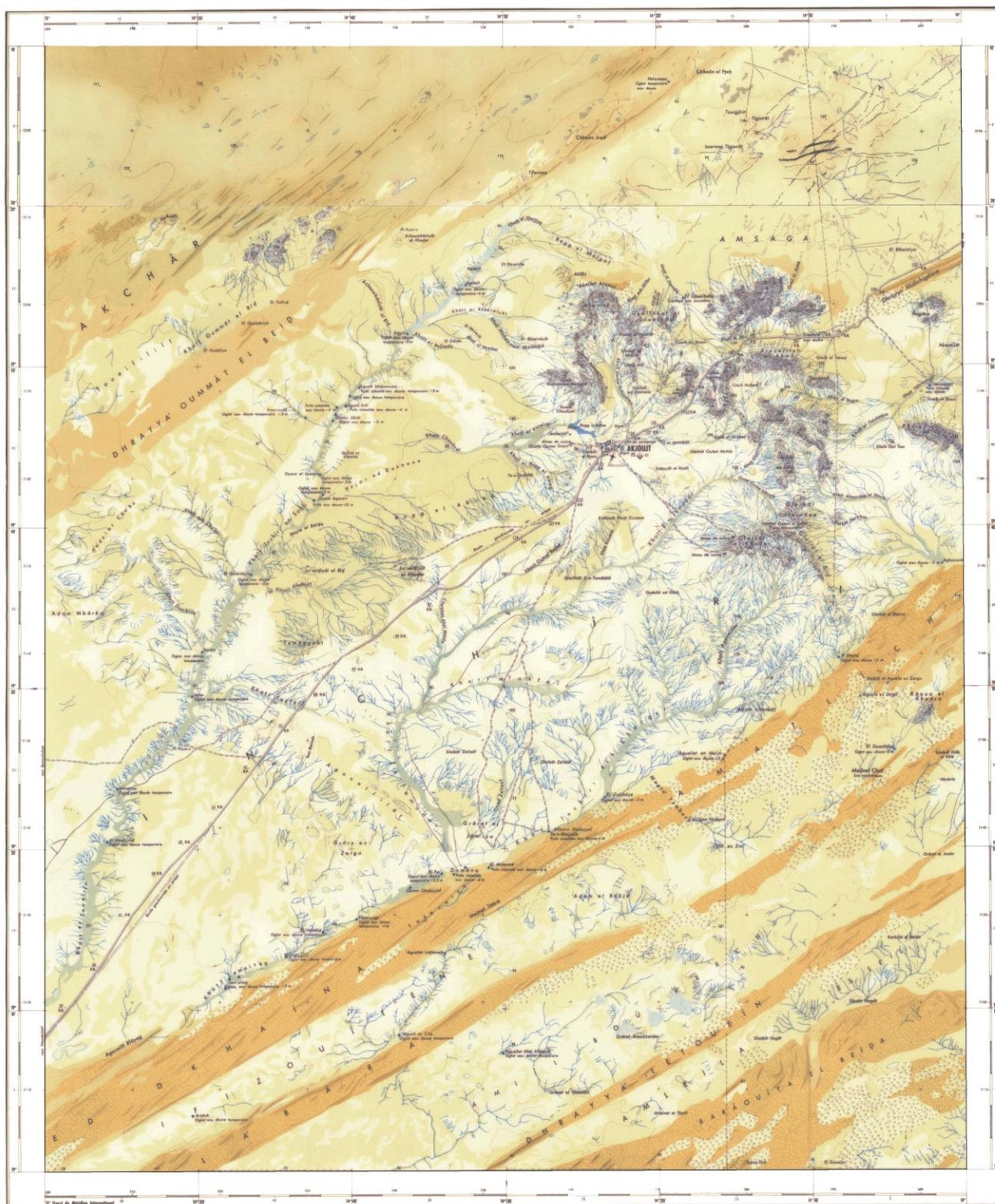


Fig. 2 : carte topographique d'état-major de la région d'Akjoujt, 1/100.000, correspondant à la zone des recherches menées en 2017.

1- Le cadre de la seconde campagne

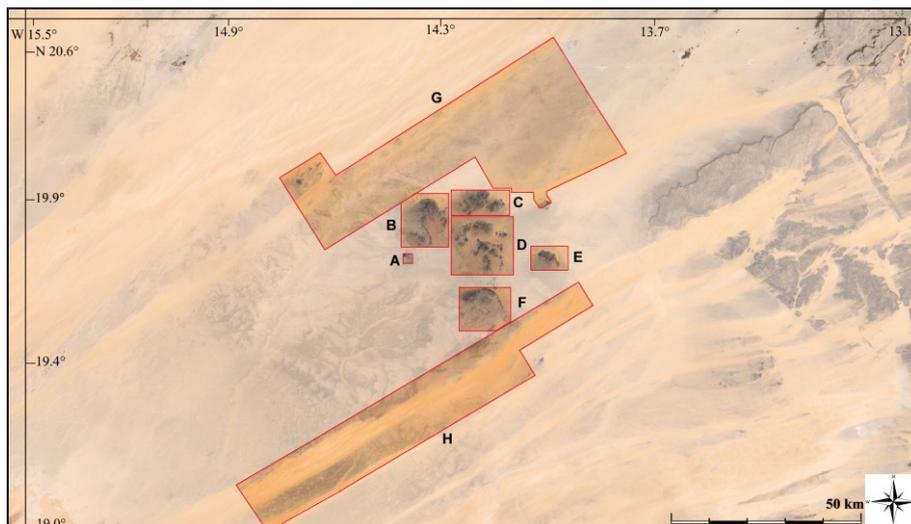


Fig. 3 : image satellite de la région autour d'Akjoujt précisant les zones de prospections (en rouge) réalisées lors de la campagne de recherche 2016. A- zone de prospection 1, B- zone de prospection 2, C- zone de prospection 3, D- zone de prospection 4, E- zone de prospection 5, F- zone de prospection 6, G- zone de prospection 7, H- zone de prospection 8.

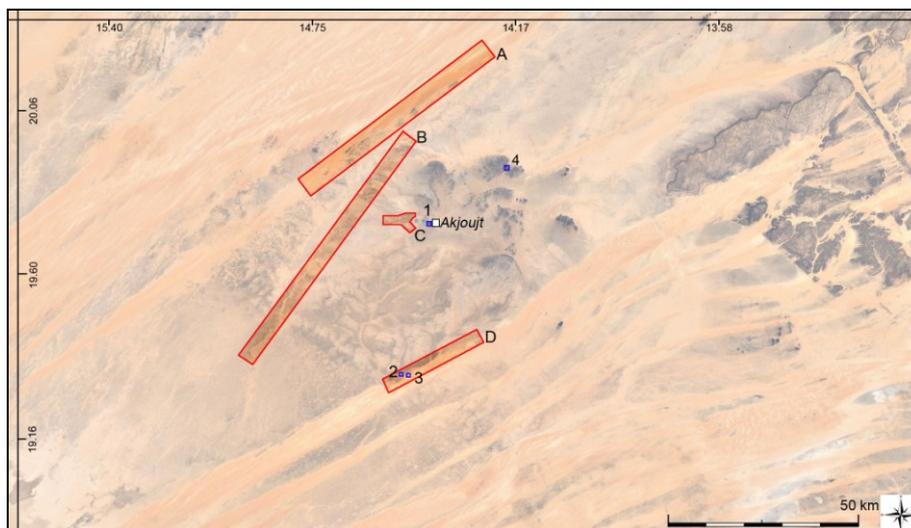


Fig. 4 : image satellite de la région autour d'Akjoujt précisant les zones de prospections (en rouge) et les secteurs de fouilles (en bleu) réalisés lors de la campagne de recherche 2017. Zones de prospection : A - draa Oummât el Beit (versants nord et sud), de El Guelbliyé à Çaboûn el Ftah, B - khatt Inchiri es Sahili, de Nder au ragg el Melgol, C - confluence des khatts Chouâyel, el Kleijât et er Ragg el Abeid, D - cordon dunaire de la Dkhaina, du Sud de Deman à Ej J'ainiyé. Secteurs de fouilles : 1- versant nord-est du Guelb Moghreïn oriental, 2- site Z-8-H-W-28, 3- site et Z-8-H-W-7 (Lemdena), 4- mine de « Sainte Barbe ».

1.d) Les objectifs

Nous avons visé trois objectifs : 1) poursuite de la formation des étudiants et 2) fouilles de mines et de sites métallurgiques et 3) étude extensive de l'occupation anthropique liée à la métallurgie.

▪ Formation des étudiants

Nous avons poursuivi la formation des deux étudiants qui nous avaient rejoint lors des recherches de terrain en 2016. Trois nouveaux étudiants en licence d'histoire furent également invités à participer à la campagne de recherche 2017.

Nous avons visé à former ces cinq étudiants à l'ensemble des activités de recherche de terrain (fouilles, prospections, enregistrement) et à l'étude du matériel archéologique. Par le biais de cette formation pratique, nous les avons également sensibilisés à la question d'un choix pour un sujet de recherche de master dans l'optique d'une formation universitaire en France.

1- Le cadre de la seconde campagne

Leur participation à cette mission de terrain fut également l'occasion d'évaluer leur capacité de travail et leur volonté de progresser. Nous cherchions à estimer s'ils seraient susceptibles d'être intégré au programme de bourse, soutenu par la Banque Nationale de Mauritanie et l'Ambassade de France. Ce programme leur permet de s'inscrire en Master 1 Préhistoire et Protohistoire Europe/Afrique à l'Université de Toulouse Jean Jaurès.

- La métallurgie ancienne dans la région d'Akjoujt

Afin de répondre à cet objectif, nous avons mené des études détaillées (fouilles) et des recherches extensives (prospections) dans un rayon de 70 km autour d'Akjoujt.

- Etudes détaillées de mines et de sites métallurgiques

La mission réalisée en 2016 s'était concentrée sur l'identification et le repérage des mines et des sites métallurgiques. Plusieurs d'entre eux présentaient un potentiel archéologique important, selon notre étude.

Le premier axe de recherche de cette campagne 2017 fut de les étudier en détail. Ainsi des recherches ont été menées conjointement sur quatre mines et deux sites métallurgiques afin de les dater, mieux comprendre les techniques utilisées et tenter de saisir leur importance pour le développement de la métallurgie dans la région d'Akjoujt.

- Etudes extensives de l'occupation anthropique liée à la métallurgie

Faute de recherche au Nord d'Akjoujt, les travaux précédents ont identifié des sites liés à la métallurgie uniquement au Sud, dans les cordons dunaires de la Dkhaina et de l'Amatlich. Toutefois, aucune étude détaillée de l'occupation anthropique liée à la métallurgie dans cette région n'a été menée. En outre, ces travaux ont introduit un biais dans la compréhension de la métallurgie dans la région d'Akjoujt. Au regard de leurs résultats, les sites métallurgiques semblent se concentrer au Sud d'Akjoujt et aucune explication n'avait été avancée.

Le second axe de la mission 2017 fut donc d'étudier de façon exhaustive l'occupation anthropique liée à la métallurgie dans un secteur du cordon dunaire de la Dkhaina (**Fig. 4, D**), où plusieurs sites métallurgiques étaient connus. Dans cette zone, il s'agissait de référencer, décrire et détailler tous les sites, et principalement ceux liés à la métallurgie. Nous visions à saisir les raisons permettant de comprendre la concentration de sites présentant des activités métallurgiques. Il s'agissait également de prélever des échantillons permettant de les dater et de caractériser chimiquement les artefacts métallurgiques.

Notre troisième axe de recherche consiste à mener une recherche exploratoire dans des zones au Nord d'Akjoujt (**Fig. 4, A, B et C**). Il s'agit de repérer d'éventuels sites archéologiques et d'identifier la présence d'activités métallurgiques. Nous avons étudié les traces d'occupation anthropique et ainsi proposé des hypothèses sur les raisons d'implantation dans ces zones. Nous tentons par cette recherche de relativiser l'importance des sites métallurgiques au Sud d'Akjoujt et de comprendre l'organisation et la répartition spatiale des sites liés à la métallurgie sur l'ensemble de la région autour d'Akjoujt.

1.e) Démarche et outils

- Formation des étudiants

Dans la perspective de les former à l'ensemble des tâches relatives aux recherches de terrain, nous avons établi un roulement des étudiants.

Au cours de la période dédiée aux fouilles, deux équipes de travail ont été établies : l'une travaillant dans les mines, la seconde menant des recherches au niveau des sites métallurgiques. A tour de rôle, quatre étudiants, à raison de deux groupes de deux, rejoignaient chaque jour l'une des deux équipes. En alternance, un étudiant restait à la base de recherche pour inventorier, documenter et étudier le matériel découvert.

Il en a été de même lors de la période de recherche exploratoire, quatre étudiants participaient aux études de terrain. Nous avons maintenu l'alternance d'un étudiant à la base dédié au travail sur le matériel.

L'encadrement pédagogique de formation était assuré par les chercheurs participant à la mission. Après leur avoir expliqué les objectifs et les moyens mis en place, les étudiants étaient responsabilisés et mis en autonomie pour la réalisation des tâches. Nous restions à leur disposition pour toute question ou complément d'information. Lors de la réunion journalière, en fin de journée, nous faisons ensemble le bilan

1- Le cadre de la seconde campagne

des acquis et difficultés des étudiants. Ce moment était également destiné à échanger sur les avancées scientifiques et les hypothèses de chacun.

De façon hebdomadaire, je recevais individuellement chaque étudiant pour faire un bilan et une évaluation détaillée de leur progression, acquis et difficultés. Il s'agissait également de définir ensemble leur centre d'intérêt en archéologie et de définir un sujet de recherche de master dans l'optique d'une formation universitaire en France. Ces entretiens nous permettaient d'évaluer leur capacité de travail et d'estimer s'ils seraient susceptibles d'être intégrés au programme de bourse leur permettant de faire leurs études en France.

▪ **Métallurgie ancienne dans la région d'Akjoujt**

Afin d'étudier les caractéristiques chronologiques, technologiques et culturelles de la métallurgie dans la région d'Akjoujt, nous avons mené des fouilles et des prospections.

♦ **Les études détaillées et fouilles des mines et des sites métallurgiques**

Quatre mines et deux sites métallurgiques ont été étudiés en détail et fouillés en parallèle (**Figs. 6 et 10**).

- Les mines

Les mines anciennes fouillées se situent au niveau du massif du Guelb Moghreïn et d'Irarchène (**Fig. 4, n°1 et 4**).

Sur le Guelb Moghreïn, à l'exception de la mine dite « grotte aux chauves-souris », fouillée par Nicole Lambert (Lambert, 1969, 1971, 1975), aucune autre mine ancienne n'avait été fouillée. Le piton rocheux occidental où se trouvait la « grotte aux chauves-souris » est aujourd'hui en grande partie détruit et fortement perturbé par l'exploitation moderne. Les mines anciennes ne subsistent que sur le piton rocheux du Guelb Moghreïn oriental. La mission exploratoire en 2016 a permis d'identifier de nombreuses structures d'extraction minière sur le versant nord-est du Guelb Moghreïn oriental. Parmi ces structures d'extraction repérées, nous avons décidé de fouiller trois mines (**Fig. 5**).

La première, Z-1-M-12A, se caractérise par trois ouvertures débouchant dans deux vastes cavités communicantes, fortement ensablées, et présentant des traces d'abattage au feu. Ces indices bien visibles, les dimensions importantes de la structure et la possibilité d'une profondeur importante ont retenu notre attention. La forte probabilité de découvrir des fragments de charbon au fond de la mine était également un argument en faveur d'une fouille.

La seconde mine, Z-1-M-12C, se situe à 150 m à l'Est de la structure Z-1-M-12A, sur une plateforme donnant accès à plusieurs autres structures d'extraction. Contrairement à celles-ci, il ne s'agit pas d'alvéoles mais d'un front de taille sous la forme d'une tranchée. Des traces d'extraction au maillet et une minéralisation rougeâtre (hématite ?) ont été identifiées. Ces indices, la forme atypique et le type de minerais extrait, nous ont incité à mener une fouille de cette structure.

La troisième mine, Z-1-M-12G, se situe sur le versant Nord du Guelb Moghreïn. Elle se caractérise par un accès à une cavité, composée de petites alvéoles successives, fortement ensablée. Le pendage de deux boyaux, orientés Ouest et Sud, est un indice favorable à la possible découverte de charbon en contrebas et justifiait une fouille.

Des plans et des reconstructions en 3 dimensions ont été réalisés pour chacune de ces trois mines. Les fouilles des mines ont permis la découverte de fragments de charbons qui ont été prélevés afin de réaliser des analyses radiocarbone en laboratoire.

Au nord-ouest du massif d'Irarchène, la vaste structure d'extraction moderne de « Sainte Barbe » coupe une mine ancienne au Nord du travers-banc. Il s'agit d'une cavité alvéolaire en grande partie comblée par un remplissage moderne. La découverte à proximité de macro-outils d'extraction confirment qu'il s'agit d'une ancienne mine. Les travaux menés par R. Mauny et N. Lambert dans la zone mentionnent la découverte d'outils macrolithiques liés à l'extraction (Mauny, 1954 ; Mauny et al., 1957 ; Lambert, 1971).

1- Le cadre de la seconde campagne

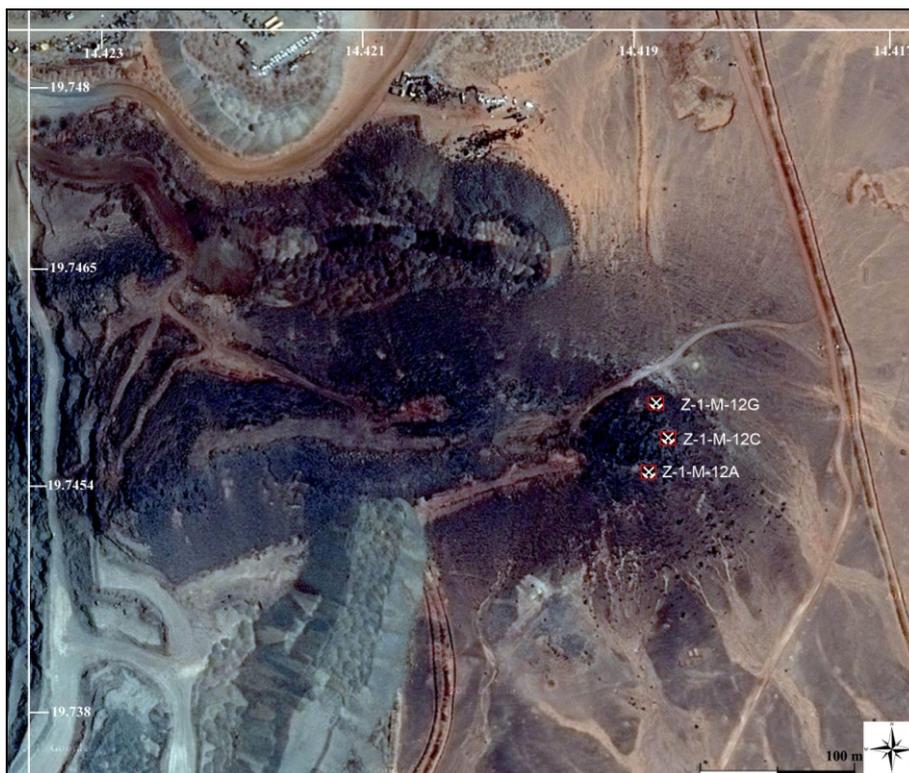


Fig. 5 : photo satellite du Guelb Moghrein oriental et localisation des trois mines fouillées en 2017.

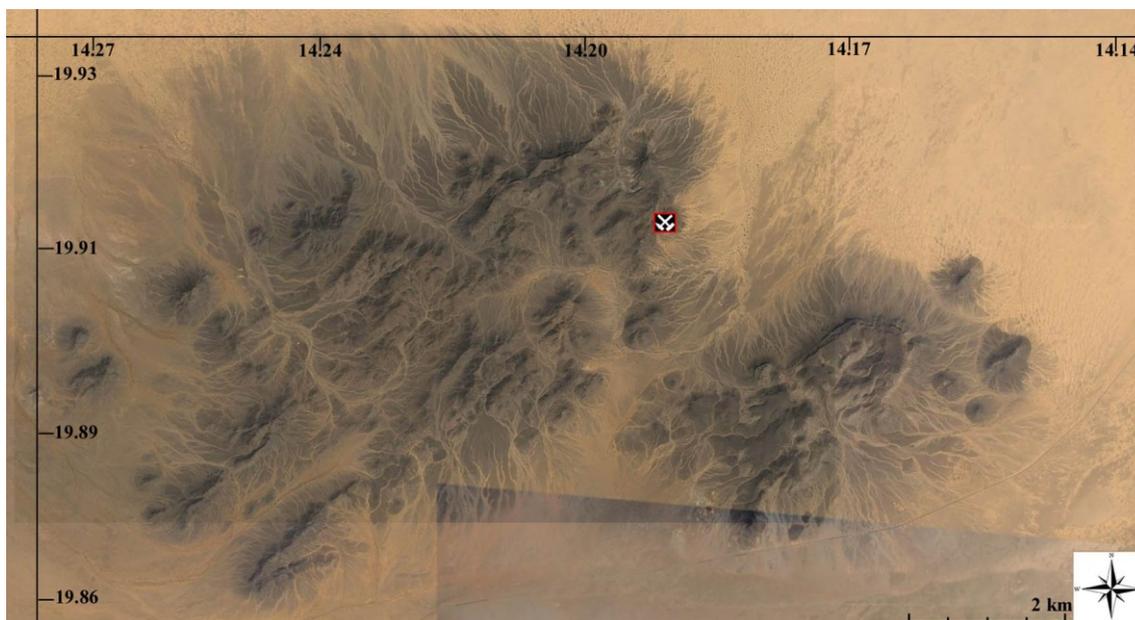


Fig. 6 : photo satellite des massifs d'Irarchène et d'Araguib et localisation de la mine de « Sainte Barbe » fouillée en 2017.

- Les sites métallurgiques

Deux sites ont été étudiés en détail et fouillés au niveau du cordon dunaire de la Dkhaina, au Sud du village de Deman (Dâmane) : Z-8-H-W-7 et Z-8-H-W-28 (**Fig. 7**).

Z-8-H-W-7 correspond au vaste site de Lemdena qui fut découvert à la fin des années 1950 et partiellement fouillé à la fin des années 1960. Des indices métallurgiques y avaient été découverts mais des problèmes chronologiques demeurent pour la compréhension du site (voir p.19-20).

Nous avons donc décidé de mener des recherches approfondies sur ce site afin de clarifier la chronologie de l'occupation anthropique et mieux comprendre les activités métallurgiques. Pour cette

1- Le cadre de la seconde campagne

campagne 2017, nous avons décidé de fixer le secteur de fouille à l'extrémité nord-ouest de la zone métallurgique du site (Figs. 17 et 29). L'objectif à terme est de poursuivre la fouille vers le Sud.

Le site Z-8-H-W-28 fut découvert en 2017, à 2,1 km au nord-ouest de Lemdena. Ce site de 300 m² est moins vaste que celui de Lemdena. De nombreux indices liés à la métallurgie du cuivre ont été identifiés : minerais concassés, fours métallurgiques et amas de scories. Comme à Lemdena, le secteur où se concentrent les activités métallurgiques tangente une zone humide. Il s'agit de dépôts paléo-lacustres, probablement liés au réseau hydrologique actuel du Lakhraïza. Contrairement à Lemdena, ce site n'a jamais fait l'objet d'étude archéologique. Il était essentiel de comparer ces activités métallurgiques avec celles identifiées à Lemdena. Nous souhaitions savoir si ces deux sites étaient contemporains ou non et si leurs activités métallurgiques étaient similaires ou présentaient des différences. Nous avons décidé de mener des fouilles au niveau de la limite sud-ouest de la zone métallurgique.

Comme tous ceux de la région d'Akjoujt, ces deux sites se caractérisent par un « voile archéologique ». En raison d'une érosion intense, les artefacts affleurent en surface et/ou à quelques centimètres de celle-ci. Pour les fouilles, nous avons décidé d'établir un carré de 10 m × 10 m subdivisé par un quadrillage de 2 m × 2 m. Un ramassage exhaustif y a été mené. Il a été complété par un tamisage du sable sur 15 cm de profondeur à l'aide de tamis d'un maillage de 0,2 mm (Fig. 8). Pour chaque carré, on reporte les résultats du comptage de chacun des types d'objet dans une fiche d'enregistrement (Fig. 9). L'ensemble de ces fiches est saisi dans un tableau récapitulatif (Fig. 10). L'objectif est d'établir un plan de densité pour chaque type d'artefact (Fig. 11).

Nous avons réalisé, avec l'aide d'une équipe de topographes de la MCM, un plan de chacun des deux sites métallurgiques fouillés. En raison de la superficie importante du site de Lemdena, seule la zone d'activités métallurgiques a été topographiée.

Ces fouilles ont permis de découvrir de nombreux charbons, dont une partie fut sélectionnée pour des analyses radiocarbones. En outre, des échantillons ont été prélevés sur certains artefacts métallurgiques dans l'objectif de réaliser des analyses en laboratoire.

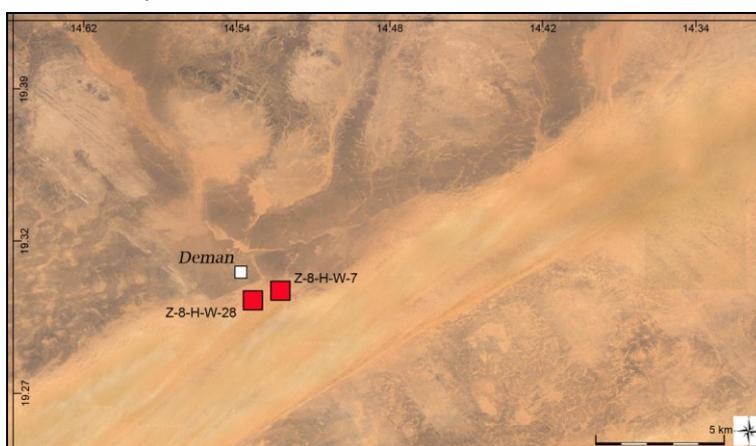


Fig. 7 : photo satellite de la partie nord-est du cordon dunaire de la Dhraina et localisation du village de Deman (Damâne) et des sites métallurgiques fouillés : Z-8-H-W-7 (Lemdena) et Z-8-H-W-28.

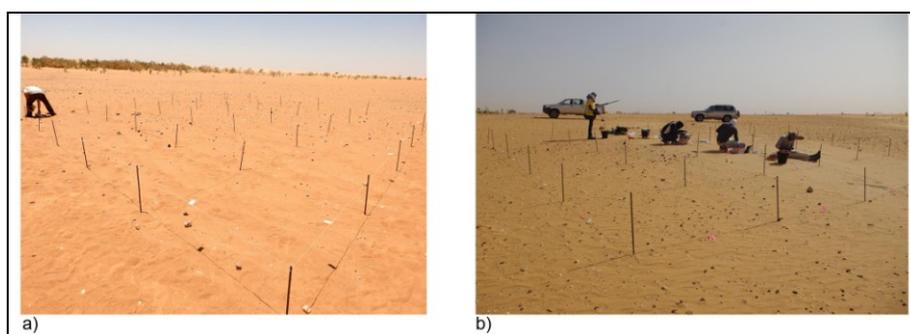


Fig. 8 : carrés de fouille (10 m × 10 m) et avec un quadrillage (2 m × 2 m) des sites Z-8-H-W-7 et Z-8-H-W-28. a) vue en direction du Sud de l'installation du quadrillage à Z-8-H-W-7, b) vue en direction de l'Est des fouilles en cours à Z-8-H-W-28.

1- Le cadre de la seconde campagne

- ♦ Les études extensives de l'occupation anthropique liée à la métallurgie

Plusieurs prospections pédestres ont été menées au nord-ouest du cordon dunaire de la Dkhaina (**Fig. 4, D**). Nous avons géolocalisé et décrit l'ensemble des sites repérés et détaillé les indices métallurgiques associés. Ces prospections ont également permis d'identifier, à proximité des secteurs présentant des indices métallurgiques, plusieurs affleurements paléo-lacustres.

Nous nous sommes donc appuyés sur l'hypothèse d'une corrélation entre les anciennes zones humides et la présence d'indices métallurgiques pour cibler les zones à prospecter. Le khatt Inchiri es Sahili et la confluence des khatts Chouâyel, el Kleijât et er Ragg el Abeid sont apparues comme deux zones propices à la présence de sites métallurgiques. Elles furent donc prospectées (**Fig. 4, B et C**).

Nous avons concentré nos recherches à proximité des anciens lits de rivières et des anciennes rétentions d'eau. Lorsqu'un indice métallurgique était repéré, l'ensemble du secteur était prospecté de façon exhaustive.

En 2016, quelques indices métallurgiques avaient été découverts sur le versant méridional du Draa Oummât el Beid. Nous avons élargi la zone de recherche et prospecté une large zone à l'Ouest et à l'Est du massif de Tourarine couvrant l'ensemble du Draa Oummât el Beid (**Fig. 4, A**). Nos recherches se sont également basées sur le repérage du paléo-réseau hydrologique. Plusieurs paléo-rivières et paléo-lacs ont ainsi été identifiés. A proximité de ces anciennes zones humides, des sites présentant des indices métallurgiques furent également identifiés.

L'ensemble des sites repérés lors de ces prospections a été référencé dans la base de données du SIG du projet. Ces prospections ont également donné lieu à un échantillonnage de prélèvements d'artefacts métallurgiques à des fins d'analyses en laboratoire. Nous avons aussi collecté au niveau des sites, des objets susceptibles d'apporter une datation (coquillages, tessons).

1.f) Difficultés rencontrées

Au cours de la prospection au nord-ouest du cordon dunaire de la Dkhaina, une tombe isolée a été découverte à proximité d'un site métallurgique (**Fig. 43, n°20**). Face à l'importance de cette découverte et à l'urgence de protéger et renseigner ce site, nous avons fouillé cette tombe (**Fig. 12**). A l'issue de celle-ci, nous avons prélevé les os afin de mener des analyses en laboratoire pour une datation, une recherche de pathologies, une signature ADN et une étude climatique. En apparence bien conservés, de nombreux os furent réduits à l'état de fragments osseux et de poudre lors de cette opération.

Informée de cette découverte par la diffusion d'une photo, la directrice de l'IMRFP, madame Bnete Bamba Elkhaless nous signifia que cette fouille dépassait le cadre de nos recherches. Toutefois, l'autorisation de recherche délivrée par l'IMRFP ne fait pas mention d'une telle restriction et, si la fouille de cette tombe outrepassait nos prérogatives scientifiques, ce n'est pas intentionnel.

A la demande orale de la directrice de l'IMRFP, nous avons ré-enterré l'ensemble des fragments et poudre osseux dans un site archéologique. La MCM, responsable et garante de notre sécurité, nous a demandé d'effectuer cette opération au plus près de leur concession minière. Nous n'avons pas eu l'opportunité de nous rendre sur le site initial de la découverte, à 37 km au sud-ouest d'Akjoujt. Nous avons ré-enfouis les fragments et poudre osseux dans un site archéologique à 22 km au nord-est d'Akjoujt.

La directrice de l'IMRFP est venue à Akjoujt pour contrôler l'opération de ré-enterrement des fragments osseux. Arrivée sur le site archéologique et après avoir constaté la présence des restes osseux (fragments et poudre osseux), madame Bnete Bamba Elkhaless a considéré que ces restes osseux ne correspondent pas à ceux de la tombe. Elle a estimé qu'ils étaient en apparence différents de ceux de la photo. Elle a maintenu cette position en dépit de nos explications détaillées relatives à l'état de conservation des fragments osseux.

1- Le cadre de la seconde campagne



Fig. 12 : vue en direction du Nord en fin de fouille de l'individu en décubitus avec les membres inférieurs très fortement fléchis sur la gauche.

La directrice de l'IMRFP a ainsi considéré que l'opération de ré-enterrement n'avait pas eu lieu. Elle a exigé de repartir sur Nouakchott en emportant l'ensemble des échantillons de la campagne 2017 (charbons, minerais, restes métallurgiques). Elle refuse leur exportation temporaire en France pour analyse. Elle s'oppose également à la poursuite du projet franco-mauritanien CUPRUM. Elle pose comme condition de voir l'ensemble des os du corps de la tombe dans le même état que celui de la photo, ce qui n'est pas possible pour les raisons évoquées ci-dessus.

Cet incident semble remettre en cause la poursuite du projet franco-mauritanien CUPRUM. En effet pour des raisons scientifiques, il est impératif d'exporter les échantillons des campagnes de recherche pour réaliser des analyses. La directrice veut interrompre un projet quadriennal qui s'inscrit dans le renforcement des relations diplomatiques entre la France et la Mauritanie, qui contribue à la formation universitaire des étudiants mauritaniens, et qui développe la recherche scientifique en archéologie en Mauritanie.

2- Résultats préliminaires

2) Les résultats préliminaires

2.a) La formation des étudiants

Pour la majorité des étudiants, il s'agissait de leurs premières fouilles. Nous les avons formés aux principes et techniques de fouilles des sites et des mines ainsi qu'aux démarches d'enregistrement des données.

Les étudiants ont acquis progressivement une maîtrise des techniques de fouilles, la capacité à reconnaître les artefacts métallurgiques et à enregistrer les données dans les inventaires. Ils ont été sensibilisés aux notions d'archéoméallurgie et aux principes des analyses en laboratoire.

Les chercheurs participant à la mission les ont également sensibilisés à l'étude des céramiques, du matériel lithique et des artefacts métallurgiques, à l'interprétation des artefacts préhistoriques et à la constitution d'un SIG.

Sensibilisés aux indices anthropiques pour la reconnaissance des sites, les trois nouveaux étudiants ont été, dès la seconde semaine de prospection, à même de repérer des sites et participer à leur description et à l'enregistrement des données métriques. Les deux étudiants qui avaient participé à la mission 2016 se sont perfectionnés dans la reconnaissance des sites et ils ont aidé les nouveaux.

Par le biais de cette formation pratique, nous les avons également sensibilisés à la question d'un choix pour un sujet de recherche de master dans l'optique d'une formation universitaire en France. L'un des étudiants, Mohamed ould Abd Dayem, a montré un intérêt dans l'étude détaillée des scories. Il a réalisé une étude métrique approfondie des scories découvertes lors des fouilles. Il souhaite également réaliser un master sur la question de la métallurgie extractrice dans la région de l'Assaba au Sud de la Mauritanie. Teyeb Boulah s'est intéressé à la production d'outils microlithiques en matière siliceuse. Avec l'aide d'Alexander Maass, il a mené des prospections autour du massif d'Irarchène et a collecté du matériel. Il vise à poursuivre ces recherches dans le cadre d'un master d'archéologie.

Suite à une entrevue avec le doyen de la Faculté des Lettres et Sciences Humaines (FLSH) de l'Université de Nouakchott, il a été envisagé que les membres du programme de recherche CUPRUM donnent des cours d'archéologie dans le cadre du master d'histoire.

2.b) La métallurgie ancienne dans la région d'Akjoujt

2.b.1) Les études détaillées et fouilles des mines et sites métallurgiques

- Les mines (voir détail en annexes 1 et 2)
 - ♦ massif du Guelb Moghrein oriental

Les trois mines fouillées se situent sur le versant est du massif. Il s'agit du secteur le mieux préservé des exploitations modernes. Sur le versant Nord du Guelb Moghrein oriental, à 150 m des mines, de nombreux macro-outils en roche basaltique furent découverts et témoignent d'une exploitation ancienne de la zone. Sur ce versant, des affleurement de roches basaltiques furent probablement exploités pour la production de ces macro-outils.

Z-1-M-12A

Il s'agit d'une vaste mine d'exploitation de cuivre comprenant plusieurs niveaux (**Fig. 13**). La partie supérieure se caractérise par une galerie longue de 5,80 m et large d'environ 1 m. A 3 m, un puits donne accès au second niveau ainsi qu'à une plateforme comportant deux alvéoles d'abattage. Le second niveau n'a pas été totalement fouillé en raison du volume important de comblement à dégager. Dans l'état actuel des recherches, on estime que la chambre fait 6 m de long pour 4 m de large. La vaste cavité se prolonge à l'Ouest et au Sud, voire même au Nord. Un sondage a été entrepris afin d'atteindre le sol du second niveau. A 2 m de profondeur, celui-ci a été atteint et un fragment de charbon a été découvert. Il devrait permettre de dater cette structure.

L'étude des traces au niveau des parois suggère une exploitation par abattage au feu. Ce mode d'extraction consiste à faire éclater la roche par un choc thermique. La roche est étonnée par l'action d'un feu puis brutalement refroidie par aspersion d'eau et se brise. L'action de percuteurs lithiques permet ensuite de séparer les blocs de roches contenant du minerai. Cette technique d'abattage conduit à la formation de structures alvéolaires au niveau des parois.

2- Résultats préliminaires

Un plan de l'ensemble de la mine a été dressé et une reconstruction en 3 dimensions a également été réalisée (**Fig. 14**). La fouille de cette mine se poursuivra en 2018.

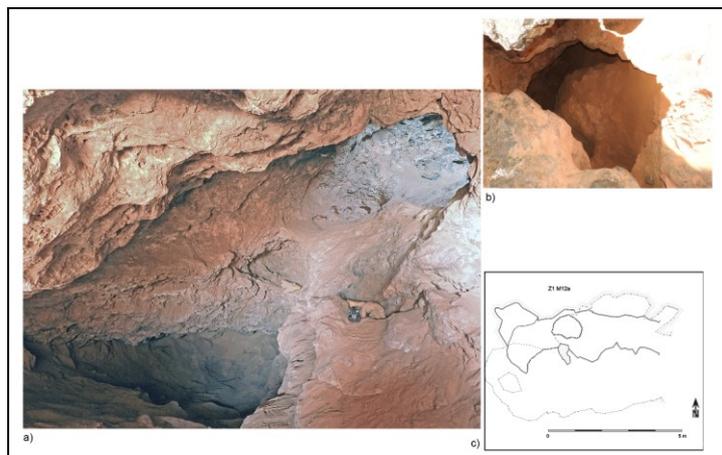


Fig. 13 : mine Z-1-M-12-A. a) vue dans l'état des fouilles 2017 du puits d'accès et première plateforme (en haut à droite), de la seconde plateforme (à droite), et du dégagement de la galerie vers l'Ouest (en bas à gauche) ; b) entrée supérieure donnant accès à la première plateforme ; c) planimétrie de la mine.

Z-1-M-12C

La fouille a mis en évidence plusieurs traces d'abattage au maillet et confirmé ainsi les observations initiales. Cette exploitation (l. : 3,5 m, L. : 1,4 m, p : 0,6 m) est liée à l'extraction d'hématite. Au milieu de la structure, au niveau d'une cuvette, une lentille charbonneuse (Ø 30 cm, 2,5 cm épais.) a été mise en évidence. Elle suggère l'usage d'abatage au feu. La présence de traces de rubéfaction sur le sol et les blocs d'hématite semblent confirmer cette hypothèse. Une exploitation secondaire de roche siliceuse (chert) a été identifiée sur la paroi Ouest. Les traces au niveau de ce front de taille suggèrent un abattage uniquement au maillet.

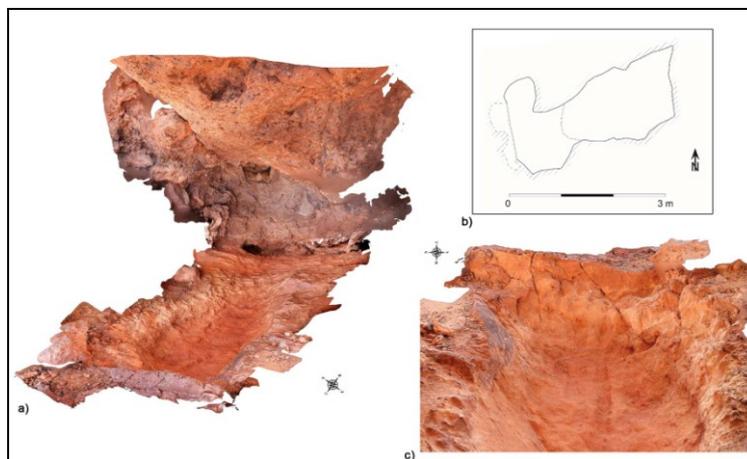


Fig. 14 : mine d'hématite découverte au niveau du versant Est du Guelb Moghreïn oriental. a) photogrammétrie de la structure en tranchée, b) planimétrie de la mine, c) photogrammétrie de détail de la face Est présentant des traces d'impact d'extraction au maillet.

Z-1-M-12G

Il s'agit d'une mine caractérisée par une chambre rectangulaire de 3,50 m × 2 m exploitée selon une direction sud-ouest (**Fig. 15**). L'extraction a été réalisée autour d'un bloc massif de 1,4 m situé au centre de la structure. La fouille s'est concentrée sur le secteur ouest et sud-ouest. Dans l'état actuel des recherches, on ignore si la structure à l'extrémité sud-ouest est une petite cavité ou une galerie rebouchée. A l'entrée de la mine, des traces d'exploitation suggèrent l'exploitation de minéraux secondaires : chert et goethite. La fouille se poursuivra en 2018 et permettra de dégager l'ensemble de cette structure.

2- Résultats préliminaires

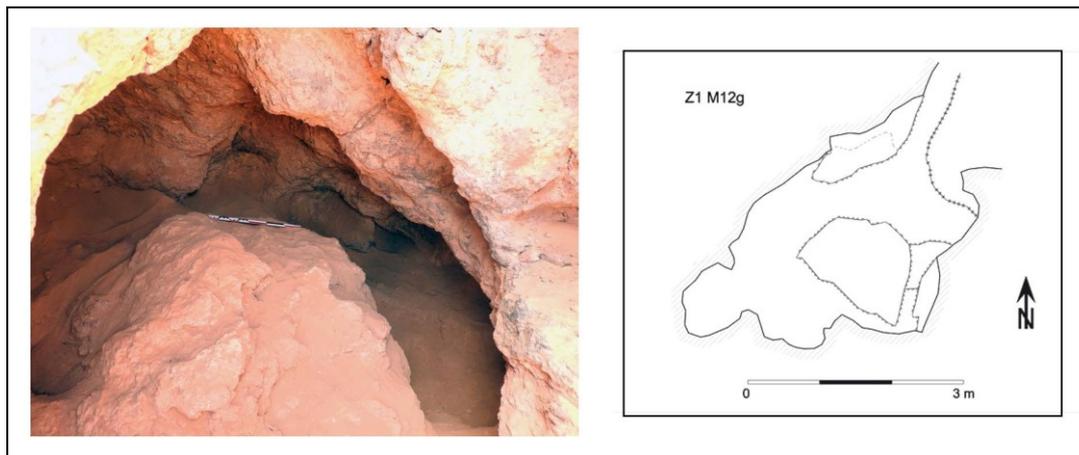


Fig. 15 : mine Z-1-M-12-G, vue en direction du Sud de l'état de fouille 2017, et planimétrie .

♦ massif d'Irarchène

« Sainte Barbe »

Un sondage de $1,5 \times 0,5$ m fut réalisé au niveau de la cavité de la mine préhistorique présentant des traces d'un abattage au feu (Fig. 16). A 0,5 m de profondeur, des fragments de charbon furent découverts et prélevés.

Au sommet de la mine, un atelier de taille de chert a été identifié. Un front de taille d'extraction de cuivre fut également découvert à 100 m au sud-ouest de la mine de Sainte Barbe. Des fragments de minerais et des outils lithiques d'extraction furent également mis au jour au niveau de cette structure d'extraction.

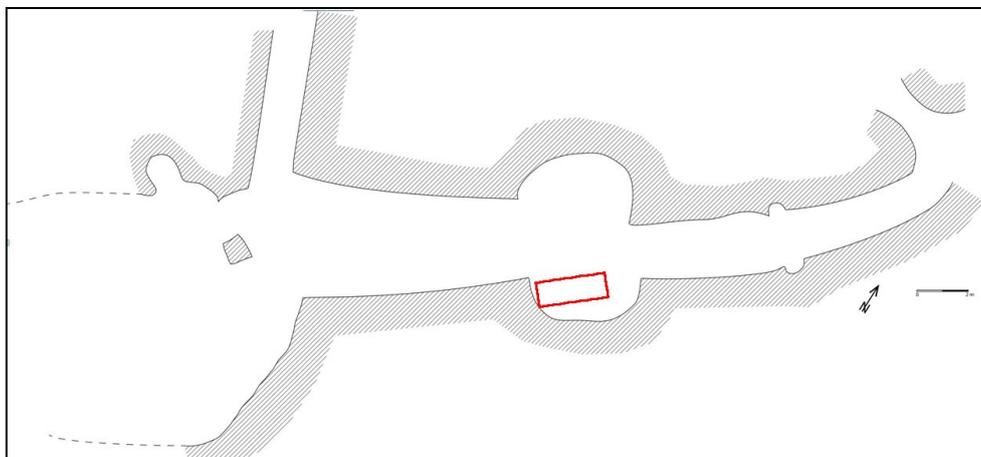


Fig. 16 : planimétrie de la mine de « sainte Barbe » et localisation du sondage au niveau de la mine préhistorique coupée par le travers-banc.

▪ Les sites métallurgiques

- Z-8-H-W-7 (Lemdena)

Les recherches précédentes

Il s'agit d'un site implanté au niveau de dunes et de cuvettes datées de l'Ogolien. Il fut découvert par H. Bessac à la fin des années 1950 et partiellement étudié par R. Moreau et N. Lambert de 1968 à 1970 (Bessac, 1958 ; Moreau, 1970 ; Lambert, 1969a, 1971, 1972 et 1975). Ces travaux se sont focalisés au sud-est du site (Figs. 17 à 19).

Les objets retrouvés sur le sommet et la pente de l'une des dunes témoignent d'une industrie microlithique et d'activités de concassage/broyage. De nombreux tessons de céramiques témoignent d'une occupation de longue durée. Sept fours métallurgiques, dont six étudiés par N. Lambert furent découverts

2- Résultats préliminaires

(Figs. 19 et 20). Leur diamètre oscille entre 30 et 60 cm. Ils sont alimentés par une ventilation forcée par le biais de tuyères (Bessac 1958, Lambert, 1975). Outre plusieurs scories, quatre objets en métal furent également découverts en surface : une pointe de flèche ogivale, deux alènes et deux petits lingots (Lambert, 1972, 1975). Contrairement aux hypothèses de N. Lambert (Lambert, 1975), ce site n'est pas contemporain de la mine au « grotte aux chauve souris »².

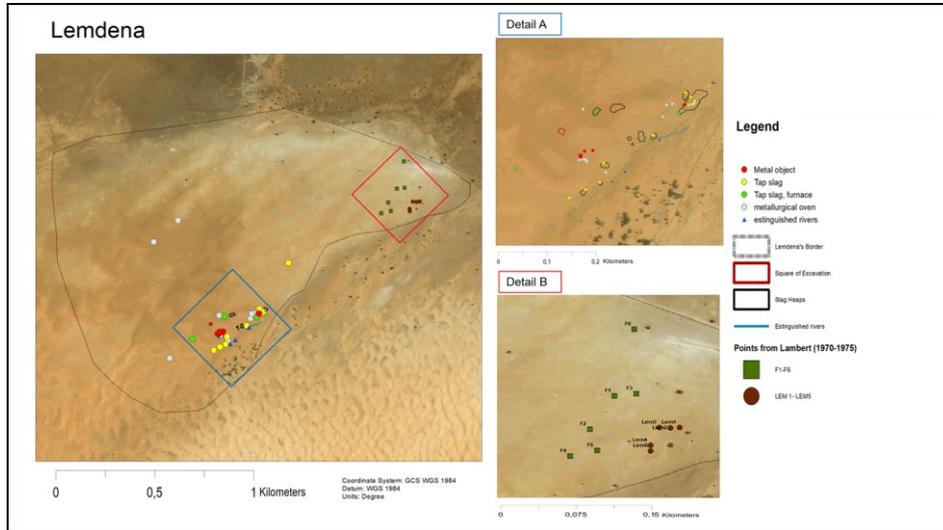


Fig. 17 : plan du site de Lemdena précisant la zone de recherche de N. Lambert (carré rouge) et l'ensemble des indices métallurgiques découverts au niveau du site.

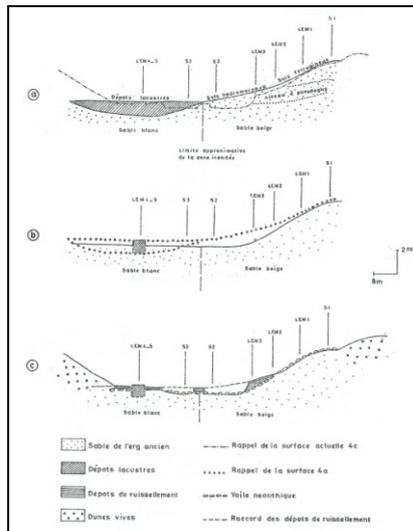


Fig. 18 : évolution supposée du site de Lemdena : a) fin de la phase humide, b) fin de la phase aride, c) époque actuelle (Moreau, 1970, Fig. 4).

² Datations « grotte aux chauve souris » (Lambert, 1975), 2776 ± 126 BP et 2360 ± 110 BP, 1378 - 203 cal. BC. Datation Lemdena (Lambert, 1969a, 1975, 1983), 1760 ± 110 BP, 28 - 537 cal. BP.

2- Résultats préliminaires

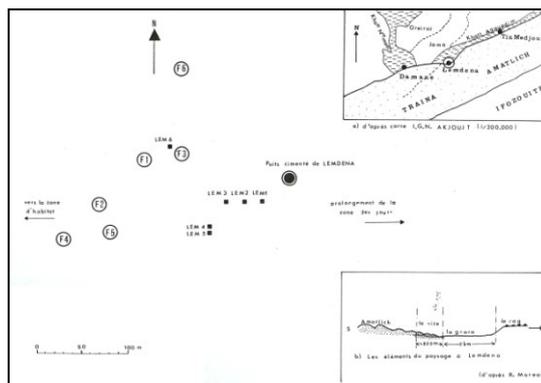


Fig. 19 : plan de la zone sud-est étudiée et fouillée à Lemdena par N. Lambert et R. Moreau (Lambert, 1975). Les coordonnées du puits sont : 19.313139° (lat.), -14.517306° (long.). Les fours correspondent aux appellations F1 à F6. Les sondages menés par R. Moreau sont LEM 1 à LEM 6. Toutefois au regard du plan de coupe topographique, leur positionnement est discutable.

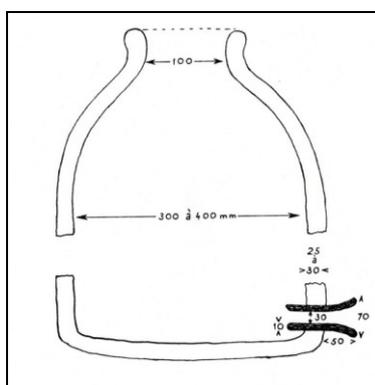


Fig. 20 : reconstruction d'un fourneau métallurgique d'après les fragments de parois découverts à Lemdena. La hauteur et le nombre de tuyère sont inconnus (Bessac, 1958, pl. 13, n°14).

L'étude menée par le programme CUPRUM (2016-2017)

La mission exploratoire menée en 2016 a permis de situer les limites Nord, nord-est et nord-ouest du site. Une dizaine de tombes avaient été identifiées au Nord. Une zone métallurgique (minerais, scories, four, creuset) avait également été découverte au centre du site, au débouché de l'Oued Zeïlouf (**Fig. 17**). Nos datations radiocarbone³, menées sur une dent et des charbons d'un foyer métallurgique, encadrent la datation de N. Lambert et soulignent le problème de chronologie du site de Lemdena et plus généralement dans la région d'Akjoujt.

En 2017, nous nous sommes concentrés sur le secteur Sud du site, dont seule le secteur sud-est avait été étudiée par les précédents travaux de N. Lambert (voir ci-dessus). Nous avons délimité l'ensemble de la partie méridionale de Lemdena et ainsi estimé la superficie du site à 220 ha. La partie Sud, se caractérise par une concentration d'activités métallurgiques et tangente, au Nord, une zone humide alimentée par le khatt Inchiri ech Chegui (khatt Agouédim) et l'Oued Zeïlouf, et au sud une seconde zone humide marquée par le cours d'eau temporaire de Lakhraïza.

Cette zone de concentration d'activités métallurgiques se caractérise par 13 crassiers de scories et 21 structures de chauffe métallurgiques dont certaines en batterie. De ces fours, il ne subsiste en surface que les parois scoriacées. Leur positionnement permet de supposer le diamètre de la structure métallurgique, de 0,28 m à 0,37 m (**Fig. 21**).

Les crassiers correspondent à des concentrations et amas de scories, d'un diamètre de 3,72 à 7,65 m (**Fig. 22**). Au sud-ouest de la zone de concentration d'activités métallurgiques de Lemdena, un secteur de production d'objet en métal a été identifié (**Fig. 15**).

³ Datation Lemdena (CUPRUM 2016), analyse dent (Beta-453172), 2020 ± 30 BP, 55 cal. BC - 55 cal. BP (2δ) ; analyse charbon (Poz-87187), 1530 ± 30 BP, 428 - 599 cal. BP (2δ).

2- Résultats préliminaires

Sept objets en métal y furent découverts en surface : un lingot, une hache plate, une alène, une aiguille, une pointe de flèche et un anneau (**Figs 23 à 28**). Ces objets sont similaires à ceux découverts dans la région d'Akjoujt (Lambert, 1970 à 1983). Toutefois, il convient de souligner la découverte du lingot de cuivre⁴ de 72 g. La présence de grains de silice vitrifiés et piégés dans le métal suggère qu'il a été fondu dans du sable. Onze autres lingots furent découverts dans la région d'Akjoujt⁵, mais il s'agit ici de la masse de cuivre la plus importante en comparaison avec les autres demi produits découverts dans la région d'Akjoujt.

La découverte d'un anneau en fer (**Fig. 28**) pose la question d'une métallurgie locale de production de fer ou l'importation (échanges ?) d'objets en fer produits par d'autres cultures.

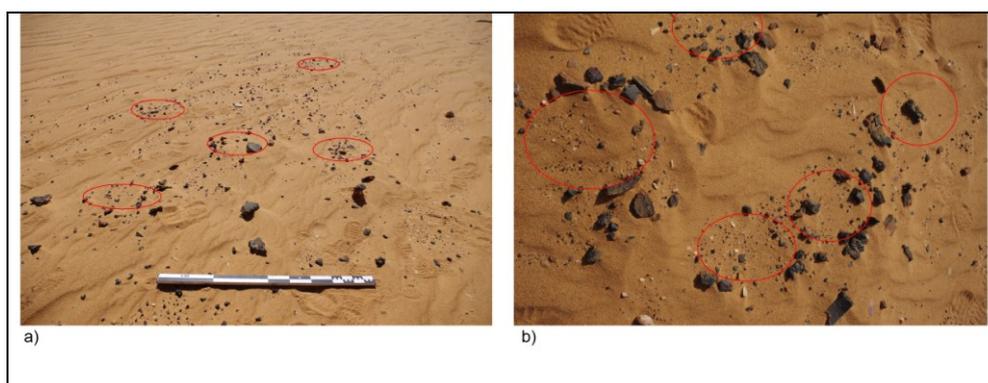


Fig. 21 : structures de chauffe métallurgiques découvertes au Sud de Lemdena. a) vue générale d'une zone de concentration de fragments de parois scoriacées permettant de supposer l'emplacement et le diamètre des fours, b) vue de détail de fragments de parois scoriacées suggérant une installation en batterie des fours.

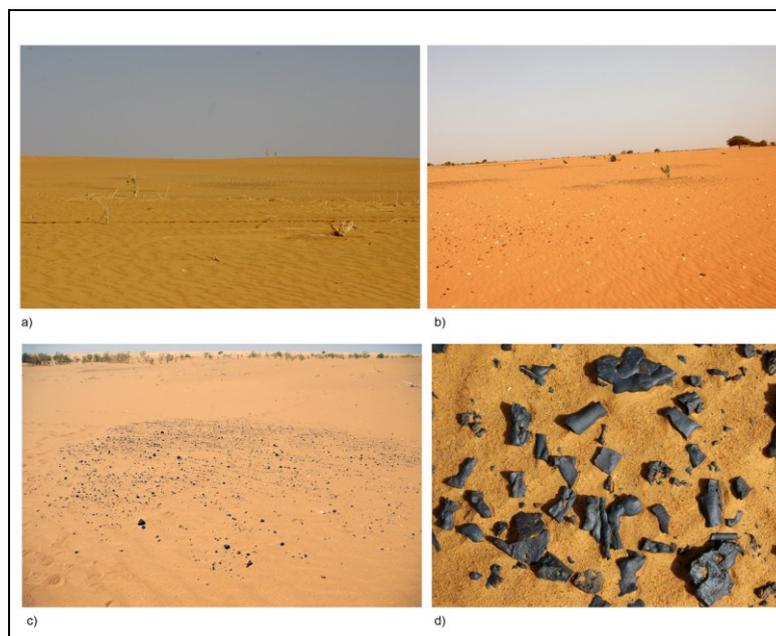


Fig. 22 : crassiers de scories brutes découverts dans la zone de concentration d'activités métallurgique au Sud de Lemdena. a) et b) vues générales des crassiers, c) vue de l'une des zones de concentration de scories, d) vue de détail des scories composant ces crassiers.

⁴ Analyse XRF avec Olympus Delta, 120secondes : 3764 ppm P, 4673 ppm Cl, 4497 ppm Ni, 4673 ppm Cl, 5278 ppm S, 2,71% Fe, 2.83% Mn, 93,3% Cu.

⁵ 4 à Akjoujt, 2 entre Damane et Lemdena, 3 à Greiret Haguët et 2 à Grara Maloueva, Lambert, 1970, 1971, 1972.

2- Résultats préliminaires



Fig. 23 : hache plate (11,8 g) découverte en 2016 au niveau de l'atelier de production d'objets en métal identifié en 2017 au sud-ouest de la zone de concentration d'activités métallurgiques à Lemdena.



Fig. 24 : Lingot (72 g) en cuivre (93,3% Cu, 2,83% Mn, 2,71% Fe) découvert en 2017 au niveau du secteur de production d'objets en métal à Lemdena. a) face supérieure en contact avec le sable lors de la fonte (grains de silice vitrifiés piégés dans le métal), b) face inférieure en contact avec l'air (microstructure caractéristique d'un refroidissement rapide).



Fig. 25 : alène (10,2 g) découverte en 2017 au niveau du secteur de production d'objets en métal à Lemdena.



Fig. 26 : aiguille à tête ogivale bombée (7,3 g) découverte en 2017 au niveau du secteur de production d'objets en métal à Lemdena.



Fig. 27 : pointe de flèche ogivale à ailerons saillants (1,5 g) découverte en 2017 au niveau du secteur de production d'objets en métal à Lemdena.



Fig. 28 : anneau en fer (2,8 g) découvert en 2017 au niveau du secteur de production d'objets en métal à Lemdena.

Les fouilles (2017)

Nous avons fixé le secteur de fouille au niveau de la limite nord-ouest de la zone de concentration d'activité métallurgique (**Figs. 17 et 29**).

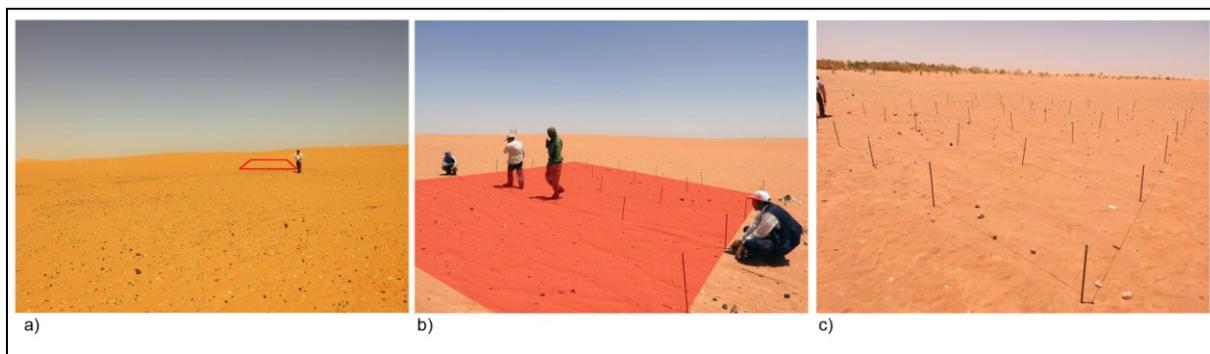


Fig. 29 : secteur de fouilles à Lemdena. a) vue à partir du Sud de l'emplacement du secteur de fouille situé au nord-ouest de la zone de concentration d'activité métallurgique, b) vue du sud-ouest de l'emprise du secteur de fouille (10 m x 10 m) et l'installation de ses subdivisions (2 m x 2 m), c) vue en direction du sud-ouest du secteur de fouille.

2- Résultats préliminaires

Au niveau de l'emprise de la fouille, seuls quelques artefacts étaient observables en surface (tessons, minerais, parois de fours, éclats de débitage). Les fouilles ont révélé la présence d'objets archéologiques sur une profondeur de 7,3 cm et l'absence de stratigraphie.

Les fouilles ont confirmé l'existence d'activités métallurgiques dans cette zone. De nombreux indices furent découverts : 509 scories, 179 fragments de minerais, 150 parois et/ou éléments de fours métallurgiques, 140 billes de métal, 35 fragments de creusets et deux objet semi-finis (**Fig. 30**).

Les minerais correspondent à des fragments de malachite et chrysocolle dans un encaissant de metabasalte ou métacarbonate. Certains fragments de parois de fours présentent des applications successives d'argile ; Il semble qu'il s'agisse de réfection, ce qui suggère un entretien de la structure au cours de ses usages. Une partie d'un large récipient conique en céramique fut mis au jour à proximité de la zone humide (**Fig. 30**). Il pourrait s'agir d'une batée destinée à l'enrichissement des minerais broyés.

Les scories sont de plusieurs types : scories brutes issues de coulée ou de la réduction, scories partiellement concassées et scories concassées (**Fig. 32**). L'étude du ratio poids/longueur des scories met en évidence différents types de scories et une homogénéité des scories concassées. En 2016, l'observation microscopique d'une section de scorie découverte à Lemdena avait permis d'identifier des petites billes de métal piégées.

Certains fragments de creusets comportent également des billes de métal piégées dans la céramique (**Fig. 32**). La taille des billes de métal va de 0,15 à 1,25 cm et leurs poids est compris entre 0,09 et 1,78 g (**Fig. 33**). Deux demi-produits furent également découverts. Il s'agit de fragments de métal issus d'une fonte et d'un second martelé.

L'étude de la répartition spatiale (**Fig. 30**) des éléments et parois scoriacés suggère la présence de deux fours au niveau des carrés B5 et D3. A proximité immédiate du second four (carré D3), on observe une concentration de matière première (minerais cuprifères) réduits dans des creusets dont la localisation est identique à celle des deux fours. La densité de fragments de creusets est toutefois plus importante à proximité du premier four (carré B3). Il s'agit de nombreux fragments de creusets concassés. Les concentrations de scories (brutes et concassées) sont situées entre les deux fours, au niveau d'une zone probable de vidange. Une aire de concentration de billes de métal a été identifiée au nord-est des zones de scories (carrés B3 et B4).

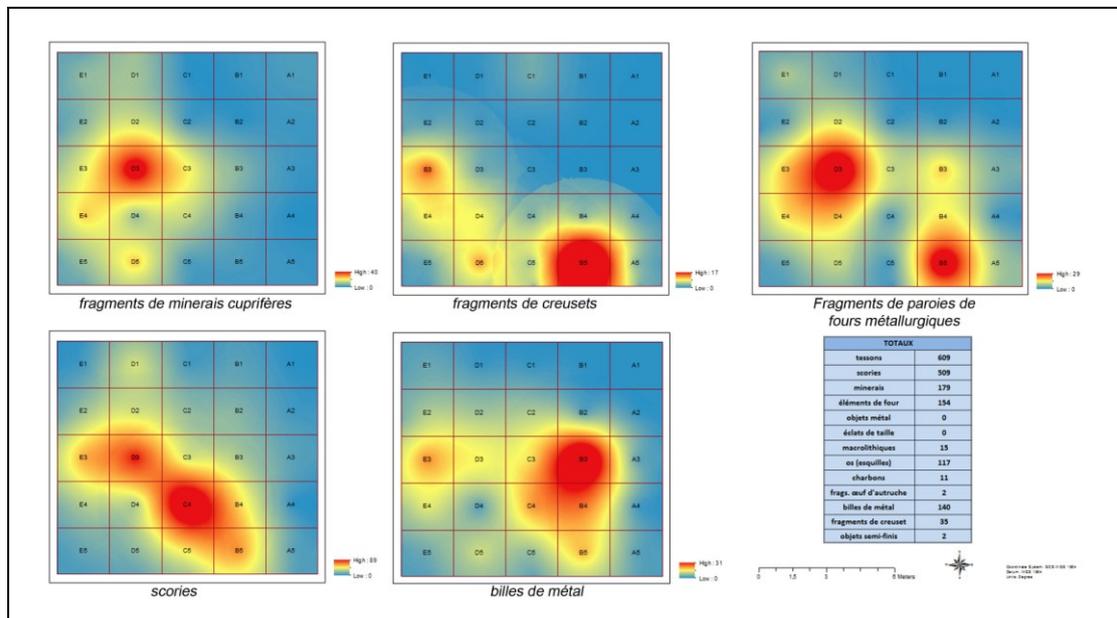


Fig. 30 : plans de densité des artefacts métallurgiques découverts dans le secteur de fouilles à Lemdena.

2- Résultats préliminaires



Fig. 31 : fragment d'un large récipient conique en céramique découvert au Sud du secteur d'activités métallurgique de Lemdena, à proximité immédiate de la zone humide. Il pourrait correspondre à une batée destinée à l'enrichissement des minerais broyés.

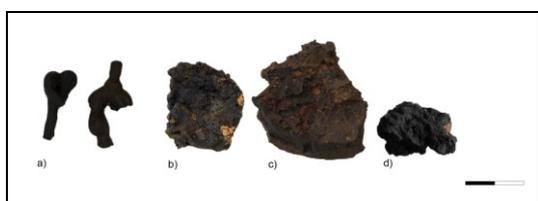


Fig. 32 : types de scories découvertes lors des fouilles à Lemdena : a) scorie de coulée, b) scorie dense, c) culot de scorie, d) scorie concassée



Fig. 33 : fragments de creusets découverts lors des fouilles à Lemdena. Des billes de métal sont piégées sur l'un des petits fragments de creuset.



Fig. 34 : une partie des billes et nodules de métal découverts lors des fouilles à Lemdena.

- Z-8-H-W-28

Ce site est situé à 2,1 km au nord-ouest de Lemdena et s'étend sur 300 m². Il se caractérise par la présence en surface de nombreux macro-outils et d'éclats de débitage lamellaires illustrant des activités de concassage/broyage et une production microlithique. Quelques tessons furent également découverts mais leur nombre est moindre. Cette caractéristique suggère qu'il s'agit d'une occupation de courte durée. Z-8-H-W-28 serait un camp plus qu'un site d'habitat comme Lemdena. Le site Z-8-H-W-28 se caractérise également par des activités métallurgiques localisées au Sud du site, à proximité d'une zone humide présentant des dépôts lacustre (**Figs. 35 et 36**).

2- Résultats préliminaires

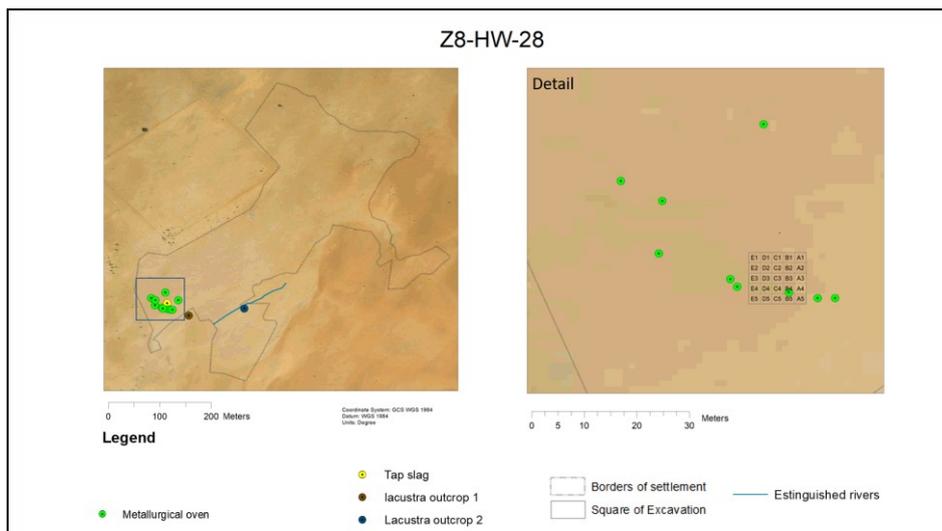


Fig. 35 : plan du site Z-8-H-W-28 précisant ses contours, l'ensemble des indices métallurgiques découverts et le secteur fouillé.

Plusieurs indices témoignent des activités métallurgiques : deux aires de concassage de minerais, des scories, des fragments de creusets et une dizaine de fours métallurgiques caractérisés par des parois scoriacées (**Figs. 37 et 38**). Les minerais sont du même type que ceux découverts à Lemdena. Il s'agit de petits filons de malachite et chrysocolle contenus dans des métacarbonates ou metabasaltes. L'un des fragments de paroi de four présente une courbure et un bord suggérant une ouverture d'un diamètre estimé à 75 cm (**Fig. 38**). Il pourrait s'agir de l'orifice supérieur d'un four métallurgique similaire à celui découvert à la fin, des années 1950 par H. Bessac (**Fig. 20**).

La fouille menée au sud-ouest de la zone métallurgique a permis de mettre au jour 957 scories, 828 parois de four, 194 billes de métal, 147 fragments de minerais et 24 fragments de creuset. Deux petits fragments de plaque de métal et une pointe de flèche furent également mis au jour (**Fig. 36**). De nombreux projectiles similaires furent découverts dans la région (Lambert, 1970, 1971 et 1972).

Parmi les fragments de parois de four, la moitié de l'extrémité d'une tuyère fut découverte (**Fig. 37**). Elle suggère l'usage de ventilation forcée et confirme les parallèles avec le four découvert par H. Bessac (**Fig. 20**). Selon l'étude du ratio poids/longueur, trois types de scories peuvent être distingués : scories brutes issues de la réduction ou de coulée, scories partiellement concassées et scories concassées. Les scories et les creusets comportent des billes de métal piégées. Scories et creusets ont été concassés afin de les extraire.



Fig. 36 : site Z-8-H-W-28 caractérisé par une occupation de courte durée (camps). a) vue en direction du Sud de la zone d'activités métallurgiques et de la zone de fouille (carré rouge). La zone humide est marquée par la végétation ; b) vue

2- Résultats préliminaires

en direction de l'Est de l'emprise de la fouille (10 m × 10 m) située au sud-ouest de la zone d'activités métallurgiques ;
c) vue en direction du sud-est du maillage de la zone de fouille (2 m × 2 m).

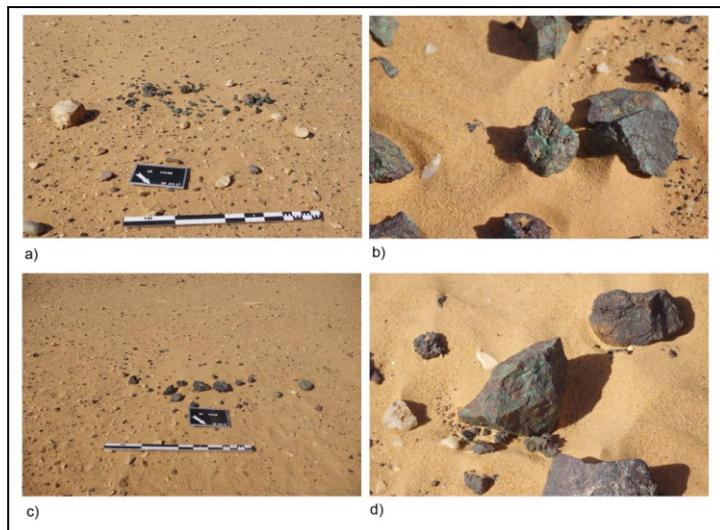


Fig. 37 : deux zones de concassage de minerais cuprifère situées au Nord de la zone d'activités métallurgiques du site Z-8-H-W-28. a) et c) vues en direction du Sud des deux zones de concassage de minerais, b) et d) vue en détail des blocs et des fragments concassés des minerais de cuivre.



Fig. 38 : fours métallurgiques, découverts sur le site Z-8-H-W-28, qui se caractérisent par des fragments de parois scoriacées. a) vue générale d'une concentration de fours métallurgiques en direction de l'Est ; b) vue de détail de trois fours en batterie ; c) vue de détail d'un four métallurgique au niveau duquel fut découvert l'extrémité supérieure (Fig. 38).

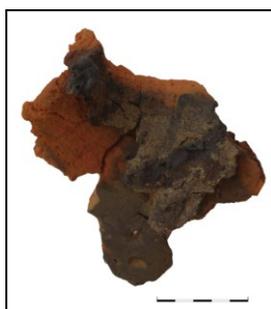


Fig. 39 : paroi scoriacée d'un four métallurgique (Fig. 37, c) correspondant probablement à l'orifice supérieur de la structure.

Selon les plans de densité (**Fig. 40**), un four métallurgique semble avoir existé au nord-ouest de la zone de fouille (carré E2). Les parois de four sont concentrées dans ce secteur (**Fig. 40**). Toutefois, la densité de scories est faible. La majorité des scories fut découverte dans les carrés B2, A2 et B3 (**Fig. 40**). La fouille a permis de mettre en évidence des lentilles charbonneuses en C1 et B2 et des couches de cendre en C1 et C2. Il est ainsi fort probable qu'une deuxième structure pyrométallurgique ait été présente au nord du secteur de fouilles (carrés C1/B2) mais dont il ne subsiste en surface aucun indice. La présence à proximité de minerais, dans les carrés A2 et A3 va dans le sens de cette hypothèse. De même, les fragments de creusets sont concentrés en B3. La densité de billes de métal est importante dans les carrés E2 et E3 (**Fig. 40**). Cette

2- Résultats préliminaires

concentration qui se surimpose à celle des parois de four est étonnante. Elle suppose que les minerais aient été directement réduits, sans creuset, dans le four métallurgique et que le métal, sous la forme de billes, ait migré par gravité au fond de la structure.

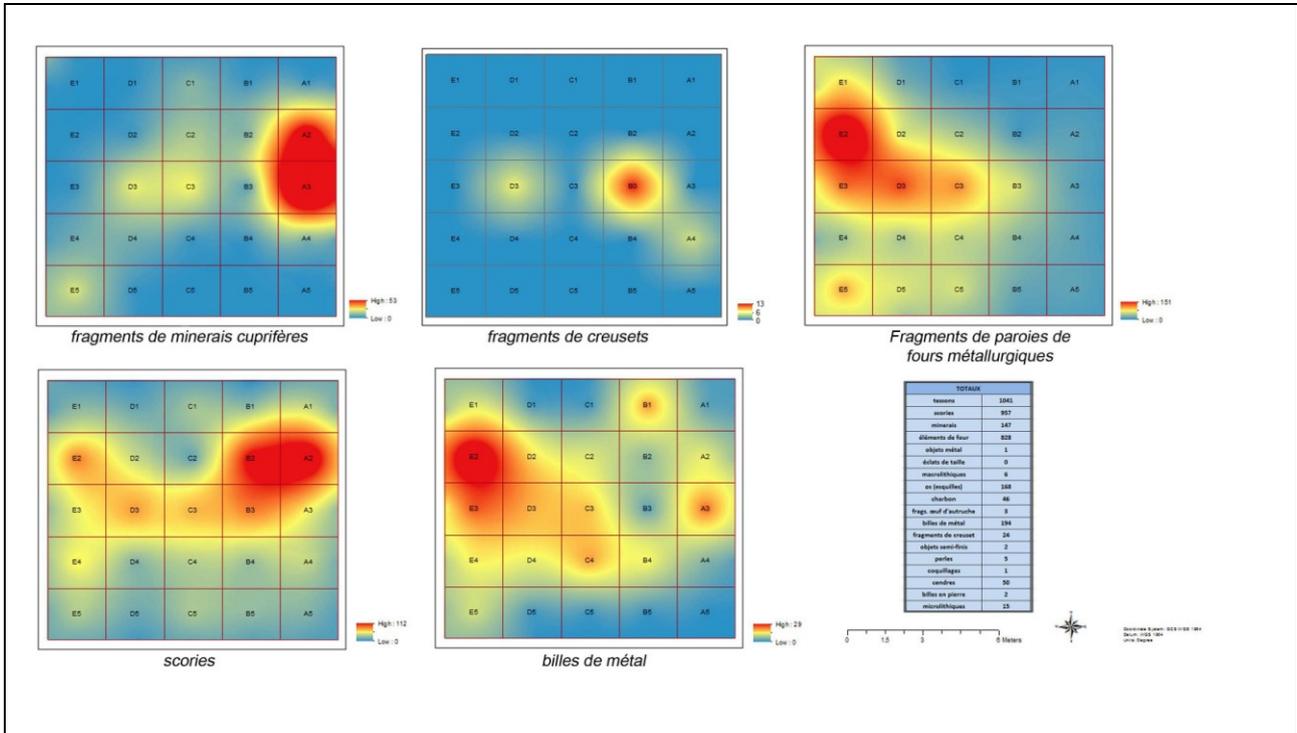


Fig. 40 : plans de densité des artefacts métallurgiques découverts dans le secteur de fouilles du site Z-8-H-W-28.

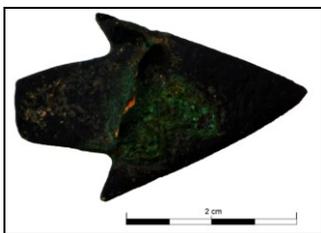


Fig. 41 : pointe de flèche (2,2 g) découverte lors des fouilles menées à Z-8-H-W-28.

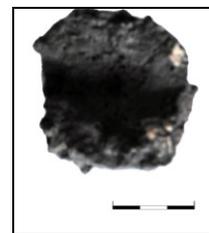


Fig. 42 : fragment de l'extrémité d'une tuyère découvert lors de la fouille de Z-8-H-W-28.

- proposition d'organisation des activités métallurgiques à Z-8-H-W-7 et Z-8-H-W-28

L'étude et les fouilles des deux sites métallurgiques permet de proposer une organisation des activités liées à la métallurgie.

Les minerais de cuivre (malachite, chrysocolle), dont l'origine n'a pas encore été déterminée, sont apportés au niveau des sites sous la forme de blocs pré-concassés (l. : 15-20 cm ; L. 5-8 cm ; 80-168 g). Cette matière première est de nouveau concassée, broyée et probablement réduite en poudre. A l'aide d'un récipient conique, comme celui découvert à Lemdena, les minerais sont concentrés par gravité au niveau d'un point d'eau. Les parties stériles (roches) sont évacuées et le minerai, plus dense, reste au fond du récipient conique.

Ce concentré obtenu est placé dans un creuset de réduction. Un fondant est nécessaire afin de faciliter la liquéfaction des résidus stériles et la production de scories. Nous ignorons actuellement la nature de ce fondant et s'il est volontairement ajouté ou non. Le minerai malachite ne pose pas de problème de réduction, par contre la chrysocolle, qui est un silicate, est plus complexe à réduire. La découverte lors de cette campagne d'une mine d'extraction d'hématite au niveau du Guelb Moghreïn Oriental (voir ci-dessus, p.18), suggère l'utilisation de ce minerai pour le procédé de réduction des minerais de cuivre. L'ajout d'hématite permet d'extraire le silicate, qui est évacué dans la scorie, et facilite la production de cuivre.

2- Résultats préliminaires

Le creuset, contenant le concentré et le fondant, est placé dans une structure de chauffe, probablement en condition réductrice. La structure de chauffe est alimentée par une ventilation forcée à l'aide de tuyères qui permet d'atteindre des températures élevées. L'étude en laboratoire des parois scoriacées devrait permettre de déterminer précisément les températures atteintes. Les fours semblent avoir servis plusieurs fois comme le suggèrent les réparations observées au niveau des parois.

Le processus de réduction permet de séparer le métal et le stérile, qui est évacué sous la forme de scories. Le métal obtenu est sous la forme de nodules et de petits blocs de cuivre (culots de réduction). L'étude des scories démontre que le procédé est imparfait puisque des billes de métal restent piégées dans les scories et dans les creusets. Ils doivent être concassés afin de recueillir les billes. L'ensemble du métal obtenu (billes, nodules, culots) est rassemblé et fondu dans un creuset de fonte.

Le métal fondu est coulé dans un petit sillon creusé dans le sable. La découverte du lingot à Lemdena va dans ce sens (voir ci-dessus). Parallèlement à la production de demi-produits, comme des lingots, des plaques de métal et des objets finis sont réalisés. La détermination de l'ensemble des procédés de mise en forme nécessite une étude métallographique en laboratoire.

L'ensemble des activités métallurgiques réalisées dans les sites Z-8-H-W-7 (Lemdena) et Z-8-H-W-28 sont localisés à proximité de zones humides (**Fig. 44**) ; Les activités métallurgiques semblent fortement liées à la nécessité d'eau à proximité qui joue un rôle important dans les étapes de la chaîne opératoire. Les activités métallurgiques se pratiquent dans des sites pour lesquels la durée d'occupation est différente. Z-8-H-W-7 est un vaste site présentant une longue période d'occupation et s'apparente à un site d'habitat. Par contre, Z-8-H-W-28 présente les caractéristiques d'un site d'occupation de courte durée similaire à celle d'un camp comportant des activités de production dont la métallurgie.

La découverte d'un petit anneau en fer, et d'un site comportant des scories liées à la métallurgie du fer, pose la question d'une production locale ou d'échanges, et de la contemporanéité des métallurgies du cuivre et du fer dans la région d'Akjoujt.

Afin de mieux comprendre les raisons de l'établissement d'activités métallurgiques et les caractéristiques de l'occupation anthropique liée à la métallurgie dans la région d'Akjoujt, des prospections furent menées au niveau de trois zones.

2.b.2) Les prospections

- Cordon dunaire de la Dkhaina, partie nord-est

Cette zone a été prospectée à plusieurs reprises par H. Bessac, N. Lambert et R. Vernet (Bessac, 1958 ; Lambert, 1969 à 1983 ; Vernet, 1993, 2012). Ces travaux recensent quelques indices métallurgiques, le plus souvent des objets, et plus rarement des fours métallurgiques ou des scories. Mais aucune de ces recherches ne s'est focalisée sur l'activité métallurgique et l'occupation anthropique qui en est liée.

En 2016, notre prospection avait permis de géolocaliser plusieurs sites mentionnés par ces travaux et de confirmer la présence d'indices témoignant d'activités métallurgiques. Nous avons décidé de focaliser nos recherches sur la partie nord-est du cordon dunaire de la Dkhaina, autour du site de Lemdena où de nombreux indices métallurgiques ont été découverts par les précédents travaux (Bessac, 1958 ; Lambert, 1969 à 1983) et lors de nos fouilles menées en 2017.

La zone de prospection va du sud-ouest du village de Deman (Dâmane) à l'affleurement cuprifère de Jarine (Ej J'aïrinîye), soit une bande de 22 km sur 3 km de large (**Fig. 43**). Les conditions difficiles d'accès⁶ au sud-ouest de Deman ont limité notre progression à 5 km vers l'Ouest à partir de Lemdena. La limite Est a été fixée à l'affleurement cuprifère de Jarine qui correspond au gisement le plus proche de Lemdena.

⁶ La prospection avec un véhicule 4x4 est impossible à l'Ouest du village de Deman, seules des recherches pédestres permettent de franchir les dunes de sable dans lesquelles les voitures s'enlisent.

2- Résultats préliminaires

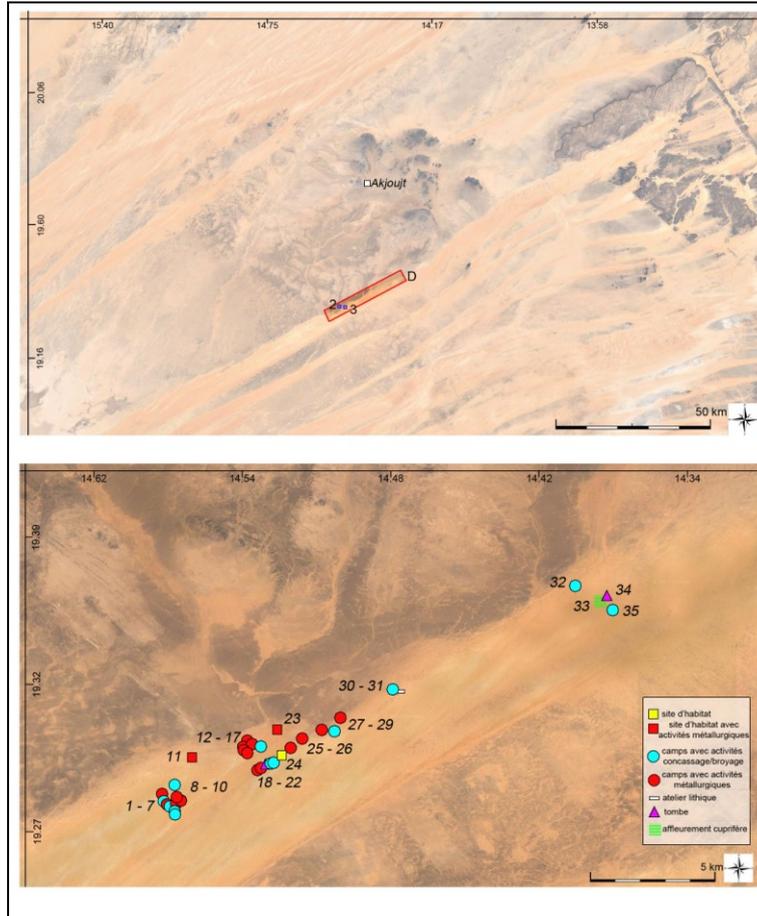


Fig. 43 : carte de la prospection du secteur nord-est de la Dkhaina précisant la localisation des sites découverts en 2017. 1- Z-8-H-W-43, 2- Z-8-H-W-44, 3- Z-8-H-W-45, 4- Z-8-H-W-46, 5- Z-8-H-W-47, 6- Z-8-H-W-48, 7- Z-8-H-W-49, 8- Z-8-H-W-52, 9- Z-8-H-W-51, 10- Z-8-H-W-50, 11- Deman (Dâman), 12- Z-8-H-W-25, 13- Z-8-H-W-28, 14- Z-8-H-W-32, 15- Z-8-H-W-33, 16- Z-8-H-W-34, 17- Z-8-H-W-35, 18- Z-8-H-W-24, 19- Z-8-H-W-30, 20- Z-8-T-02, 21- Z-8-H-W-29, 22- Z-8-H-W-27, 23- Lemdena, 24- Z-8-H-W-26, 25- Z-8-H-W-31, 26- Z-8-H-W-37, 27- Z-8-H-W-38, 28- Z-8-H-W-53, 29- Z-8-H-W-39, 30- Z-8-H-W-55, 31- Z-8-W-08, 32- Z-8-H-W-40, 33- Jarinié (Ej J'aïrinîyé), 34- Z-8-T-01, 35- Z-8-H-W-42.

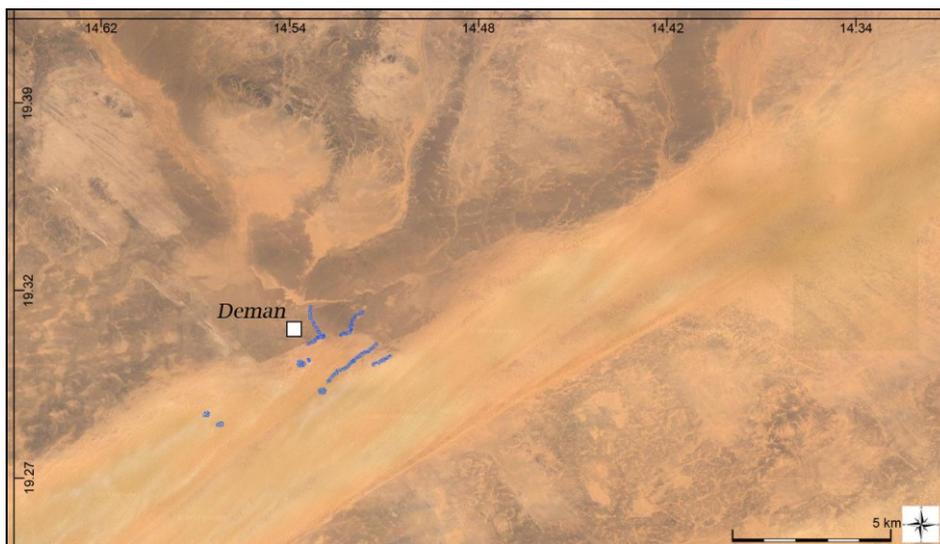


Fig. 44 : localisation des anciennes zones humides et dépôts lacustres repérés lors de la prospection du secteur nord-est de la Dkhaina. Il convient de noter la concordance entre la localisation de ces zones et celle des sites présentant des activités métallurgiques (Fig. 36).

2- Résultats préliminaires

Au niveau du site d'habitat de Deman, N. Lambert signale la découverte de scories et d'objets en métal (Lambert, 1971, 1972 et 1983). Notre prospection confirme la présence de scories de réduction de cuivre au sud-ouest du site ; toutefois, aucun autre indice métallurgique n'a été découvert.

A partir du sud-ouest de Deman et en direction de Mednet Tirâtik, une dizaine de sites, espacés de 100 à 200 m, furent découverts sur ce transect de 3 km (**Fig. 43**, n°1 à 10). Il s'agit de sites caractérisés par quelques outils de concassage/broyage et des productions lithiques (pointes de flèches, racloirs), peu de tessons et quelques fragments d'œuf d'autruche. Il semble s'agir de sites de courte durée d'occupation, semblables à des camps. La découverte de coquillages au niveau de plusieurs camps suggère qu'ils étaient en contact avec les populations du littoral, à 150 km vers l'Ouest. Des scories de réduction de cuivre ont été découvertes au niveau de cinq camps (**Fig. 43**, n°1, 3, 5, 9 et 10). Deux d'entre eux, Z-8-H-W-47 et Z-8-H-W-50, comportaient également des fragments de parois scoriacés de fours et des minerais de cuivre concassés (malachite, chrysocolle). L'ensemble de ces camps présentant des activités métallurgiques est situé dans une ancienne zone humide, caractérisée par des dépôts lacustres sédimentés⁷ (**Fig. 43**).

A 300 m à l'Est du camps Z-8-H-W-28, un site de courte durée d'occupation présentant des crassiers de scories de réduction fut découvert (Z-8-H-W-25, **Fig. 43**, n°12). Au Sud de Z-8-H-W-28, trois autres camps présentant des scories ont été identifiés (Z-8-H-W-32, Z-8-H-W-33, Z-8-H-W-34, **Fig. 43**, n°14 à 16). L'ensemble du secteur autour de Z-8-H-W-28 présente des indices liés à la métallurgie de réduction de minerais de cuivre.

A 1,25 km au Sud de Z-8-H-W-28 et 1,35 km au sud-ouest de Lemdena, deux camps présentant des indices métallurgiques (scories, fragments de creusets et de minerais) ont été découverts à proximité d'un ancien dépôt lacustre (Z-8-H-W-24, Z-8-H-W-30, **Fig. 43** n°18 et 19, **Fig. 44**). Au niveau de Z-8-H-W-30, trois tombes furent également identifiées. Elles sont caractérisées par un petit amoncellement de galets de rivière entouré de dalles de schiste. Ce type de tombe est similaire à celles découvertes en 2016 à Lemdena.

A 200 m à l'Est du camps Z-8-H-W-30, une tombe isolée fut découverte lors de la prospection (Z-8-T-02, **Fig. 43**, n°20). L'individu est en décubitus avec les membres inférieurs très fortement fléchis sur la gauche (**Fig. 45**). Des tombes similaires ont été mises au jour au khatt Lematëg, à 24 km vers l'Ouest. Ces tombes se rattachent à la période d'occupation « habitat I » datée entre 3350 ± 130 BP soit entre 1979-1385 cal BC. (Bathily *et al.*, 1983, Vernet, 1993).

⁷ Deux dépôts paléo-lacustres ont été identifiés, le premier au Nord, à proximité du site Z-8-H-W-40, et le second plus au Sud, non loin de Z-8-H-W-50.

2- Résultats préliminaires



Fig. 45 : tombe isolée découverte à proximité d'un camp métallurgique au nord-est du cordon dunaire de la Dkhaina. a) vue avant la fouille, quelques os affleurent (patella, pariétal et une partie du frontal et du tibia), b) vue après la fouille.

Un site d'habitat, Z-8-H-W-26, a été identifié à 800 m au sud-ouest de Lemdena (**Fig. 43**, n°24). Il est installé en bordure d'une ancienne zone humide correspondant au cours d'eau temporaire de Lakhraïza (**Figs. 2 et 44**). Ce site de 4 ha présente une densité importante d'artefacts en surface (30-50 items/m²). De très nombreux fragments de céramiques et plusieurs macro-outils de concassage/broyage furent découverts en surface. Ce site ne présente pas d'indice lié à la métallurgie.

A 200 m de la zone d'activités métallurgiques de Lemdena, sur la rive opposée de la zone humide, un nouveau site comportant des indices métallurgiques fut découvert (Z-8-H-W-31, **Fig. 43**, n°25). Le faible nombre de tessons en surface suggère qu'il s'agit d'un site d'occupation de courte durée. Ce camp d'une superficie inférieure à 1 ha se caractérise par de nombreux éclats de débitage lamellaires et des indices métallurgiques : fragments de minerais cuprifères (malachite, chrysocolle), scories, fragments de creusets et parois scoriacées. Sept fours métallurgiques dont cinq en batterie ont été identifiés. Au nord-est du camp, une tombe circulaire (Ø 1,8 m) a également été identifiée. Elle est similaire aux tombes connues à Z-8-H-W-2⁸, à Lemdena et au khatt Lemateg.

Un vaste site de 210 ha comportant exclusivement des scories éparses et de nombreux crassier de scories a été découvert à 500 m au Sud des foyers découverts par N. Lambert à Lemdena (Z-8-H-W-37, **Fig. 43**, n°26 et **Fig. 46**). Ce site ne comporte pas d'outil lithique ni de tessons de céramique.

⁸ site découvert en 2016.

2- Résultats préliminaires



Fig. 46 : vue en direction du Sud du site Z-8-H-W-37, a) vue en direction du sud-ouest, scories éparses en surface (premier plan), crassiers de scories (second plan), zone humide (troisième plan), b) vue en direction plein Sud, large crassier de scories (second plan à droite), c) vue de détail de scories éparses en surface.

A 100 m vers l'Est de la limite orientale de Z-8-H-W-37, un site présentant des activités métallurgiques fut identifié (Z-8-H-W-38, **Fig. 43**, n°27). Les bases de deux foyers circulaires, des fragments de leurs parois et des crassiers de scories furent découverts (**Fig. 43**, a, d et e, et **Fig. 47**). Comme au niveau de Z-8-H-W-37, aucun macro-outil lithique ni fragment de céramique n'ont été mis au jour.

L'un des foyers fut fouillé. Son comblement était uniquement composé de sable et aucun charbon ni traces de rubéfaction fut découvert (**Fig. 48**). Il semblerait que cette structure ait déjà été fouillée dans le passé ; toutefois aucun travaux ne mentionne ce site. Des parois de la base du four fouillé, il ne demeure que la partie Ouest. Le fond de la base est constituée d'argile qui ne semble pas avoir été en contact avec de hautes températures (**Fig. 47**, b et c). Un fragment caractéristique de paroi fut découvert. Il s'agit de l'orifice pour l'introduction d'une tuyère (**Fig. 48**).

Les crassiers se composent de scories massives ferrugineuses fortement bulleuses et parfois spongieuses (**Fig. 47**, e et f). Ces scories diffèrent de celles découvertes dans les autres sites présentant des activités métallurgiques.

Le site Z-8-H-W-38 ne semble pas être contemporain des autres sites, à l'exception de Z-8-H-W-37, qui, comme ce site, présente une absence d'industrie lithique et de céramiques. Le type de scorie suggère qu'il s'agit d'une métallurgie du fer.

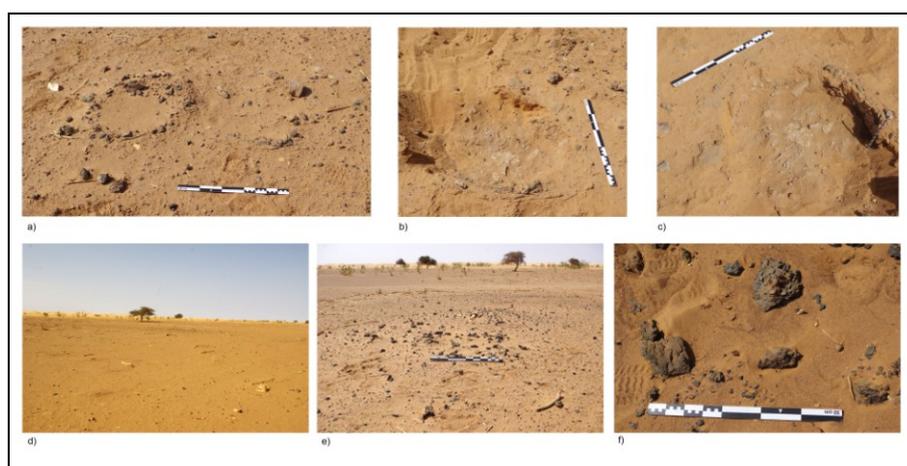


Fig. 47 : site Z-8-H-W-38, a) vue vers le Nord des deux bases de fours métallurgiques, b) et c) vues en direction de l'Est et de l'Ouest du foyer fouillé. Seule une partie des parois de la base est conservée, le fond est composé d'argile et il y a absence de zone rubéfiée et de charbon (déjà fouillé ?), d) vue en direction du Nord des crassiers de scories, e) vue de détail de l'un des crassiers, f) détails sur les scories probablement liées à une métallurgie du fer.

2- Résultats préliminaires

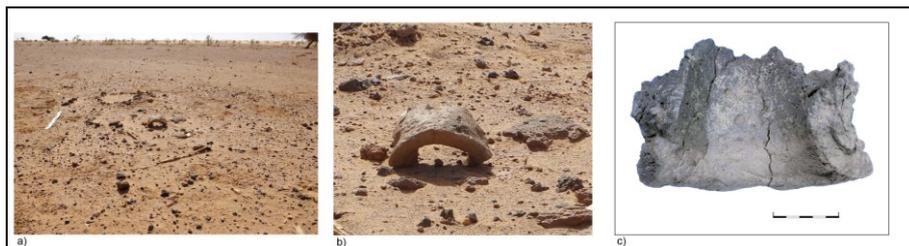


Fig. 48 : site Z-8-H-W-38, a) vue en direction de l'Ouest des deux foyers, orifice de ventilation (au centre), b) détail de l'orifice, c) vue de l'intérieur permettant de supposer l'extrémité extérieure d'une tuyère.

Le site Z-8-H-W-39 a été identifié à 950 m à l'Est de Z-8-H-W-38 (**Fig. 43**, n°29). L'absence de tesson suggère que l'occupation est de courte durée ; il doit s'agir d'un camp. De nombreux éclats de taille et des macro-outils de concassage furent découverts. Plusieurs indices métallurgiques ont également été mis au jour : minerais cuprifères (malachite), fragments de parois scoriacées et de creusets et scories de réduction.

Au niveau de l'affleurement cuprifère de Jariné, seuls des tumuli et deux camps comportant des macro-outils de concassage/broyage ont été découverts (**Fig. 43**, n°32 et 35). Aucun indice métallurgique n'a été identifié. N. Lambert signale toutefois la découverte de scories dans le secteur (Lambert, 1972).

▪ Khatt Inchiri es Sahili

Le cours d'eau temporaire à l'Ouest d'Akjoujt, au niveau du khatt Inchiri es Sahili, est l'un des plus importants de la région (**Fig. 3**). Cette région n'a jamais été prospectée. La zone couverte par notre étude va de N'Der au Ragg el Melgat, soit une zone longue de 60 km sur 3 km de large (**Figs. 4 et 49**).

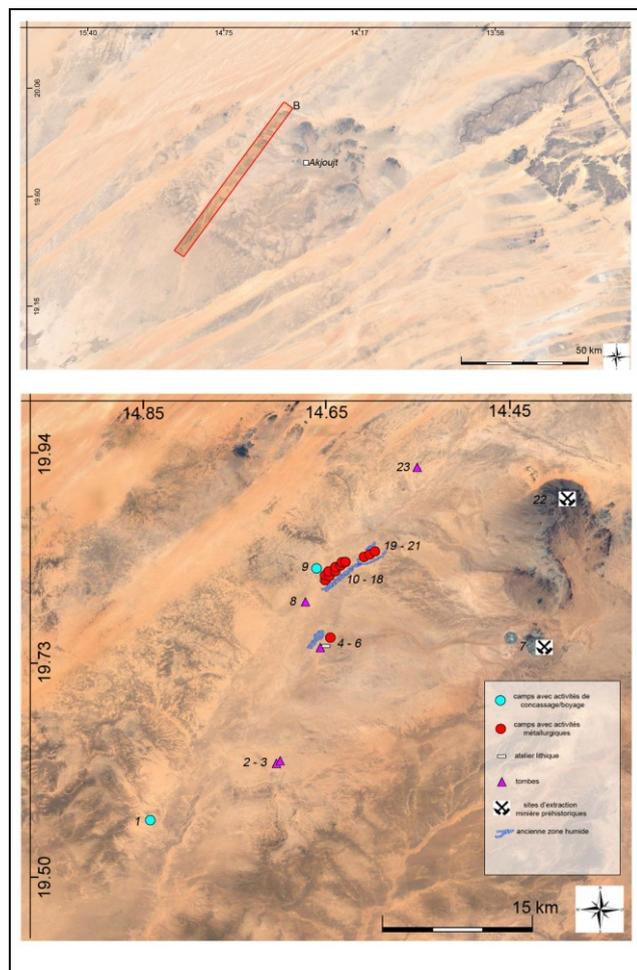


Fig. 49 : carte de la prospection le long du khatt Inchiri es Sahili, localisation des sites découverts en 2017 et des mines préhistoriques connues. 1- Z-9-H-W-21, 2- Z-9-T-07, 3- Z-9-T-04, 4- Z-9-T-04, 5- Z-9-W-01, 6- Z-9-H-W-14, 7- mines préhistoriques découvertes en 2016 au niveau du Guelb Moghreïn oriental (Z-1-M-1 à Z-1-M-14), 8- Z-9-T-03, 9- Z-9-H-W-02, 10- Z-9-H-W-01, 11- Z-9-H-W-03, 12- Z-9-H-W-11, 13- Z-9-H-W-04, 14- Z-9-H-W-12, 15- Z-9-H-W-13, 16- Z-9-H-W-07, 17- Z-9-H-W-06, 18- Z-9-H-W-05, 19- Z-9-H-W-08, 20- Z-9-H-W-09, 21- Z-9-H-W-10, 22- mines préhistoriques découvertes en 2016 au niveau du massif d'Atomai (Z-2-M-1 à Z-2-M-3), 23- Z-9-T-01.

2- Résultats préliminaires

A proximité de N'Der, caractérisé par des dépôts alluviaux, quelques tessons et des macro-outils furent découverts au niveau du site Z-9-H-W-21 (**Fig. 49**, n°1).

Entre N'Der et le khatt er Roûmda, affluent du khatt Inchiri es Sahili, seul des tumuli et une carrière de quartz ont été principalement repérés (**Fig. 49**, n°2 à 5). A proximité de Grâret el Kemche (**Fig. 2**), les découvertes d'une pierre à cupule et de quelques scories au niveau du site Z-9-H-W-14 suggèrent la pratique d'activités métallurgiques dans ce secteur (**Fig. 49**, n°6). Le nombre limité d'indice anthropique semble s'expliquer par une érosion importante due à la dynamique fluviale des cours d'eau temporaires. Les prospections ont permis d'identifier le lit ancien du cours d'eau et un paléo-lac au Nord de la carrière (**Fig. 49**).

Au Sud de la jonction entre le khatt er Roûmda et le khatt Inchiri es Sahili, entre Oumm Jdoûr et Alguet Sidi (**Fig. 2**), plusieurs indices métallurgiques ont été identifiés au niveau du site Z-9-H-W-1 (**Fig. 49**, n°10). Le faible nombre de tessons suggère qu'il s'agit d'un site de courte durée d'occupation. De nombreux macro-outils (pierre à cupule, maillet, molette, meule, pilon) mettent en évidence des activités de concassage/broyage. Les indices métallurgiques correspondent à des fragments de minerais cuprifères (malachite, chrysocolle), des scories et parois scoriacées éparses, deux crassiers de scories de réduction, un probable four métallurgique à proximité d'une vaste zone de scories concassées (**Fig. 50**). Ce site Z-9-H-W-1 semble avoir été mieux préservé que les autres de l'érosion par la dynamique fluviale. Nous avons également identifié le lit ancien du cours d'eau qui longe les sites métallurgiques (**Fig. 49**). Il semble donc exister une concordance entre la localisation des sites comportant des activités métallurgiques et celle des anciennes zones humides.

Sur 5 km entre Oumm Jdoûr et Alguet Mohamed, onze sites ont été identifiés (**Fig. 49**, n°11 à 21). Ils présentent tous des indices métallurgiques : fragments de minerais (malachite, chrysocolle), scories de réduction et quelques parois de four scoriacés. Les indices sont éparses et ténus. Ces sites liés à la réduction de minerais de cuivre ont tous été fortement érodés, suite à l'érosion fluviale.

Au Nord d'Alguet Mohamed et jusqu'au Ragg el Melgat, seuls quelques tumuli ont été repérés au Nord d'Agdejit. Ce secteur est difficile d'accès en raison d'une érosion importante des sols et de l'accumulation de dépôts alluvionnaires.

2- Résultats préliminaires

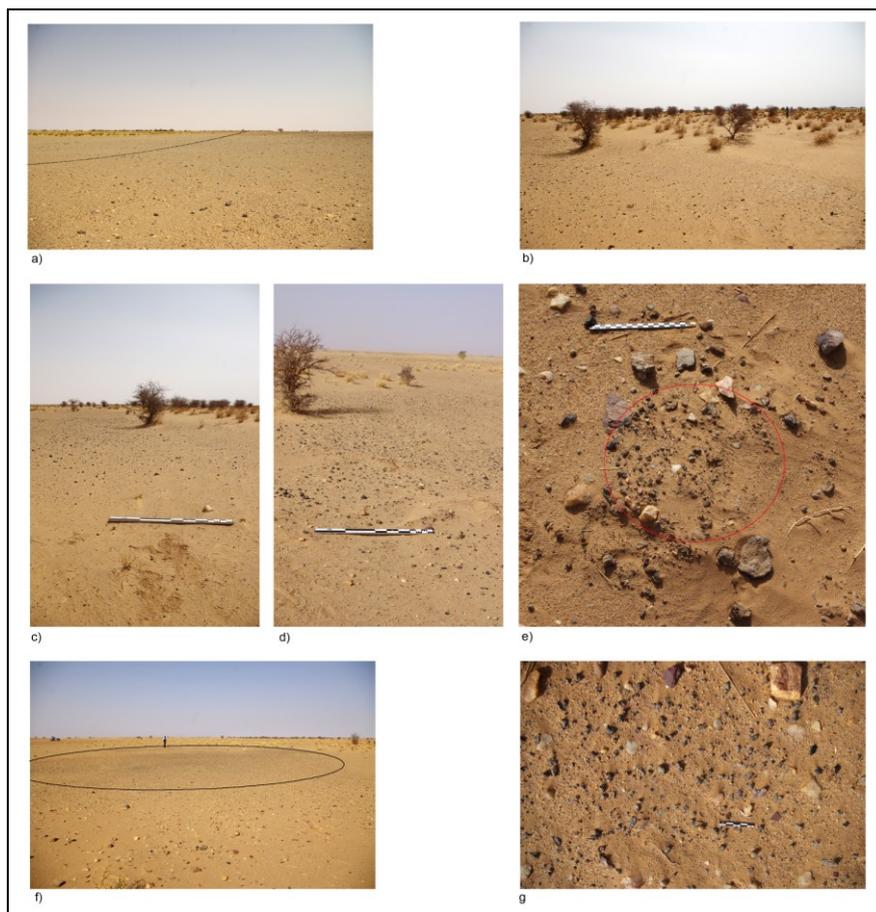


Fig. 50 : Site Z-9-H-W-1, a) vue en direction du Sud de la limite Ouest du site (trait noir) en bordure d'un cours d'eau temporaire, b) vue du secteur Nord du site et d'un crassier de scories de réduction, c) et d) deux crassiers de scories de réduction, e) zone de concentration de scories et de parois (four métallurgique ?), f) vaste zone de scories concassées, g) détail des scories concassées.

2- Résultats préliminaires

▪ Khatts Chouâyel, el Kleijât et er Ragg el Abeid

A 6,5 km à l'Ouest des installations de la compagnie minière MCM, nous avons prospecté le long de trois cours d'eau temporaires au niveau des dépressions (« khatt ») Chouâyel, el Kleijât et er Ragg el Abeid. Cette zone n'a jamais été étudiée, à l'exception d'une étude d'impact menée en 2013 à l'Ouest des amoncellements de stérile et déblais de la concession minière MCM (El Dadi, 2013). Seules quelques tombes avaient été identifiées (ibidem).

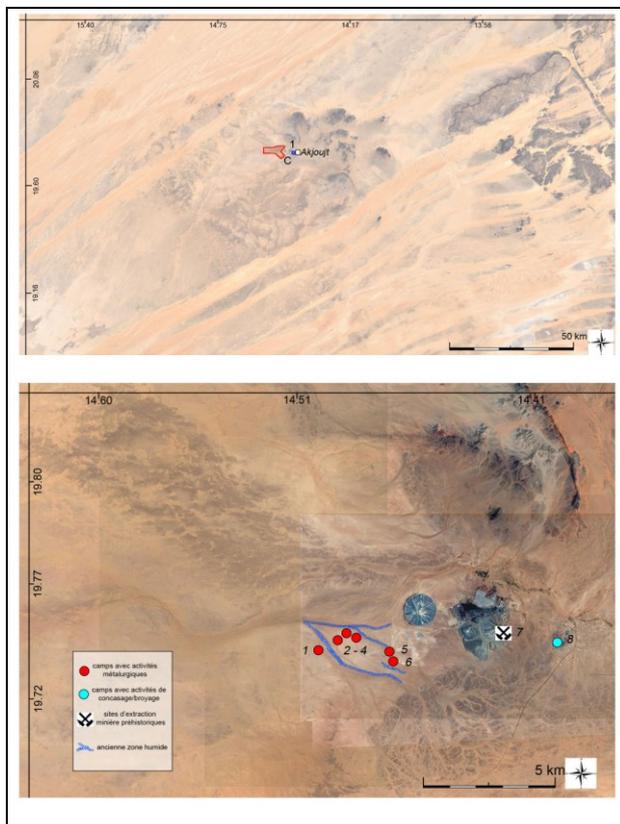


Fig. 51 : carte de la prospection de la zone de confluence des khatts Chouâyel, el Kleijât et er Ragg el Abeid et localisation des sites découverts en 2017 et des mines préhistoriques connues. 1- Z-9-H-W-16, 2- Z-9-H-W-15, 3- Z-9-H-W-17, 4- Z-9-H-W-18, 5- Z-9-H-W-19, 6- Z-9-H-W-20, 7- mines préhistoriques découvertes en 2016 au niveau du Guelb Moghreïn oriental (Z-1-M-1 à Z-1-M-14), 8- Z-1-W-1.

Un premier site a été découvert au niveau de la confluence entre le khatt Chouâyel, khatt er Ragg el Abeid et le khatt el Kleijât (**Fig. 51**, n°2). Ce site, Z-9-H-W-15, situé à 7,5 km à l'Ouest des mines préhistoriques du Guelb Moghreïn oriental, présente quelques tessons découverts en surface. Ce site semble donc être un camp caractérisé par une courte durée d'occupation. Plusieurs indices métallurgiques furent également mis au jour : scories de réduction, fragments de minerais (malachite, chrysocolle) et un culot de creuset (**Figs. 52** et **53**). Les fragments de minerais sont de la même nature que ceux découverts en contrebas des mines préhistoriques du Guelb Moghreïn oriental ; il est fort probable qu'ils proviennent de ce gisement. Les scories correspondent à des déchets de réduction de minerais de cuivre. Le culot de creuset, dense (34,3 g), se rattache également à la métallurgie du cuivre (**Fig. 53**). Une pointe de lance en fer fut également découverte au niveau du site Z-9-H-W-15 (**Fig. 54**). Cet objet en fer, comme l'anneau en fer découvert à Lemdena (**Fig. 28**), pose la question d'une production locale ou d'échanges et celle du développement contemporain des métallurgies du cuivre et du fer.

2- Résultats préliminaires



Fig. 52 : site Z-9-H-W-15 à 7,5 km à l'Ouest des mines préhistoriques du Guelb Moghreïn oriental ; a) vue en direction du Sud des limites du site (premier plan) et du massif du Guelb Moghreïn (dernier plan), b) vue en direction du nord-est des limites du site (premier plan), du khatt el Kleijât (second plan) et des massifs du Guelb Mohammed Moûlaud, Oumm Achoueïma et Atomaï (dernier plan), c) vue in situ de scorie de réduction, d) vue in situ du culot de creuset, e) vue in situ de la pointe de lance en fer, f) vue de détail de l'un des fragments de minerai de cuivre caractérisé par des filons de malachite et chrysocolle dans un encaissant de métacarbonate ferrugineux.



Fig. 53 : culot de creuset découvert au niveau du site Z-9-H-W-15. Culot dense (34,3 g) associé à la métallurgie du cuivre.

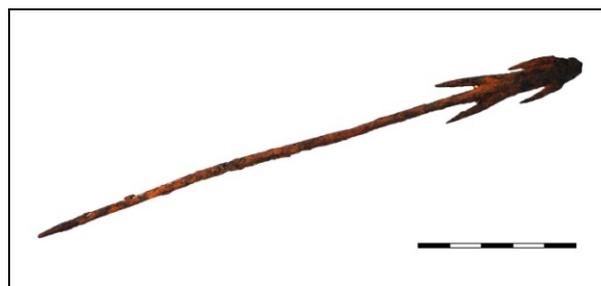


Fig. 54 : pointe de lance en fer découverte au niveau du site Z-9-H-W-15. Elle se caractérise par des doubles ailerons latéraux ainsi que par une longue soie pour emmanchement.

A 800 m au sud-ouest de Z-9-H-W-15, sur la rive gauche du khatt er Ragg el Abeid , un second camp fut découvert (**Fig. 51**, n°1, **Fig. 55**). Quelques céramiques, des scories, des fragments de minerais (malachite) et de percuteurs ont été découverts en surface de ce site, dont une partie a été ravinée par le cours d'eau temporaire au niveau du khatt. Une première structure circulaire en argile compactée fut découverte à l'Ouest du site (**Fig. 55**, b). Des fragments de parois découvertes à proximité laissent à penser qu'il s'agit de la base d'un four métallurgique. Aucun autre indice métallurgique n'a été découvert dans la zone qui est fortement érodée par la dynamique fluviale. A 320 m au sud-est, plusieurs blocs d'argile fondus affleurant en

2- Résultats préliminaires

surface on été repérés (**Fig. 55**, c). A l'issue d'une fouille de 1 m × 1 m, les blocs furent dégagés. Quelques-uns sont apparus comme n'étant pas en place. Par contre au sud-est du carré de fouille, la base d'une structure visiblement circulaire est apparue. Au niveau de l'un des blocs, deux négatifs concaves et de forme cylindrique ont été identifiés. Il pourrait s'agir d'indices de tuyères. Afin de mieux comprendre cette partie du site, une fouille extensive est envisagée pour la troisième campagne de recherche en 2018.



Fig. 55 : camps Z-9-H-W-16 découvert sur la rive gauche du khatt er Ragg el Abeid. a) vue de détail d'un fragment de maillet à gorge à côté d'un fragment de minerais (malachite), b) structure circulaire en argile et parois en argile cuite (base d'un four ?), c) vue en direction de l'Est du bloc d'argile partiellement fondu affleurant, d) vue de détail après la fouille des blocs d'argile. Au niveau d'un bloc d'argile, deux négatifs de structures circulaires sont observables (en haut à droite). Il semble s'agir de tuyères.

Le long du khatt el Kleijât, vers le sud-est, en direction du massif du Guelb Moghreïn, deux autres sites de courte durée d'occupation furent identifiés à 300 et 600 m de Z-9-H-W-15. Des crassiers de scories de réduction et des fragments de minerais (malachite, chrysocolle) ont été découverts au niveau Z-9-H-W-17 (**Fig. 51**, n°3). A moins de 7 km des mines préhistoriques du Guelb Moghreïn, dont certaines furent fouillées lors de cette campagne (voir p.17-19), plusieurs fragments de minerais, des scories et les restes d'un four métallurgique furent repérés au niveau du camps Z-9-H-W-18 (**Fig. 51**, n°4, et **Fig. 56**). Le four ovoïde (~ Ø 25 cm) se caractérise par un fragment du culot de creuset et plusieurs parois (**Fig. 56**).

A l'extrémité de l'emprise de la concession minière MCM, les découvertes de scories de réduction et des fragments de minerais ainsi que plusieurs tessons ont permis d'identifier deux sites d'occupation temporaires (**Fig. 51**, n°5 et 6). Ces deux camps présentant des activités métallurgiques, à 5,5 km des mines anciennes du Guelb Moghreïn, suggèrent la possibilité d'autres sites à l'Est qui aujourd'hui ont disparus, suite à l'exploitation moderne du gisement. La découverte d'un maillet à gorge et de deux scories à proximité de l'entrée du bâtiment administratif de la MCM semble aller dans ce sens.

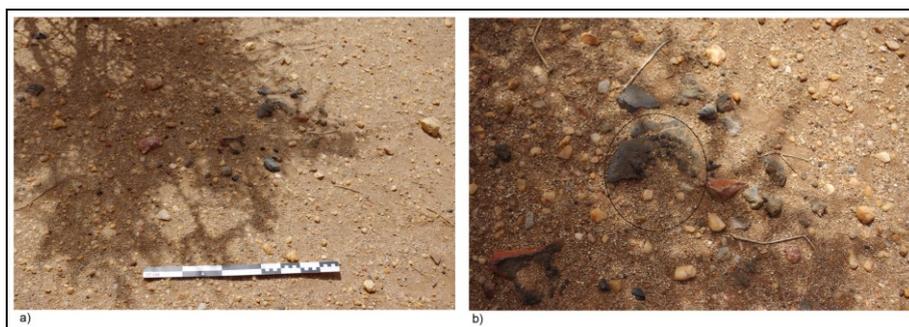


Fig. 56 : foyer métallurgique découvert au niveau du camps Z-9-H-W-18 ; a) vue générale de la structure identifiable par les fragments de parois scoriacée et le culot de four, b) vue de détail des éléments caractéristiques du four métallurgique.

2- Résultats préliminaires

▪ Draa Oummât el Beit et partie méridionale de l'Akchar

Cette zone dunaire se situe au nord-ouest d'Akjoujt. Cette région a été peu étudiée. Elle fut partiellement prospectée par R. Mauny, N. Lambert et plus récemment par N. Sahily (Mauny, 1955, Lambert, 1969b, Sahily, 2008). Ces travaux ont permis d'identifier plusieurs sites d'habitats paléolithiques et néolithiques. A l'exception d'une pointe de flèche en métal découverte à Kediat el Saheli, aucun autre indice lié à la métallurgie n'a été découvert (Mauny, 1955, Lambert, 1970).

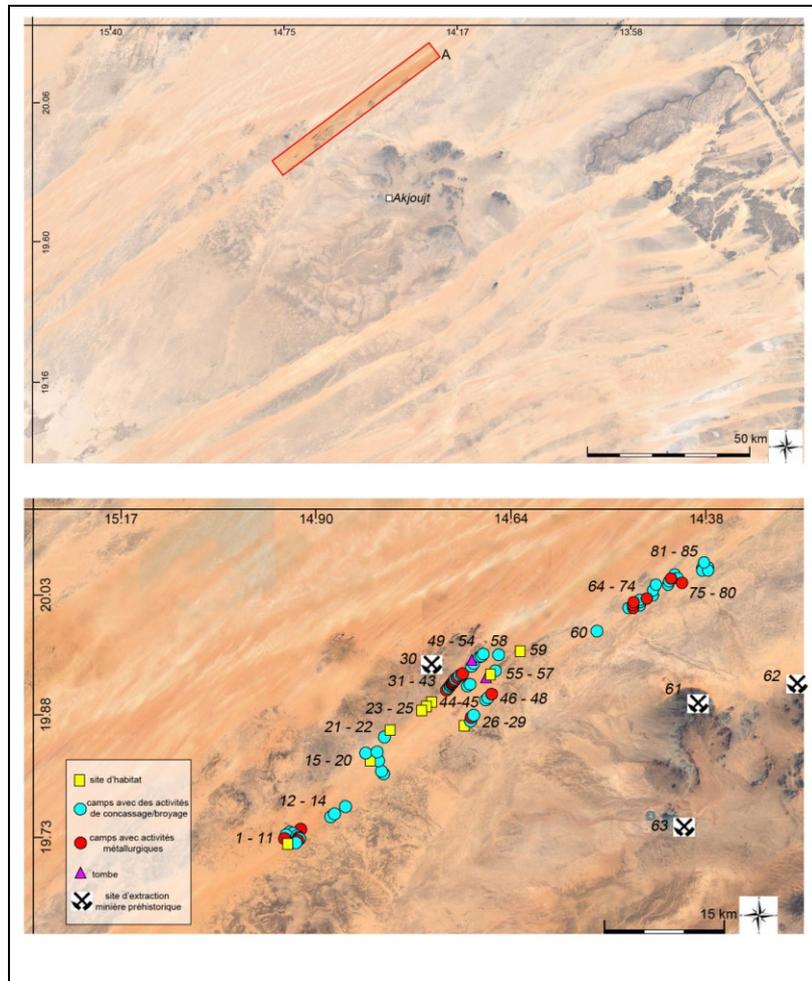


Fig. 57 : carte de la prospection de la zone de confluence des khatts Chouâyel, el Kleijât et er Ragg el Abeid et localisation des sites découverts en 2016 et 2017, des sites précédemment connus et des mines préhistoriques découvertes en 2016. 1- Z-7-H-W-29, 2- Z-7-H-W-30, 3- Z-7-H-W-24, 4- Z-7-H-W-31, 5- Z-7-H-W-32, 6- Z-7-H-W-23, 7- Z-7-H-W-26, 8- Z-7-H-W-27, 9- Z-7-H-W-25, 10- Z-7-H-W-28, 11- Z-7-H-W-22, 12- Z-7-H-W-21, 13- Z-7-H-W-20, 14- Z-7-H-W-17, 15- Z-7-H-W-19, 16- Z-7-H-W-18, 17- Z-7-H-W-37, 18- Z-7-H-W-36, 19- Z-7-H-W-38, 20- Z-7-H-W-34, 21- Z-7-H-W-35, 22- Z-7-H-W-10, 23- Kédiat el Saheli, 24- Z-7-H-W-8 et 9, 25- Oum Elbeid Ettllia, 26- Mednet Emmagtae, 27- Z-7-H-W-56, 28- Z-7-H-W-57, 29- Z-7-H-W-58, 30- mine préhistorique découverte en 2016 au niveau du massif de Tourarine (Z-7-M-1), 31- Z-7-H-W-5, 32- Z-7-H-W-40, 33- Z-7-H-W-39, 34- Z-7-H-W-41, 35- Z-7-H-W-42, 36- Z-7-H-W-43, 37- Z-7-H-W-44, 38- Z-7-H-W-45, 39- Z-7-H-W-46, 40- Z-7-H-W-47, 41- Z-7-H-W-48, 42- Z-7-H-W-49, 43- Z-7-H-W-50, 44- Z-7-H-W-64, 45- Z-7-H-W-63, 46- Z-7-H-W-66, 47- Z-7-H-W-65, 48- Z-7-H-W-59, 49- Z-7-H-W-51, 50- Z-7-H-W-52, 51- Z-7-T-02, 52- Z-7-H-W-53, 53- Z-7-H-W-54, 54- Z-7-H-W-55, 55- Z-7-T-01, 56- Z-7-H-W-61, 57- Z-7-H-W-60, 58- Z-7-H-W-62, 59- Z-7-H-W-69, 60- Z-7-H-W-70, 61- mines préhistoriques découvertes en 2016 au niveau du massif d'Atomai (Z-2-M-1 à Z-2-M-3), 62- mines préhistoriques découvertes en 2016 et 2017 au niveau du massif d'Irarchène (Z-3-M-1 à Z-3-M-5), 63- mines préhistoriques découvertes en 2016 au niveau du Guelb Moghrein oriental (Z-1-M-1 à Z-1-M-14), 64- Z-7-H-W-71, 65- Z-7-H-W-72, 66- Z-7-H-W-73, 67- Z-7-H-W-74, 68- Z-7-H-W-76, 69- Z-7-H-W-75, 70- Z-7-H-W-77, 71- Z-7-H-W-78, 72- Z-7-H-W-79, 73- Z-7-H-W-80, 74- Z-7-H-W-81, 75- Z-7-H-W-82, 76- Z-7-H-W-83, 77- Z-7-H-W-84, 78- Z-7-H-W-87, 79- Z-7-H-W-86, 80- Z-7-H-W-85, 81- Z-7-H-W-88, 82- Z-7-H-W-92, 83- Z-7-H-W-89, 84- Z-7-H-W-91, 85- Z-7-H-W-90.

2- Résultats préliminaires

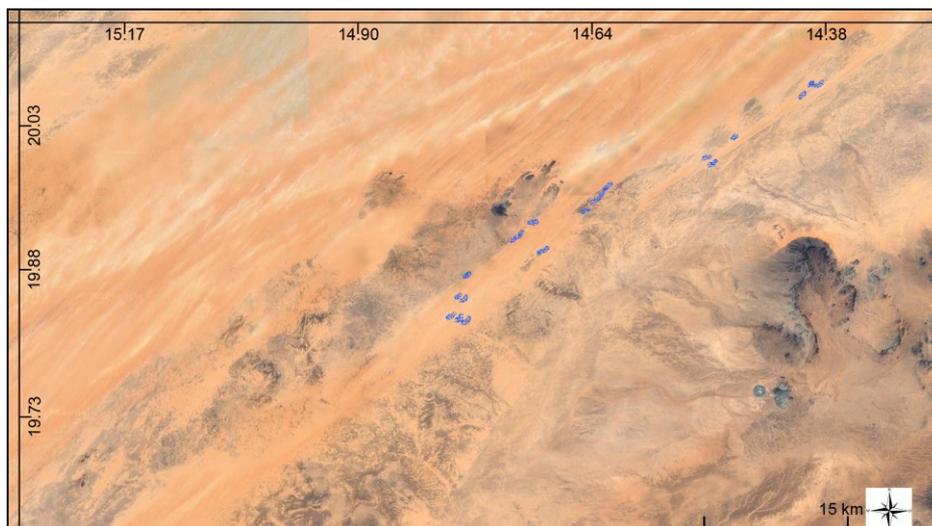


Fig. 58 : localisation des anciennes zones humides et dépôts lacustres repérés lors de la prospection du secteur du Draa Oummât el Beit et du sud-ouest de l'Akchar. Il convient de noter la concordance entre la localisation de ces zones et celle des sites présentant des activités métallurgiques (Fig. 50).

Notre campagne en 2016 avait permis de découvrir des fragments de minerais (malachite) au niveau des sites Z-7-H-W-5 et Z-7-H-W-12 (**Fig. 57**, n°31). Ces indices suggéraient la pratique d'activités métallurgique par les cultures néolithiques dans cette région. Une prospection plus détaillée de la zone est apparue comme nécessaire.

La prospection de 2017 a couvert une zone longue de 42 km, de l'Ouest du Draa Oummât el Beit jusqu'au Sud de Tiferzaz, et large de 5 km. Une seconde bande a également été prospectée du sud-ouest de Tiferzaz au Sud de Çaboûn el Ftah, soit 12 km de long sur 4 km le large (**Figs. 3 et 5**).

- partie 1 : Draa Oummât el Beit

Sur le versant sud-ouest du Draa Oummât el Beit, deux sites d'occupation de courte durée ont été identifiés (**Fig. 57**, n° 12 et 13). Les camps Z-7-H-W-20 et Z-7-H-W-21 se caractérisent par de nombreux éclats de débitage lamellaires, des micro-outils lithiques et très peu de tessons. A 4 km vers l'Ouest, des scories et des macro-outils de concassage/broyage (pierre à cupule, molette, percuteurs) furent découverts au niveau du camps Z-7-H-W-22 (**Fig. 57**, n°11).

A 1,7 km au Sud de Z-7-H-W-22, trois camps, caractérisés par des activités de concassage/broyage, une industrie microlithique et trois sites de courte durée présentant des indices métallurgiques furent identifiés (Z-7-H-W-24, Z-7-H-W-25 et Z-7-H-W-27, **Fig. 57**, n° 2, 8 et 9). Des scories de réduction furent découvertes dans ces trois derniers sites. La pratique d'une métallurgie extractrice dans ce secteur du Draa Oummât el Beit est confirmée par la découverte au niveau du camps Z-7-H-W-27 de fragments de tuyères (**Fig. 54**). A proximité de l'un d'entre eux, des petits blocs d'argile fondus scoriacés suggèrent la présence d'un four métallurgique.



Fig. 59 : camps Z-7-H-W-27 caractérisé par des activités métallurgiques (scories, tuyères, four). a) vue en direction du Sud du site, macro-outils de concassage/broyage (premier plan), zone de scories de réduction et fragments de tuyères (second plan), b) vue de l'une des zones de concentration de fragments de tuyères, c) vue de détail de l'extrémité d'une tuyère découverte.

2- Résultats préliminaires

A une centaine de mètres au Sud des trois camps métallurgiques, un site d'habitat fut identifié (Z-7-H-W-30, **Fig. 57**, n° 2). Il se caractérise par la présence de nombreux tessons, qui suggèrent une longue période d'occupation, et des macro-outils de concassage/broyage.

Au Sud du khatt Oummât el Beit, à 17 km à l'Est de Z-7-H-W-30, de nombreux dépôts paléolacustres attestent d'une ancienne zone humide (**Figs. 58 et 60**). Cette zone est marquée par une occupation anthropique dense caractérisée par des camps de concassage/broyage et deux sites d'habitat (Z-7-H-W-36, Z-7-H-W-10 **Fig. 57**, n° 18 et 22), dont l'un (Z-7-H-W-36) comportait un pendentif réalisé dans un cardium edule lamarckii. Cet ornement suggère des relations avec des populations installées sur le littoral à plus de 150 km à l'Ouest.

Sur le versant méridional du Draa Oummât el Beit, à l'Est de Mednet Emmagtae (Sahily, 2008), trois sites de courte durée d'occupation ont été identifiés (**Fig. 57**, n° 26). Deux d'entre eux comportent des macro-outils de concassage/broyage et des armes et outils microlithiques (racloirs, perçoirs, pointes de flèches). Des fragments de minerais furent découverts au niveau du troisième. Il s'agit de petits fragments de filons de malachite et chrysocolle dans un encaissant de métacarbonate ; un type de minerai similaire à celui découvert en contrebas des mines préhistoriques du Guelb Moghrein oriental, à 35 km au Sud.



Fig. 60 : un des paléo-lacs découvert au Sud du khatt Oummât el Beit. a) vue générale en direction de l'Ouest du lac, caractérisé par des sédiments lacustres gris-blanchâtres (second plan), b) vue rapprochée du lac, c) vue de détail des sédiments lacustres, d) strate du dépôt paléo-lacustre (second plan).

Sur le versant septentrional du Draa Oummât el Beit, au sud-ouest du massif de Tourarine, la prospection a permis d'identifier sept sites de courte durée d'occupation, présentant des activités métallurgiques, alternant avec des camps de concassage/broyage avec une industrie microlithique (**Fig. 57**, n° 31 à 43). Ces derniers se caractérisent par une densité d'artefacts importants (30-50 items/m²) et la présence de tombes. Il s'agit de petits monticules de galets de rivières entourés de dalles de schiste micacé. Ce type de tombe est connu au niveau des sites de Khatt Lematêg, Touizigt, Lemdena, Z-8-H-W-3, Z-8-H-W-14 (Bathily *et al.*, 1993, Courcier *et al.*, 2016).

Dans cette zone du Draa Oummât el Beit, les sites présentant des activités métallurgiques (Z-7-H-W-42, Z-7-H-W-43, Z-7-H-W-45, Z-7-H-W-47 et Z-7-H-W-50, **Fig. 57**, n° 35, 36, 38, 40 et 43) sont caractérisés par des scories de réduction liées à la métallurgie du cuivre. Le camps Z-7-H-W-43 se distingue des autres. Au niveau de ce site, un ensemble groupé de macro-outils lithiques de concassage/broyage fut découvert à quelques mètres d'une enclume entourée de scories de réduction concassées (**Fig. 61**). Sur un rayon de 60 m autour de l'enclume, de nombreux fragments de scories concassées furent également identifiés. Au Nord du site, à 300 m de l'enclume, un culot de scorie a été découvert dans un secteur de

2- Résultats préliminaires

concentration de fragments de minerais cuprifères, proche d'une zone humide (**Fig. 62**). Des activités de métallurgie extractrice semblent avoir été pratiquées à ce niveau.

Des tombes, similaires à celles découvertes dans les sites Z-7-H-W-39 et Z-7-H-W-40, ont également été localisées à Z-7-H-W-43. Ce site est installé entre les pentes septentrionales du Draa Oummât el Beit, un reg et le khatt au Sud du massif de Tourarine. Les activités métallurgiques se répartissent sur cette dénivellation de quelques mètres.

A proximité immédiate de la zone humide, les minerais sont broyés et concassés. Ils sont ensuite concentrés par gravité avec l'eau présente dans le secteur. Ce concentré est réduit dans des fours métallurgiques. Des culots de métal et des scories brutes sont produits. Les scories sont ensuite concassées au niveau de la pente septentrionale du Draa Oummât el Beit. Les billes, récupérées dans ces scories, et les culots sont ensuite probablement fondus sur place, mais aucun indice ne permet de le confirmer. L'organisation des activités métallurgiques pratiquées à Z-7-H-W-43 est proche de celles identifiées par N. Lambert à Touzigt (**Figs. 63 et 64**).



Fig. 61 : camps Z-7-H-W-43 présentant des activités métallurgiques. a) vue en direction du Nord du site, zone de concassage de scories (premier plan), secteur de concentration de minerais cuprifères et du culot de scorie au niveau de la végétation (second plan), massif de Tourarine (dernier plan).

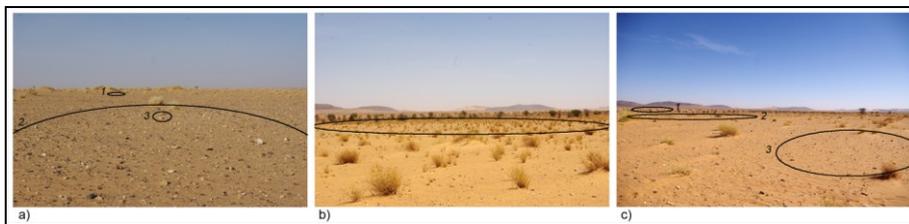


Fig. 62 : camps Z-7-H-W-43 et Z-7-H-W-44, présentant des activités métallurgiques, et installés entre les pentes du Draa Oummât el Beit, le reg et le khatt au Sud de Tourarine. a) vue en direction du Sud de Z-7-H-W-43 installé sur les pentes du Draa Oummât el Beit, 1) concentration de scories concassées, 2) enclume (Fig. 61, b), 3) concentration de scories concassées ; b) vue en direction du Nord de Z-7-H-W-43 du reg (premier plan) et du khatt au Sud (deuxième plan) du massif de Tourarine (troisième plan), zone de métallurgie extractrice avec concentration de minerais cuprifères et culot de scorie (cercle noir) ; c) vue en direction du Nord du site Z-7-H-W-44, 1) au niveau du khatt, zone de métallurgie extractrice avec concentration de parois de fours métallurgiques et scories brutes de réduction, 2) concentration de fragments de minerais et de scories brutes, 3) concentration de scories concassées.

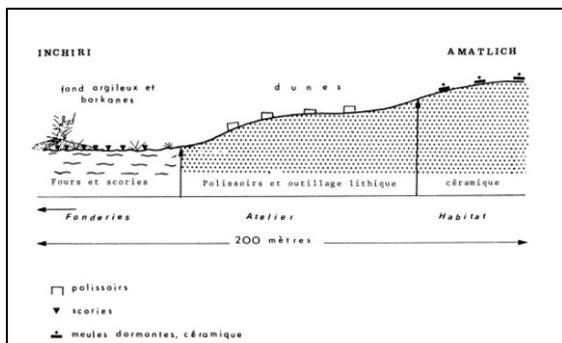


Fig. 63 : coupe schématique du site de Touzigt dans l'Amatlich au Sud d'Akjoujt (Lambert, 1983, p. 77).

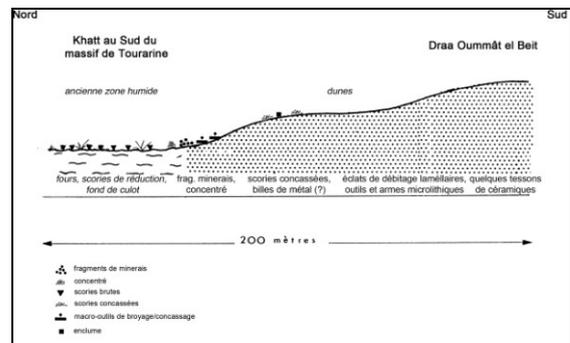


Fig. 64 : coupe schématique du site Z-7-H-W-44 au niveau du Dra Oummât el Beit au Nord d'Akjoujt. Représentation de l'organisation spatiale des activités métallurgiques (schéma d'après Lambert, 1983).

2- Résultats préliminaires

La pratique de réduction, au niveau du khatt au sud de Tourarine, a été confirmée par la découverte de très nombreux fragments de parois scoriacés, de tuyères, de scories et de fond de scories en métal dans le camps Z-7-H-W-45, à 600 m à l'Est de Z-7-H-W-44 (**Fig. 57**, n° 38). L'orientation des fragments de parois permet d'estimer le diamètre des fours (Ø 35-38 cm). 13 fours métallurgiques ont été dénombrés. Ils sont installés en batterie à proximité immédiate d'une ancienne zone humide. Le site comportait uniquement ces structures pyrométallurgiques.

A l'Est du massif de Tourarine et 1,6 km de Z-7-H-W-45, quelques scories concassées ont été découvertes au niveau du site Z-7-H-W-50 (**Fig. 57**, n° 43). A proximité de ce dernier, plusieurs camps, caractérisés par des activités de concassage/broyage et de production microlithique, ont été localisés (Z-7-H-W-48, Z-7-H-W-49, Z-7-H-W-51, Z-7-H-W-52, Z-7-H-W-63, Z-7-H-W-64, **Fig. 57**, n° 41, 42, 44, 45, 49 et 50).

Sur le versant opposé, une zone de concassage de scories de réduction et un fragment de creuset ont été découverts au niveau d'un site de courte durée d'occupation (Z-7-H-W-59 **Fig. 57**, n° 48). A proximité de ce camps, le lit d'une ancienne rivière a été identifiée. Sur les berges, quelques scories de réduction suggèrent la pratique de la métallurgie extractive.

A 1,6 et 6 km de Z-7-H-W-59, deux vastes sites d'habitat, Z-7-H-W-60 et Z-7-H-W-69, ont été repérés lors de la prospection (**Fig. 57**, n° 57 et 59). Ils se caractérisent par une très forte densité d'artefacts en surface (50-70 items/m²). De nombreux macro-outils (meules, molettes, pilons, pierres à cupule, maillet) et des microlithiques (racloirs, perçoirs, lamelles, pointe de flèche) ont été découverts.

- partie 2 : sud-ouest de l'Akchar

Cette seconde bande prospectée couvre une zone de près de 50 km², du sud-ouest de Tiferzaz au Sud de Çaboûn el Ftah (**Figs 2 et 4**).

Au sud-ouest de Tiferzaz, des scories ont été découvertes au niveau d'un site d'habitat, Z-7-H-W-72 (**Fig. 57**, n° 65), caractérisé par la présence de nombreux tessons, des macro-outils et des esquilles d'os suggérant la présence de tombes aujourd'hui érodées. A 400 m au Nord de ce site, des indices métallurgiques ont de nouveau été découverts dans un camps, Z-7-H-W-73 (**Fig. 57**, n° 66) ; Contrairement au précédent, le très faible nombre de tesson suggère une occupation de courte durée. Les indices métallurgiques correspondent à une zone de concassage de scories et à des fragments de parois de fours métallurgiques. Des macro-outils (pierres à cupule, molettes, meule, pilon, mortier) ainsi que des éclats de tailles et quelques microlithiques furent également découverts. Ce site, comme le précédent, est partiellement couvert par des barkhanes et des sbats. Une partie de l'aire d'occupation nous échappe donc (**Fig. 64**).

Un troisième camps, Z-7-H-W-74, aligné avec les deux sites précédents, a été identifié à 500 m au nord-est de Z-7-H-W-73 (**Fig. 57**, n° 67). Parmi les artefacts, des scories de réduction ont été découvertes au sud-ouest de ce camps. A équidistance des sites Z-7-H-W-73 et Z-7-H-W-74, un paléo-lac a été repéré (**Fig. 58**). Cet élément topographique confirme la concordance fréquente entre la présence de zone humide et celle de sites présentant des activités métallurgiques.

2- Résultats préliminaires

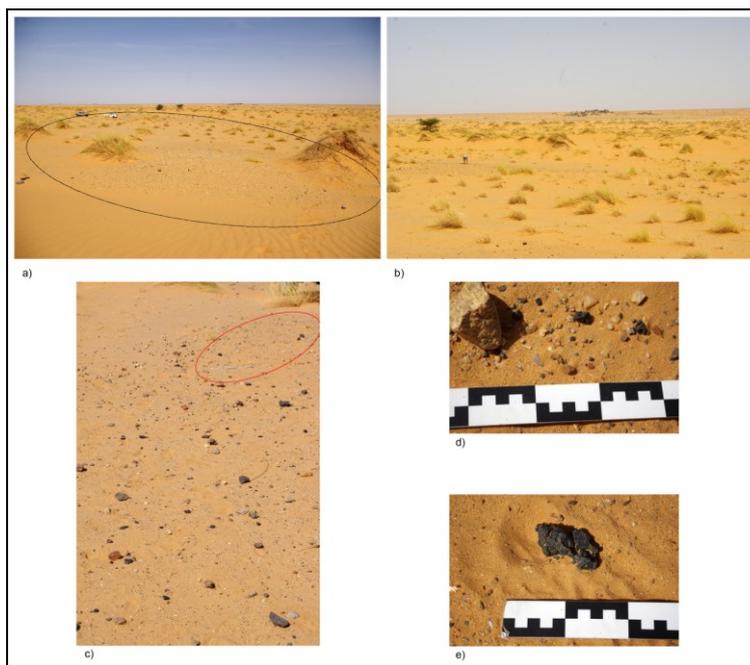


Fig. 65 : site de courte durée d'occupation Z7-H-W-73. a) vue en direction du Nord du site recouvert partiellement par les barkhanes et les sbats, les limites du site correspondant au cercle noir ; b) vue en détail de la partie Nord du site ; c) délimitation de la zone de concassage de scories (cercle rouge) ; d et e) scories de réduction concassées.

Au Sud de Tiferzaz, des fragments de minerais (malachite) furent découverts dans un site de courte durée d'occupation (Z-7-H-W-78, **Fig. 57**, n° 71). Des activités de concassage de cette matière première semblent avoir eu lieu au regard des nombreuses enclumes et percuteurs découverts au niveau de ce site.

A 3,6 km au nord-est Z-7-H-W-78, un vaste site a été localisé (Z-7-H-W-84, **Fig. 57**, n° 77). Il comprend des artefacts liés à une production microlithique (racloirs, perçoirs, lamelles, pointes de flèche) et des macro-outils en lien avec des pratiques de concassage/broyage. La découverte de culots de creusets et des scories de réduction suggère des activités de métallurgie extractrice. A 600 m à l'Est de Z-7-H-W-84, un site comparable a été découvert (Z-7-H-W-87, **Fig. 57**, n° 78). Les activités identifiées sont similaires. Les indices métallurgiques sont toutefois différents. Il s'agit de fragments de minerais cuprifères concassés. Les deux sites étaient probablement en connexion. Une partie de la chaîne opératoire de la métallurgie extractrice (concassage/broyage) était réalisée à Z-7-H-W-87 et la seconde étape (réduction) à Z-7-H-W-84.

▪ Synthèse des données issues des prospections

Les prospections ont permis de découvrir 138 nouveaux sites dans un rayon de 70 km autour de la ville d'Akjoujt. Parmi ces sites, 58 comportent des indices d'activités métallurgiques. La majorité correspondent à des occupations de courte de durée et s'apparentent à des camps. Il est probable que ces camps correspondent à des occupations saisonnières régulières. L'emplacement diffère légèrement à chaque saison, mais demeurent dans la même zone propice aux activités de subsistance. Les activités métallurgiques semblent nécessiter la présence d'eau ; de ce fait, les sites comportant des activités métallurgiques s'installent toujours dans des secteurs présentant des zones humides.

Sur l'ensemble des 58 sites comportant des activités métallurgiques, 23 ont été découverts au Sud d'Akjoujt, au niveau du cordon dunaire de la Dkhaina. Ils complètent la dizaine de sites métallurgiques connus par les travaux précédents (Lambert, 1969 à 1983 ; Vernet, 1983 et 2012). Les prospections menées au cours de cette campagne ont démontré l'existence de 35 sites comportant des activités métallurgiques au Nord et nord-ouest d'Akjoujt. Cette nouvelle donnée met en évidence une occupation anthropique importante, liée à la métallurgie du cuivre, dans un rayon d'action inférieur à 50 km des 22 districts miniers préhistoriques identifiés en 2016.

Les indices métallurgiques découverts au niveau des sites confirment la pratique d'activités de réduction liées à la métallurgie du cuivre. Les hypothèses relatives aux étapes de la chaîne opératoire, supposées par le résultat des fouilles (voir p. 28-29), sont en grande partie confortées par les découvertes réalisées lors de ces prospections. Les minerais sont concassés et broyés au niveau des sites. Cette matière

2- Résultats préliminaires

première, fort probablement concentrée, est réduite dans des creusets placés dans des fours métallurgiques activés par une ventilation forcée à l'aide de tuyères. Les scories sont concassées à proximité afin de récupérer vraisemblablement des billes de métal piégées.

La pointe de lance en fer, mise au jour au niveau de l'un des sites prospecté, conforte l'importance des découvertes d'indices d'une métallurgie du fer dans le cordon dunaire de la Dkhaina (voir p. 21-22 et 33). Ces artefacts soulèvent la question d'une production locale ou d'échanges et celle de la contemporanéité des métallurgies du cuivre et du fer dans la région d'Akjoujt.

Ces prospections, qui complètent celles menées en 2016, confirment le potentiel important de la région d'Akjoujt et l'intérêt scientifique que revêt cette zone pour la compréhension des débuts et du développement de la métallurgie dans la région saharo-sahélienne au cours de l'Holocène.

2.c) Etude des céramiques découvertes en 2016 et 2017 (voir en détail, **annexe 3**)

L'ensemble des tessons mis au jour lors de ces deux campagnes est proche des céramiques découvertes dans la région d'Akjoujt par N. Lambert et au Khatt Lematëg par R. Vernet.

On distingue deux types de décors, caractéristiques des céramiques du Néolithique final, sur l'ensemble du corpus étudié : décors peignés et en forme de « vague ». Ce dernier type de décors est connu dans tout le Sahara dans les cultures "Aqualithic" au cours de l'optimum climatique au milieu de l'Holocène. Les décors peignés au niveau des simples bords et des céramiques globulaires sont caractéristiques des cultures Boudhuda and Tin Mahham, connues dans la région de Nouakchott et datées entre le 2^e et le 1^{er} millénaires avant notre ère.

Les caractéristiques des céramiques découvertes à Lemdena (secteur de fouille D5), Z-7-H-W-12, Z-7-H-W-14, Z-8-H-W-17, Z-8-H-W-44 suggèrent que ces sites se rattacherait à la phase la plus ancienne. Z-7-H-W-12, Z-7-H-W-14 ont été découverts en 2016 dans l'Achar (Courcier et al., 2016). Des fragments de minerais cuprifères furent mis au jour à Z-7-H-W-12. Lemdena, Z-8-H-W-17 et Z-8-H-W-44 sont localisés dans le cordon dunaire de la Dkhaina. A l'exception de Lemdena, il s'agit de site de courte durée d'occupation.

Les céramiques du site Z-8-H-W-30, présentant des décors au noué et torsadés, suggèrent que le site se rattache à une phase plus récente. Un culot de creuset avait été découvert au niveau de ce site.

Le site Z-8-H-W-28 comporte des céramiques de ces deux phases et serait de ce fait caractérisé par une longue période d'occupation. Ce site fouillé en 2017 comporte de nombreux indices d'activités métallurgiques.

3- Opération projetées

3) Opérations scientifiques projetées

Dans la continuité des recherches menées lors des deux premières campagnes, les opérations projetées vont suivre deux axes principaux de recherche : études de terrain et analyses en laboratoire.

3.a) Recherches de terrain

Pour cette troisième campagne, les recherches de terrain se limiteront à 4 voire 5 semaines. Les études de terrain comprendront, d'une part, les fouilles de mines et sites métallurgiques, et d'autre part, des études archéométriques. Ces études de terrain se dérouleront dans la région d'Akjoujt, au niveau de sites identifiés en 2016 et 2017 et présentant un potentiel important pour la problématique (**Fig. 66**). Ces recherches de terrain permettront de poursuivre la formation des étudiants mauritaniens.

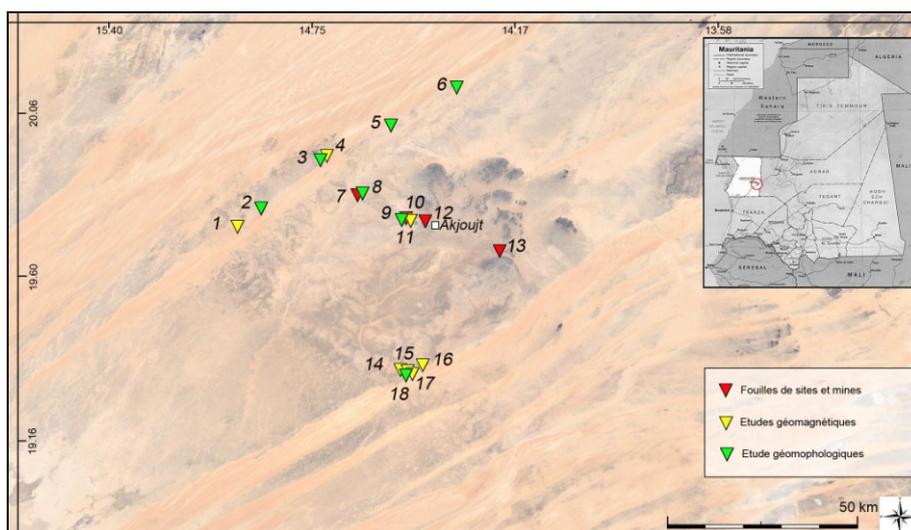


Fig. 66 : carte de localisation des recherches de terrain projetées en 2018, en Mauritanie dans la région de l'Inchiri autour de la ville d'Akjoujt. **fouilles** : 7- Z-9-H-W-1, 10- Z-9-H-W-15, 12- Z-1-M-12A, 13- Z-5-M-5-C ; **études géomagnétiques** : 1- Z-7-H-W-27, 4- Z-7-H-W-45, 10- Z-9-H-W-18, 14- Z-8-H-W-28, 15- Z-8-H-W-7 (Lemdena), 17- Z-8-H-W-31, 16- Z-8-H-W-38 ; **études géomorphologiques** : 2- Z-7-H-W-36, 3- Z-7-H-W-44, 5- Z-7-H-W-73, 6- Z-7-H-W-90, 8- Z-9-H-W-1, 9- Z-9-H-W-16, 18- Lemdena, Z-8-H-W-28 et Z-8-H-W-31.

3.a.1) Fouilles

Nous prévoyons de fouiller deux mines et deux sites métallurgiques.

- mines

Les recherches seront sous la direction d'Alexander Maass, archéologue minier, qui a réalisé et supervisé les fouilles des mines cette année. Des étudiants participeront à ces recherches de terrain.

- Z-1-M-12A

Cette vaste mine, découverte en 2016, se situe sur le versant sud-est du Guelb Moghrein oriental. Il s'agira de poursuivre les fouilles de cette mine qui ont été amorcées au cours de cette campagne. En 2017, les fouilles avaient permis d'atteindre le sol de la galerie Sud et de mettre en évidence le passage entre les deux cavités (voir p. 17-18 et annexe 1). L'objectif de la campagne 2018 sera de dégager complètement le comblement de cette structure, de rechercher les outils lithiques et d'étudier en détail le mode d'extraction de cette mine de cuivre (**Fig. 66**, n°12). Nous viserons également à collecter des indices permettant de la dater. Le plan amorcé en 2017 sera complété et achevé.

- Z-5-M-5-C

La mine Z-5-M-5-C, découverte en 2016, se situe au niveau du massif de Leigletat El Khader (**Fig. 66**, n°13). De nombreux tessons, découverts au niveau de la plateforme adjacente à cette structure d'extraction minière, témoignent d'une forte activité anthropique. De plus, ce site ne présente pas de

3- Opération projetées

perturbation moderne. La large cavité et les boyaux sont comblés par du sable éolien qui a probablement scellé des indices d'extraction et de datation.

La fouille de ces mines permettra de comparer les techniques d'extraction. Les datations des deux mines seront confrontées et permettront d'apporter des éléments de réponse au développement diachronique de la région d'Akjoujt.

- sites métallurgiques

Les fouilles se feront sous la direction d'Antoine Courcier, archéométallurgiste, qui a fouillé et supervisé les recherches à Lemdena et à Z-8-H-W-28. La démarche suivie sera identique à celle menée lors de cette campagne (voir p. 12-13). Pour chaque site, les fouilles seront menées au niveau de secteurs présentant des indices métallurgiques. Les résultats seront comparés avec ceux obtenus pour les deux sites fouillés en 2017.

- Z-9-H-W-1

Ce site, découvert en 2017 au niveau du khatt Inchiri es Sahili (**Fig. 66**, n°7), comporte de nombreux indices d'activités métallurgiques (voir p. 35). Il est également l'un des sites les mieux préservés dans cette zone. Les objectifs des fouilles 2018 seront de comprendre l'organisation des activités métallurgiques au niveau du site et de collecter des artefacts permettant d'étudier cette métallurgie et de dater le site.

- Z-9-H-W-15, et sites à proximité

Découvert également en 2017, ce site est localisé à la confluence entre le khatt Chouâyel, le khatt er Ragg el Abeid et le khatt el Kleijât (**Fig. 66**, n°10). Plusieurs indices métallurgiques y furent mis au jour (voir p. 37). Nous visons à fouiller le secteur où fut découvert le culot de creuset afin d'identifier une structure pyrométallurgique. L'objectif sera également de récupérer des artefacts pour dater ce site.

Si toutefois ces recherches seraient infructueuses à Z-9-H-W-15, des fouilles peuvent être envisagées au niveau des structures repérées à Z-9-H-W-16 et Z-9-H-W-18. Au niveau de ces deux sites, des indices suggèrent la présence de fours métallurgiques (voir p. 38-39). La proximité de ces trois sites suggère qu'ils sont contemporains. L'objectif de ces fouilles sera d'étudier et de dater ces structures.

3.a.2) études spécifiques

Ces études permettront de mieux comprendre le développement diachronique de la métallurgie au cours de l'Holocène dans la région d'Akjoujt.

- céramologie

L'étude des céramiques se poursuivra sous la direction de Peter Coutros, archéologue africaniste spécialiste des céramiques rattaché à l'Université de Yale. Les tessons provenant de la fin de la mission 2017 et ceux découverts en 2018 seront étudiés afin de mieux comprendre le développement diachronique de l'occupation anthropique.

- géomagnétisme

Avec le support scientifique du professeur Roderick McIntosh, archéologue africaniste et archéomètre rattaché à l'Université de Yale, nous prévoyons de mener des études géomagnétiques au niveau des fours métallurgiques découverts à Lemdena, Z-8-H-W-28, Z-8-H-W-31, Z-8-H-W-38, Z-9-H-W-18, Z-7-H-W-27 et Z-7-H-W-45 (**Fig. 66**, n°1, 4, 10, 14, 15, 16 et 17). L'analyse des changements et des anomalies géomagnétiques au niveau de ces structures devrait permettre de les dater.

- géomorphologie et paléo-environnement

Les recherches de terrain menées en 2017 ont mis en évidence une concordance fréquente entre la localisation des activités métallurgiques et celle des anciennes zones humides. En outre, la métallurgie requiert une quantité importante de bois pour l'extraction minière, la réduction et la fonte.

L'étude des dynamiques paléo-environnementales et paléo-climatiques vont contribuer à mieux comprendre l'occupation anthropique et les activités métallurgiques dans la région d'Akjoujt. Sous la direction d'Aziz Ballouche, professeur de géographie de l'environnement et du paysage à l'Université

3- Opération projetées

d'Anger, les recherches seront menées au niveau de plusieurs sites : Lemdena, Z-8-H-W-28, Z-8-H-W-31, Z-9-H-W-1, Z-9-H-W-16, Z-7-H-W-36, Z-7-H-W-44, Z-7-H-W-73, Z-7-H-W-90 (**Fig. 66**, n°2, 3, 5, 6, 8, 9 et 18).

3.b) analyses en laboratoire

Sous réserve de régler le problème avec l'Institut Mauritanien de Recherche et de Formation en matière de Patrimoine et de récupérer les échantillons de la campagne 2017 (voir p. 15-16), il s'agira de mener des analyses radiocarbone et archéométallurgiques.

Des analyses radiocarbone seront effectuées sur les échantillons collectés en 2017 et 2018. Elles seront réalisées dans les laboratoires « [Poznan Radiocarbon Laboratory](#) » (Pologne) et « [Beta Analytic](#) » (Etats-Unis d'Amérique). Les résultats compléteront ceux obtenus en 2016. Il s'agira de dater les mines et les sites métallurgiques fouillés lors des 2^e et 3^e campagnes de fouilles. Cinquante ans après les datations de Nicole Lambert, au niveau d'une mine et d'un site métallurgique, ces nouvelles dates permettront de mieux comprendre le développement diachronique de la métallurgie dans la région d'Akjoujt.

Sur la base de cette chronologie, nous retiendrons les sites essentiels à la problématique et nous sélectionnerons des échantillons d'artefacts métallurgiques prélevés dans ces lieux. Des analyses minéralogiques, géochimiques et isotopiques seront réalisées dans les laboratoires de sciences physico-chimiques conventionnés avec l'UMR 5608 TRACES selon des protocoles dont l'équipe métal possède l'expertise. Ces analyses permettront de caractériser les types de minerais et de scories, de renseigner la microstructure des objets, de déterminer les éléments majeurs et traces du métal employé et d'attribuer une signature isotopique aux matériaux.

Conclusion

Conclusion

Cette seconde campagne de recherche du programme CUPRUM poursuit le déficit scientifique relatif à la question de l'origine(s) et du développement de la métallurgie dans les cultures à l'Holocène en Mauritanie. Cette mission complète nos recherches menées en 2016. Elles avaient permis de découvrir de nombreuses mines anciennes et mis en évidence une occupation anthropique liée à la métallurgie plus complexe que ce que les précédents travaux laissaient supposer. En 2017, Les recherches se sont déroulées dans un rayon de 70 km autour de la ville d'Akjoujt, dans la région de l'Inchiri. Nous avons visé trois objectifs : fouilles de mines et de sites métallurgiques, poursuite des prospections dans la région et formation d'étudiants mauritanien dans le cadre d'une relance des recherches archéologiques en Mauritanie.

Quatre des 48 mines découvertes en 2016 ont été fouillées au niveau du Guelb Moghrein et du massif d'Irarchène. 49 ans après la découverte et la fouille par N. Lambert de la mine de « la grotte au chauve-souris », il s'agit des premières recherches de terrain à reprendre la question de la métallurgie extractrice dans cette région de la zone saharo-sahélienne. Parallèlement, des fouilles ont également été menées au niveau de deux sites métallurgiques, au Sud d'Akjoujt dans le cordon dunaire de la Dkhaina. L'un des deux, Lemdena, avait été partiellement étudié et fouillé par N. Lambert en 1968. Le second site métallurgique a été découvert lors de cette campagne. Ces fouilles sont les premières à revenir sur l'étude de la métallurgie extractrice et de transformation. Des mines à l'objet en métal fini, en passant par les procédés extractifs, les fouilles de la mission 2017 ont couvert l'ensemble de la chaîne opératoire de la métallurgie.

Les résultats de ces fouilles ont été complétés par des prospections dans la région d'Akjoujt. Ces recherches ont été menées dans le nord-est du cordon de la Dkhaina, où des sites avaient été découverts lors des travaux précédents, mais aucune étude ne s'était focalisée sur la question de l'occupation anthropique liée à la métallurgie. Nos prospections se sont également concentrées dans des secteurs à l'Ouest et au Nord d'Akjoujt, qui n'ont jamais fait l'objet d'étude. Nous sommes parvenus par cette recherche à relativiser l'importance des sites métallurgiques au Sud d'Akjoujt et à comprendre l'organisation et la répartition spatiale des sites liés à la métallurgie sur l'ensemble de la région autour d'Akjoujt.

Les cinq étudiants mauritaniens ont été formés par l'ensemble de l'équipe au cours de ces recherches de terrain et lors de l'étude du matériel archéologique. Leur sérieux et leur motivation témoignent de l'intérêt à développer des recherches et des formations en archéologie en Mauritanie. En partenariat avec la Faculté des Sciences Humaines de l'Université de Nouakchott, cette mission a établi les bases de la création et du développement d'un département d'archéologie en Mauritanie.

Les deux campagnes du programme CUPRUM permettent aujourd'hui de mieux comprendre l'occupation anthropique liée à la métallurgie dans la région d'Akjoujt. L'ensemble de la zone métallifère a été exploitée à la Préhistoire. Des mines et des sites d'extractions ont été identifiés au niveau de tous les affleurements et gisements métallifères. L'exploitation est majoritairement concentrée sur les minerais cuprifères. Toutefois, la découverte d'un site d'extraction d'hématite permet d'envisager le développement d'une métallurgie du fer, ou du moins d'interactions entre les deux métallurgies. L'hypothèse d'un usage d'hématite pour la réduction de la chrysocolle va dans ce sens. Les objets en fer mis au jour et l'existence d'un site comportant des scories liées à la métallurgie du fer, posent la question d'une production locale ou d'échanges et celle de la contemporanéité des métallurgies du cuivre et du fer dans la région d'Akjoujt.

L'exploitation des mines se fait par abattage au feu et/ou au maillet. Les fouilles ont permis de mettre en évidence de vastes exploitations témoignant de l'importance de l'extraction métallifère dans la région. Ces exploitations impliquent des activités connexes. L'abattage au feu suggère des ressources importantes en bois à proximité. La découverte dans certaines zones de nombreuses haches plates, destinées au déboisement, semble confirmer cette hypothèse. Les carrières repérées au cours de nos deux campagnes de recherches, témoignent d'une industrie de macro-outils destinée à alimenter ces mines.

Contrairement à ce que laissaient supposer les précédents travaux, les sites métallurgiques ne sont pas exclusivement localisés au sud d'Akjoujt, dans les cordons dunaires de la Dkhaina et l'Amatlich. Nous avons identifiés 58 nouveaux sites métallurgiques dont 35 au Nord et nord-ouest d'Akjoujt. La taille des sites et le matériel découverts suggèrent qu'il s'agit, pour la majorité, de sites de courte durée d'occupation, comparables à des camps. Ces camps sont probablement saisonniers et semblent s'implanter toujours dans la même zone ; cette récurrence pourrait expliquer le nombre important de camps découverts. Des activités métallurgiques ont été identifiées dans 6 nouveaux sites de longue durée d'occupation, portant leur nombre à 11, en intégrant ceux découverts précédemment. Nos recherches ont également mis en évidence une

Conclusion

corrélation forte entre la localisation des activités métallurgiques et la présence de zones humides (paléo-lac, rivière). Certaines étapes de la chaîne opératoire métallurgique nécessitent de l'eau (voir ci-après). Les activités d'une économie de subsistance peuvent également expliquer l'installation à proximité de ces zones propices.

Nos prospections et fouilles permettent de proposer une organisation des activités métallurgiques. Les minerais, extraits des mines, sont concassés à proximité immédiate des exploitations afin de réduire la quantité de stérile. Ils sont ensuite transportés jusqu'à des camps intermédiaires de concassage/broyage ou directement dans des sites métallurgiques afin d'y être concassés et broyés finement. La poudre obtenue est ensuite concentrée par gravité au niveau d'une zone humide. Le minerai enrichi est réduit à l'intérieur de creusets dans des fours métallurgiques équipés de ventilation forcée à l'aide de tuyères. Un culot métallique, quelques nodules et des scories sont ainsi produits. Les scories sont broyées afin d'extraire les billes de métal piégées à l'intérieur, suite à un processus de réduction imparfait. L'ensemble du métal obtenu (billes, nodules, culots) est rassemblé et fondu dans un creuset de fonte. Le métal fondu est coulé dans un petit sillon creusé dans le sable. La découverte du lingot à Lemdena va dans ce sens. Parallèlement à la production de demi-produits, comme des lingots, des plaques de métal et des objets finis sont réalisés.

Les recherches de terrain ont permis de mettre au jour de nombreux artefacts, dont une partie a été échantillonnée pour des analyses radiocarbones et archéométallurgiques. Des charbons ont été découverts lors des fouilles des mines et des sites métallurgiques. L'analyse radiocarbone permettra de les dater et d'affiner le schéma de développement diachronique proposé suite à l'étude des céramiques. A l'issue de ces datations, les sites essentiels à la problématique seront identifiés et nous sélectionnerons des échantillons d'artefacts métallurgiques afin de mener des analyses archéométallurgiques. Elles permettront de déterminer les procédés extractifs, les techniques de mise en forme et la circulation des matières premières et produits finis.

La prochaine campagne visera à continuer et achever les fouilles des mines du Guelb Moghrein oriental et d'amorcer des recherches au niveau de l'une des mines dans le massif de Leigletat El Khader. Suivant la démarche mise en place en 2017, nous fouillerons deux sites métallurgiques découverts en 2017 à l'Ouest d'Akjoujt. Il s'agira, d'une part, de dater ces sites, et d'autre part, d'étudier leurs activités métallurgiques. Nous mettrons en perspective ces résultats avec ceux obtenus dans les sites fouillés en 2017, afin d'apporter des éléments de réponses au développement diachronique de la région et de caractériser les métallurgies qui s'y développent. L'étude des céramiques se poursuivra dans l'objectif d'établir un cadre chronologique à l'occupation anthropique dans la région d'Akjoujt. La troisième campagne de recherche amorcera des études sur les dynamiques paléo-environnementales et paléo-climatiques, qui ont visiblement jouées un rôle important pour le développement de la métallurgie et des activités connexes à l'Holocène en Mauritanie. Nous amorcerons également des analyses archéomagnétiques sur les structures de chauffe afin d'apporter un éclairage nouveau sur la datation et apporter des éléments pour le schéma diachronique. Nous affinerons ces datations par des analyses radiocarbones. Sur la base de cette chronologie, nous commencerons les analyses des artefacts métallurgiques afin de déterminer les caractéristiques des métallurgies qui se sont établies dans la région d'Akjoujt, au cours de l'Holocène. Au regard des nombreux résultats obtenus lors de ces deux campagnes, il convient de poursuivre les recherches de terrain et d'accroître les études en laboratoire.

Annexe 1: Mining excavations in eastern Guelb Moghreïn and Irarchène massifs

Alexander Maass

In the field mission 2017 of the CUPRUM project sondages in mines were previewed for getting material for dating the structures and for getting an idea of the size and the importance of the ancient works. The main area was at the hill Guelb Moghreïn in the area of the MCM mine at Akjoujt. A second area was 25 km north of Ajoujt the exploitation area of Irarchen-Ste. Barbe.

Guelb Moghreïn

At the hill of Guelb Moghreïn the group of ancient mines Z1M12 was and documented during the survey 2016. Since the biggest part of the hill was destroyed by the exploitation trials of the French mining company in the 1950's only a few old mining structures survived in that zone. The group Z1M12 where are the best preserved mines is situated at the eastern slope of the hill directly at the base of a vertical cliff. They got from south to north the subnumbers A to G although during the excavation under big blocks of the French exploitation trial some more entries were recognized but not yet mentioned.

At the northern and northeastern slope from the middle of the slope till the base of the hill a big number of used stone hammers could be found. They are from the same material of a band of basaltic rock in the middle of the slope so that it is possible that the Basalt was exploited for producing the stone hammers how it was observed in several other mining areas like in Morocco, Turkey and Southern France. The stone hammers were probably used for the exploitation or the separation of the mineral from the embedded rock. In the profiles of two modern pits in the plain at the northern side of the hill, made by machines possible ancient pits were observed, with a different filling like the surrounding material and stone hammers inside. It couldn't be studied yet what kind of pits they are.

The excavations were situated in the mines A, C (see report of Angela Celauro) and G. Of these 3 mines the planimetry was measured with the help of a DitoX, a small digital measurement device, created by Swiss spelaeologists. Of mine 12a and c also a three-dimensional documentation by photogrammetry was tried. Because of the complex surface in mine 12a it was difficult and not yet in a perfect condition.

Mine Z1M12A

The mine is the biggest complex of ancient exploitation works at Guelb Moghreïn with several floors. The upper floor is a gallery with a length of 5,80 m and width of around 1 m. After 3 m is a small pit to the lower floor and after it a platform with two exploitation niches in the north and west and an open side to the chamber of the lower floor. This floor is situated 2 m deeper and has the form of a big chamber, 6 m long and 4 m wide. It was till 1 m under the ceiling refilled by sand which was blown inside. During the excavation it could be recognized that the chamber continued definitely more to the south and west and that there is a possible third floor again around 2 m deeper.

The excavation started inside of the mine by cleaning first the upper floor and continued by excavating the sand in the deeper chamber. It was planned to dig only on a small area of around 1,5 m diameter but the loose sand fell always in the working area so to reach the floor at the end the area had a diameter of 3 m. In a depth of around 1 m was a layer with big stones in the sand. In the lowest part of this layer the stones stucked together by calcareous sinter and formed so a very hard block. Under the big stones was a 1 m thick layer of a reddish clay in which pieces charcoal could be found. At the base of the clay came the rock. The trench had in the clay only a size of 60 x 80 cm because the removing of the sand had required to much time before.

The mine was exploited with firesetting, a common method in ancient times before using explosives in the mines to facilitate the work by cracking the rock with the help of fire. But on the actual stand of art there are not yet more indications about the other tools for the exploitation and the organisation of the mineral exploitation.

During the excavation it could be seen that the mine continued definitely to the south and west but maybe also to the north so that the actual visible system shows only a small part of the mine.

Annexe 1

Mine Z1M12G

The mine is a rectangular chamber of 3,50 m length and 2 m width which is exploited into SW-direction. At the SW-end is a small structure of which is not clear if it's a small chamber of or a complete refilled gallery of actual 0,80 x 0,80 m. In the centre of the first chamber a block with a diameter of 1,4 m remained and the mine was worked like a groove around this block. The floor of this groove is around 0,50 m deeper than the entrance.

The mine was refilled with sand till the level of the entrance.

During the excavation big parts of the first chamber could be studied, only the small chamber 2 couldn't excavated yet. In the sand only nearby the surface some pieces of charcoal were found which are surely of modern fires.

Around the mine several exploitable and partially exploited minerals could be observed: around the entrance in the rock layers of chert could be seen, at least one stone hammer was of this material and in the entrance was a small vein of goethite which seemed to be exploited.

Traces of copper minerals couldn't be observed but surely because the walls are covered with soot of the firesetting.

Irarchen-Ste. Barbe

Ste. Barbe

In the trench of the French mine Ste. Barbe an old mine was cut. On the southern- side only the remains of a domed exploitation trace were visible in the rock. On the opposite side of the trench was a complete refilled mining structure. The visible parts showed the same exploitation techniques like on the southern side why here a sondage, for sampling charcoal for dating the old structures was situated. Directly behind the wall of the French trench the floor of the small mine went in a steep step down. In a depth of around 0,50 m, directly above of the continuing precipitous floor pieces of charcoal were found so that the aim was reached and the excavation was interrupted.

The form of both ancient exploitation traces is typical for firesetting and the stone hammers and anvil tools which were found around the mine are more indications for an old age of this mine.

From the mine only 20 m to the Southwest indications of a chert exploitation with a first work of the exploited chert could be find . The mine itself couldn't be identified yet but the raw material in the rock stone hammers and flakes of chert are good indication for a chert tool production at this site, maybe for nuclei which were transported to the settlements.

Around 100 m to the southwest of the mine Ste. Barbe an old dump heap which could only be recognized by stone hammers and pieces of copper minerals and at its top the probable place of the ancient mine could be found during a first visit in april 2017. A sondage on the place of the possible mine was digged till it reached the floor in a depth of 1,20 m. Unfortunately it seemed that the trench was placed a bit wrongly and was situated directly beside the ancient mine. That's why no charcoal or other objects could be found.

Annexe 2

**Annexe 2: Mining excavation of Z1-M12-C hematite mine
Eastern Guelb Moghreïn massif**

Angela Celauro

The exploitation trace Z1M12C is positioned on an artificial terrace between the mines Z1M12B and Z1M12D and consists of a main depression on the ground floor which follows the east-west direction

The interest and the decision to dig the floor depression and reveal the original surface was caused by the identification of tool traces in the forms of depressions of about 5 to 10 cm of diameter. They have been interpreted as traces of exploitation produced by hammering done with stone hammers.

The structure Z1M12C has a total length of 3,50 m and width in the middle of 1,40 m. It is separated into two single exploitation structures. The eastern is an oval depression with a length of 2,30 and a rounded floor with a depth of 0,60 m. The western part is a lightly inclined plane with a length of 1,20 m which goes at its western end till 30 cm under the rock with a height of 12 cm. The width is in this part 1,35 m but it continues to the north to the mine D. Because of the short time available it was not possible to extensively dig it.

It seems there are two different exploitations: in the eastern the intensive reddish colour shows the exploitation of hematite while in the western part chert was found, with its shiny glassy appearance of a vivid reddish/brown color is still visible.

Several different exploitation techniques could be recognized: the small depressions of hammering, three parallel channels made by the same technique and in the eastern part firesetting which heat burnt the hematite to a more intensive color.

At the floor of the oval depression in the eastern side there was an accumulation of charcoal which was collected for future analyses on C14 radiocarbon. The mine was documented by a planimetry and photogrammetry.

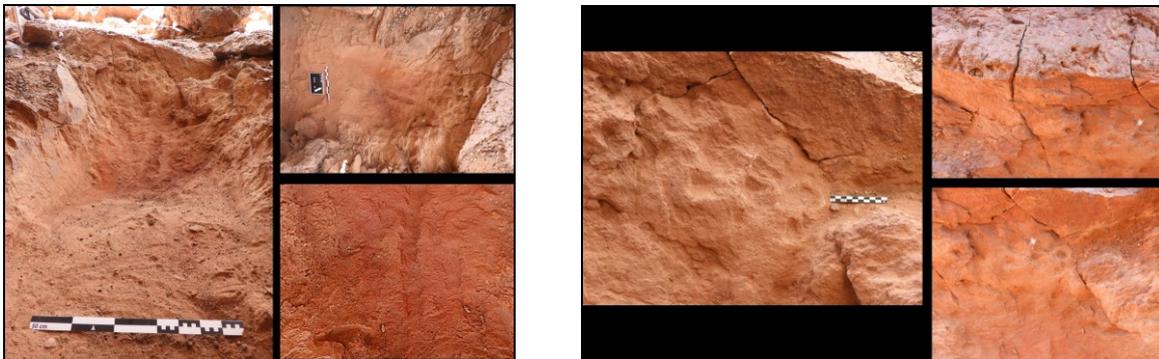


Fig.1: detail pictures of the eastern area of exploitation for hematite extraction

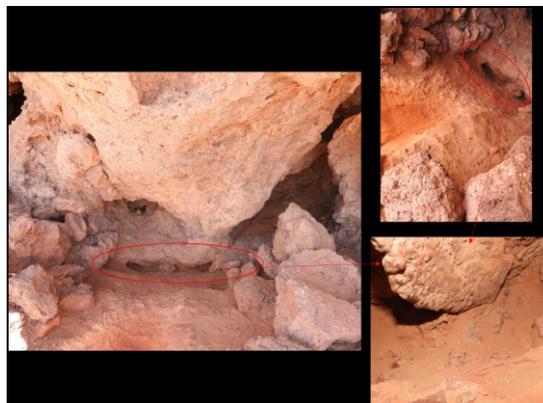


Fig.2: detail picture of the western exploitation area for chert extraction.

Annexe 3 : Ceramic Report on ceramics found during the two first CUPRUM campaigns (2016 et 2017)

Peter R. Coutros

Methodology

The analytical methodology adopted by the CUPRUM team was heavily based on earlier studies in the Middle Senegal Valley (Deme 2004, Bocoum and McIntosh 2002, Coutros 2017), as well as Jenne-Jeno (McIntosh 1995), and Timbuktu (Park 2011). However, as the excavation techniques and goals were quite different from these projects, the CUPRUM team modified these methods to fit the context of the current project. By adopting an analysis based on decorative and technological attributes, this analysis provides a quantitative approach to ceramic analysis that has produced a data set broadly comparable across regions and time periods.

To begin the analysis, all ceramics were divided into three main categories: 1) undecorated body sherds, 2) decorated body sherds, and 3) rim sherds. All three categories were inspected for thickness, and paste coarseness/temper. Paste coarseness was defined based on the Udden-Wentworth granulometric scale (Druc, 2015). Three categories were identified: Fine (A) with few to no inclusions, Medium (B) with grain sizes between 0.5mm to 2mm, and Coarse (C) with large amounts of inclusions between 1.5mm and 4mm in diameter. In addition to coarseness, the material used as temper was identified for each sherd, including both sand and vegetable matter.

Decorated sherds were then analyzed for their surface treatments, internal and external, as well as additive and subtractive. Twine and comb impressions were identified based on comparative material from nearby regions, particularly the Middle Senegal Valley and Nouakchott. Where slip was encountered, the position (internal/external/lip) and Munsell values were recorded. In addition, several examples of handles were encountered during analysis and were cataloged based on the Diallowali typology (Coutros 2017). Rim sherds underwent two additional analyses, focused on the rim type and orifice diameter. Everted rims were defined based on the MSV rim classes (McIntosh *et al.* 2016).

The ceramic analysis encompassed all ceramic sherds excavated from a total of X sites, and recovered via surface collections from an additional X sites. The ceramic sherds were analyzed in their entirety, providing a rich corpus of material from which chronological information and regional interconnection may be established. In total, 230 sherds were recovered and analyzed during the 2016 field season. As decorative treatment and vessel shape are two of the most powerful tools for inter-regional and chronological analyses, this report focuses largely on these attributes. Fragments <2cm were not analyzed, as they are too small to provide sufficient data. Likewise, approximately 9% of total sherds collected were too degraded for accurate décor identification. Additionally, no full vessels were recovered, and thus, all of the analysis and results presented here is that of pottery fragments.

Results

Overall, the diversity of rim forms identified in the assemblage is relatively limited (fig.1). The vast majority of rims were Simple Closed (48%) and Simple Open (28%). Several sites, however, contained high proportions of other rim types. This was particularly the case at sites Z-7-H-W-15 and Z-8-M-W-14, where Lugged, and Short Stem rims were more common. Surprisingly, everted rims constituted an extremely low percentage of rim forms (4.25%) throughout the entire assemblage.

Annexe 3

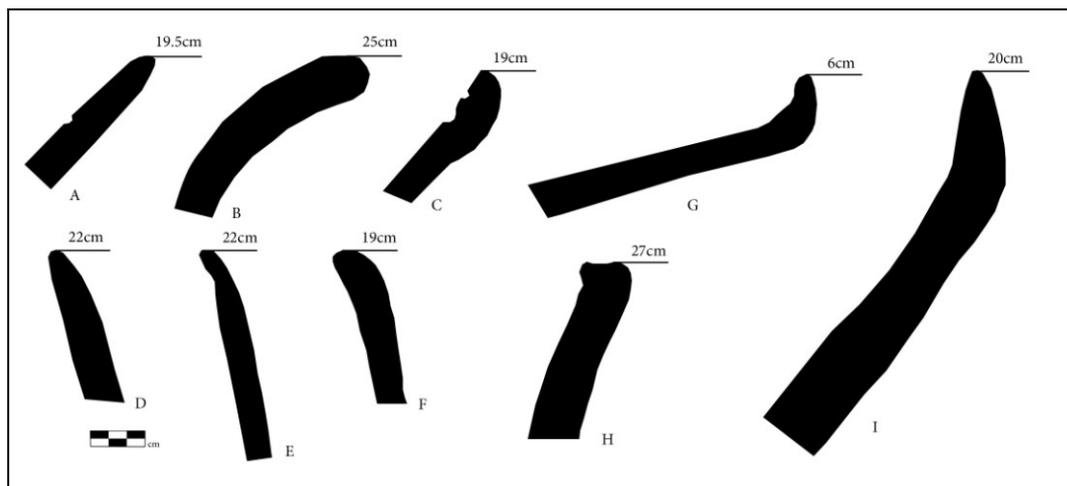


Fig 1: Rim Types Encountered (A-C: Simple Closed; D-F: Simple Open; G: Short Stem; H: Ledged; I: Everted [E1])

In total, 14 different decorative treatments were identified on the complete ceramic assemblage. In the vast majority of cases (74%), decorated sherds contained only one decorative treatment. Out of these, slip was by far the most popular, appearing on 33% of total sherds analyzed. Slip values generally ranged between Red (2.5yr 5/6), Red Brown (2.5yr 4/3), Dark Reddish Brown (2.5yr 3/3), and Light Red (2.5yr 6/6), while the most common colors were both Red (36%) and Red Brown (27%).

The second most common décor was comb impression. Comb décor is a version of striation where a toothed, hard-edged tool is manipulated to form patterns on the vessel (Rice, 2015). The specific tools for creating this décor are unknown, but carved shells, bone or wood are potential examples. Multiple varieties of comb impressions were identified, including punctate, dragged, rocker, and geometric.

Twine impressions constituted the third significant decorative treatment (18.5%). twisted twines (13%), noué (2.19%), folded twines (0.5%), and unknown twines (5%) were the only categories encountered within the assemblage. While several other decors were also identified, they occurred in relatively low numbers, including incisions (8%), drilled holes (3%), noué (2%), and wavy-lines (0.9%).

Discussion

The results of the ceramic analysis from the CUPRUM 2017 season provide a significant, albeit initial, step toward illuminating the archaeological record of prehistoric Mauritania. Prior to this study, few research programs have merged excavation and attribute analysis of ceramics, opting instead for the creation of ceramic “families” or “cultures” based on various, ill-defined criteria. For this reason, in addition to the general dearth of archaeological work in the country, comparative material suitable for accurate dating is lacking. However, while definitive answers regarding inter-regional connections and chronological changes require further analytical tools, the data presented above may be used to make several initial hypotheses.

The dominance of comb impressions and the presence of wavy-line décor undoubtedly suggest a Late Stone Age occupation of the region. Wavy-line décor is often attributed to the so-called “Aqualithic” cultures dominant across the Sahara throughout the mid-Holocene optimum. While it is extremely unlikely that this material dates to the earliest phases of this period, it is almost certain that the sites were occupied during the terminal phases. Comb impressions are a common decorative treatment across the broader region throughout the 1st and 2nd millennia BC. Likewise, the dominance of simple rim forms, and the globular vessels (indicated by the short stem rim forms) decorated with comb impressions, found in the CUPRUM assemblage, are similar to those of the Boudhuda and Tin Mahham cultures in the Nouakchott region from this period.

Unsurprisingly, the general character of the CUPRUM assemblage corresponds well to the material found at Akjoujt, described by Lambert (1983), and Khatt Lamaïteg, described by Bathily et al. (1983). The bulk of this material is variously dated to the 1st and 2nd millennia BC. While the lack of absolute dates for the sites makes certainty impossible, the results of the ceramic analysis suggests a similar age for the CUPRUM material. The sites of Ldn1-D5, Z-7-H-12, Z-7-H-14, Z-8-H-W-17, Z-8-H-W-44, with high proportions of comb, incision, and non-décor sherds, possibly represent an early phase of occupation. To the

Annexe 3

contrary, the high presence of noué and the high proportion of twisted twine at the Z-8-M-W-30 site likely indicate a later occupation phase. Interestingly, the site Z-8-H-W-28 seems to contain material from both of these phases. While material from #A1-4 and #B2-5 displays potential characteristics of earlier periods, the material collected from Z-8-H-W-28 itself appears younger, possibly indicating a longer-term occupation of the site.

The current CUPRUM project constitutes a significant step in furthering our understanding of Late Stone Age populations in West Africa – particularly in this period of radical ecological and cultural change. It is imperative that future research be conducted throughout the Akjoujt region, on both settlements and specialized activity sites alike. This work should focus on combining the collection of diachronic records of material culture, as well as the attribute analysis of this material. It is only through continued efforts and this combination of methodologies that Mauritanian prehistory may be incorporated into the broader West African narrative.

références

Références

- Bathily M.S., M. Ould Khattar, R. Vernet, Ch. Cluzel, J.M. Ott, S. Beckouche, R. Caruba, M.F. Delarozière and J. Evin** (éds.) (1993), *Les sites Néolithiques de Khatt Lemaiteg (Amatlich) en Mauritanie occidentale*, Nouakchott.
- Bessac H.** (1958), Contribution à la Préhistoire et à la Protohistoire des régions d'Akjoujt et d'Atar (Mauritanie), *Bulletin de l'IFAN*, 20/3-4, p. 316-367.
- Bocum H. et McIntosh S.K.** (2002), *Excavations at Sincu Bara, Middle Senegal Valley (Senegal)*, CRIAA-Université de Nouakchott.
- Courcier A., Dadi Essaid E., Ould Bagga M.A., Ould Mohamed Baba E., Celauro E., Ould Ethmane S.M. et Bellah Hamoud T.** (2016), *Rapport d'activités de la première campagne de recherche 2016*, rapport fait à la commission des fouilles du MAEDI, Toulouse.
- Coutros P. R.** (2017), *People and Palaeoclimate: Perspectives from the Diallowali Site System*. PhD Thesis, Yale University.
- Crova A.** (1912), Vestiges de l'âge du cuivre en Mauritanie. *Congrès Préhistorique de France*, session d'Angoulême : 702-704.
- Deme A.** (2004), *Archaeological investigations of settlement and emerging complexity in the middle Senegal Valley*, PhD Thesis, Rice University.
- Druc I.C.** (2015), *Portable Digital Microscope. Atlas of Ceramic Pastes. Components, Texture and Technology (with technical collaboration of B. Velde and L. Chavez)*. WI: Deep University Press
- El Dadi Essaid E.** (2013), *Etude d'impact : archéologie et patrimoine culturel sites des projets extension Mines MCM*. Rapport IMRS, Nouakchott.
- Lambert N.** (1965), Nomenclature et première étude de quelques sites préhistoriques de la région d'Akjoujt. *Bulletin de l'Institut Français d'Afrique Noire*, 27/3-4 : 410-444.
- Lambert N.** (1969a), Recherches archéologiques à Akjoujt (Mauritanie), *Bulletin de la Société préhistorique française. Comptes rendus des séances mensuelles*, 66/5 : 155-156.
- Lambert N.** (1969b), Hache polie de Tiberquint (Mauritanie), *Notes africaines* 121: 18-20.
- Lambert N.** (1970), Medenit Sbat et la protohistoire de Mauritanie occidentale, *Antiquités Africaines*, 4 : 15-62.
- Lambert N.** (1971), Les industries sur le cuivre dans l'Ouest Saharien. *West African Journal of Archaeology*, 1 : 9-21.
- Lambert N.** (1972), Objets en cuivre et Néolithique de Mauritanie occidentale. In : Hugot H. (éd.), *Congrès Panafricain de Préhistoire, Dakar, 1967* : 159-174. Chambéry : Les imprimeries réunies de Chambéry.
- Lambert N.** (1974), Mines et métallurgie antiques dans la région d'Akjoujt, *Annales de l'Institut mauritanien de recherches scientifiques*, 1 : 2-65.
- Lambert N.** (1975) Mines et métallurgies antiques dans la région d'Akjout, *Annales de l'Institut Mauritanien de la Recherche Scientifique*, 1 : 6-25.
- Lambert N.** (1981), L'apparition du cuivre. Les civilisations préhistoriques. In : Hugot H., Descamps C., Huard P. and Milburn M (éds.), *Le sol, la parole et l'écrit, mélanges en hommage à Raymond Mauny. Tome I* : 213-226. Paris : Société française d'histoire d'Outre Mer.
- Lambert N.** (1983), Nouvelle contribution à l'étude du chalcolithique mauritanien. In, Echard N. (éd.), *Métallurgie Africaines : Nouvelles Contributions* : 63-87. Paris : Mémoires de la Société des Africanistes.
- Maley J. and Vernet R.** (2013), Peuples et évolution climatique en Afrique nord-Tropicale de la fin du Néolithique à l'aube de l'époque moderne, *Afriques*, 4 : 1-40.
- Maley J. et Vernet R.** (2015), Populations and climatic evolution in North Tropical Africa from the end of Neolithic to the Dawn of the modern era, *African Archaeological Review*, 32/2: 179-232.
- Mauny R.** (1951a), Enquête sur les nom des métaux dans les langues africaines, *Notes Africaines*, 50 : 57-58.
- Mauny R.** (1951b), Un âge du cuivre au Sahara occidental? *Bulletin de l'Institut Français d'Afrique Noire*, 13 : 168-180.
- Mauny R.** (1952), Essai sur l'histoire des métaux en Afrique Occidentale, *Bulletin de l'Institut Français d'Afrique Noire*, 15 : 545-595.
- Mauny R.** (1953), Découverte d'un atelier de fonte du cuivre à Marandet (Niger). *Notes africaines*, 58: 52-57.
- Mauny R.** (1954), *Mission dans l'Adrar de Mauritanie, 16 janvier - 15 février 1954*, carnet de terrain, non publié, accessible par <http://transcrire.huma-num.fr/collections/show/4>
- Mauny R.** (1955), Pointes de flèche et armes en cuivre mauritaniennes, *Bulletin de Liaison Saharienne*, 21 : 113-116.
- Mauny R.** (1961), Tableau géographique de l'Ouest africain au Moyen Age, d'après les sources écrites, la tradition et l'archéologie, *Annales, Economies, Sociétés, Civilisation*, 17-6 : 1231-1235.
- Mauny R.** (1967), Datation au ¹⁴C des sites de l'Ouest africain de l'âge du Fer. In, Hugot H.J. (éd.), *Actes du VIe congrès Panafricain de Préhistoire et d'Etude du Quaternaire* : 531-539. Chambéry: Les imprimeries réunies de Chambéry.
- Mauny R. et Hallemans J.** (1957), Préhistoire et protohistoire de la région d'Akjoujt (Mauritanie), *comptes-rendus du IIF congrès panafricain de Préhistoire* : 122-146. Levingston.
- Mauny R.** (1974-75), Contribution à la protohistoire du Sahara occidental : tombes à monolithes, chars rupestres, mines et matériel de cuivre, *Almogaren* 5-6 : 165-176.
- Mauny R.** (1961), Tableau géographique de l'Ouest africain au Moyen Age, d'après les sources écrites, la tradition et l'archéologie, *Annales, Economies, Sociétés, Civilisation*, 17-6 : 1231-1235.
- Mauny R.** (1967), Datation au ¹⁴C des sites de l'Ouest africain de l'âge du Fer. In: Hugot H.J. (éd.), *Actes du VIe congrès Panafricain de Préhistoire et d'Etude du Quaternaire*. Chambéry: Les imprimeries réunies de Chambéry.
- McIntosh S.K.** (1995), *Excavations at Jenne-jeno, Hambarketolo and Kaniana: the 1981 season (University of California Monographs in Anthropology)*. Berkeley: University of California Press.
- McIntosh R.J., McIntosh, S.K. et Bocum H.** (eds.) (2016), *The Search for Takrur: Archaeological Excavations and Reconnaissance along the Middle Senegal Valley*, New Haven: Department of Anthropology and The Peabody Museum: Yale University Publications in Anthropology.
- Moreau R.** (1970), Le site de Lemdena au Quaternaire récent, *Bulletin ASEQUA*, 27-28 : 29-38.
- Park D.** (2011), *Climate change, human response and the origins of urbanism at Timbuktu*. Ph. D. Thesis, Yale University, Dept. Anthroology.
- Ould Mohamed Kaber N.** (2008), *Le patrimoine culturel de la région d'Akjoujt et les perspectives de valorisation*. Rapport IMRS, Nouakchott.
- Rice P.M.** (2015), *Pottery analysis: a sourcebook*. University of Chicago Press
- Vernet R.** (1986), *La Mauritanie des origines au début de l'histoire*. Nouakchott : Centre culturel Français A. de St Exupéry.
- Vernet R., Barthily M.S., Khattar M.O., Cluzel Ch., Ott J.M., Beckouche S., Caruba R., Delarozière M.F. et Evin J.** (1992), *Les sites Néolithiques de Khatt Lemaiteg (Amatlich) en Mauritanie occidentale*, Meudon : CMA
- Vernet R.** (1993a), Préhistoire des bassins affluents de la rive gauche du fleuve Niger. In : Roume E. (éd.), *Vallée du Niger* : 63-74. Paris : Edition de la Réunion des Musées Nationaux.
- Vernet R.** (1993b), *Préhistoire de la Mauritanie*. Nouakchott : éditions Sépia.
- Vernet R.** (2010), Un siècle de préhistoire en Mauritanie occidentale, *Les nouvelles de l'archéologie*, 120-121 : 122-128.
- Vernet R.** (2012), Le Chalcolithique de Mauritanie (3000-2500 cal. B.P.). Etat de la question, *Sahara* 23 : 7-28.
- Vernet R.** (2014), Les marges préhistoriques du nord-est de la Mauritanie: le Tiris et le Zemmour, *Cahiers de l'AARS* 17 : 185-223.