

Programme_CUPRUM_Mauritanie_Rapport d'activités 5 ème campagne de recherche -2020

Antoine Courcier, Ethamne Dadi

▶ **To cite this version:**

Antoine Courcier, Ethamne Dadi. Programme_CUPRUM_Mauritanie_Rapport d'activités 5 ème campagne de recherche -2020. [Rapport de recherche] UMR 5608 TRACES, SRA, Région Occitane. 2020. halshs-03774628

HAL Id: halshs-03774628
https://shs.hal.science/halshs-03774628

Submitted on 21 Sep 2022

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

« ***CU**ivre : **PR**oduction et **U**sages à l'Holocène en **M**auritanie* »

CUPRUM - *Dynamiques !*

Rapport d'activités
5ème campagne de recherche
- 2020 -

Antoine **Courcier**

membre associé IRAMAT-CEB, CNRS, UMR 5060

Ethamne **Dadi Essaid**

archéologue, l'Institut Mauritanien de Recherche et de Formation en matière de Patrimoine

Sommaire

Remerciements **4**
Introduction **5**

I] Résultats et avancées **6**
I.1) Contribuer à la politique de partenariat tripartite France-Mauritanie-Maroc 6
I.1.1) Communication au CJB 6
I.1.2) Expertise archéométallurgique à Tamdult, Maroc, Sud de l'Atlas 7
I.1.2.a) *Contexte* 7
I.1.2.b) *Résultats* 8
1- Potentiel métallifère et recherche des sites extractifs 8
2- Le site métallurgique de Tamdult 13
I.1.3) Encadrement et formation d'un étudiant marocain dans le cadre d'un master 19
I.1.4) Avancées et apports 19
I.2) Valoriser les recherches précédentes en Mauritanie 20
I.2.1) article de synthèse 20
I.2.2) analyses archéométallurgiques au laboratoire IRAMAT-CEB 20
I.3) préparer de façon proactive la mission 2021 22
I.3.1) Maintien et entretien des relations avec les partenaires du projet en Mauritanie 22
I.3.2) Etablir des conventions avec partenaires mauritaniens et les compagnies minières 22
I.3.3) Etablir la prochaine équipe 22

II) Perspectives **23**
II.1) recherches de terrain 23
II.2) Etudes spécifiques 26
II.3) Formations d'étudiants 26
II.4) Valorisation 27

III) Etat des frais au 12/10/2020 et prévisionnel au 31/12/2020 **28**

Liste des figures

Fig. 1 : Routes du commerce transsaharien et localisation du site de Tamdult situé dans l'anti-Atlas, au niveau de la vallée moyenne du Draa, dans la province de Tata, à proximité de la ville d'Akka. (Nixon et al., 2017).

Fig. 2 : Vue par image satellite (12×8 km) du site de Tell Tamdult et des kasbah locale (lignes rouges).

Fig. 3 : carte de localisation des gisements polymétalliques (Cu, Au, AG, et Pb) et de leur distance par rapport au site de Tamdult (cartes dressées à partir des données publiques du ministère de l'énergie, des mines et de l'environnement marocain)..

Fig. 4 : Site extractif ancien (période islamique ?) au niveau du gisement de Bou Tafat : a) vue en direction du sud-ouest du long travers-banc, b) puits d'accès partiellement comblé, c) trace d'impacts de pic métallique liée à l'extraction au niveau du filon de galène argentifère, c) entrée du boyau à l'extrémité méridionale du travers-banc.

Fig. 5 : vue en direction du Sud, de l'exploitation ancienne de Tagoudent en contrebas d'une falaise de 17 m. Le site d'extraction suit la faille abritant la minéralisation de galène argentifère. L'entrée des puits d'accès témoigne d'un travail d'élargissement au pic (période islamique ?) des orifices originellement ovoïdes (période préhistorique ?)..

Fig. 6 : Vue en direction de l'Ouest des sites extractifs de l'Adrar Zuggwar. Alignés au niveau d'une falaise, les sites sont caractérisée par des cavités formées par une succession d'alvéoles d'abattage au feu (période préhistorique ?), retaillées ré-exploités au pic métallique (période islamique ?).

Fig. 7 : carte topographique localisant les amas de scories issues des deux métallurgies pratiquées à Tamdult (cuivre et argent). Les amas sont orientés en direction des sources d'approvisionnement.

Fig. 8 : carte de localisation de détail des indices métallurgiques aux abords immédiats de Tamdult, des possibles axes de circulation des matières premières métallifères, et des structures liées à l'approvisionnement en eau.

Fig. 9 : Sondage 19, vue de la délimitation progressive des parois des fours métallurgiques F.1 et F.2, depuis le mur Ouest de la réserve d'eau.

Fig. 10 : Sondage 19, vue en direction du sud-est du four métallurgique F.3. Il ne subsiste que les parois et la sole du four.

Fig. 11 : proposition de schéma des différents procédés, indirects (1 et 2) et direct (3), pour l'obtention d'argent à partir de galène argentifère (selon Baron, 2005).

Fig. 12 : Cartes localisant la Mauritanie en Afrique et la région de l'Inchiri en Mauritanie.

Fig. 13 : cartes précisant la localisation des concessions minières exploitées par les compagnies MCM, Algold et Kinross-Tasiast en Mauritanie. 1 : Localisation à l'échelle de la Mauritanie, 2 : localisation à l'échelle de la région de l'Inchiri.

Fig. 14 : Carte du nord-ouest de la région de l'Inchiri précisant la localisation des trois compagnies minières et des grands ensembles topographiques.

Fig. 15 : carte de détail de la zone d'Akjoujt. Dans le rayon initial des recherches du précédent quadriennal (80 km autour d'Akjoujt), des fouilles seront menées sur le site de *Mewkie Enahr* (a) et au niveau de la mine Z6M5c (c) et des études spécifiques (géomorphologie et paléoenvironnement) seront pratiquées le long des cordons dunaires de l'Akchar, Dkhaina et Amatlich (b et d).

Fig. 16 : carte précisant les limites de la concession minière de Kinross-Tasiast et les zones où furent retrouvés des indices de métallurgie préhistoriques. Au milieu de la zone 1, Bathily signale plusieurs fours métallurgiques le long du khatt El 'Ogol. Au nord de la zone 2, deux sites (site 1 : 20.514642°, -15.496940 ; site 2 : 20.520915°, -15.496040°) ont récemment été découverts lors d'une mission de l'IMRFP. Ce deux sites présentent des indices métallurgiques (minerais, scories, parois de four métallurgiques)

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 et du Développement International pour son soutien scientifique et financier au projet franco-mauritanien CUPRUM.

Je présente mes plus chaleureux remerciements à Monsieur l'Ambassadeur de France, Robert Moulie et Monsieur le Conseiller de Coopération et d'Action Culturelle, Pierre-Yves Bertrand, Monsieur l'attaché de coopération, et 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 au projet franco-mauritanien CUPRUM et l'octroi de l'autorisation de fouille pour cette première campagne. Je remercie plus particulièrement monsieur Nami Mohamed Kaber Salihy pour ses précieux conseils et son aide pour le projet.

Cette cinquième mission du projet CUPRUM n'aurait pas vu le jour sans l'aide de Monsieur Youba Ould Cheikna, directeur 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 John Dean, 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 Robert Longley, Mohamed Abdoullah Ould Bagga, Sidi Mohamed Malik, Mohamed Nour Mohamed Abdallahi, Craig Landman 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 première campagne.

Je tiens aussi à témoigner toute ma gratitude et mes remerciements à mes collègues du laboratoire de l'IRMAT-CEB, de l'université d'Orléans. Je remercie toute l'équipe du laboratoire et plus particulièrement Sylvia Nieto-Pelletier et Guillaume Sarah, directeurs adjoints du laboratoire, Blet-Lemarquand Maryse et Bernard Gratuze pour leur aide, leurs très précieux conseils et leur soutien pour ce projet.

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.

Mes remerciements s'adressent également à Zayed El Edhane Ould Vall Emou, wali de la région de l'Inchiri pour son soutien au projet et son aide pour la sécurisation de l'équipe dans cette troisième campagne.

Je remercie monsieur le maire de la commune d'Akjoujt, M'Hamed Ould Kerkoub pour son accueil dans leur commune et son appui au bon déroulement de cette mission et aux perspectives du projet.

Enfin, je présente mes plus chaleureux remerciements à mes collègues mauritaniens. Je remercie Ethmane Essaid, Mohamed Bechiri, Youssef Dedi, Mamadou Kane, Nami Salihy.

.

Introduction

Ce rapport d'activités scientifiques décrit une année particulière au niveau des recherches en raison de la situation sanitaire et de ses conséquences induites. Une mission de terrain, répondant à une expertise archéométallurgique, au Sud du Maroc a pu être réalisée au cours du premier trimestre 2020.

Au-delà de mars 2020, toute recherche de terrain a été suspendu en raison de la situation sanitaire. Le CNRS et l'université d'Orléans ont interdit aux chercheur toute sortie du territoire français. Les autorités mauritaniennes ont fermé les frontières à compter d'avril 2020. La mission de terrain en Mauritanie envisagée pour mai-juin 2020 n'a pu être réalisée.

Avec l'ensemble de l'équipe du laboratoire IRAMAT-CEB et les membres de la commission des fouilles du Ministère de l'Europe et des Affaires Etrangères, nous avons ensemble réorienté les objectifs pour cette année particulière. Ce rapport résume les traits saillant de nos recherches.

I] Résultats et avancées

Nous avons visé deux axes principaux de recherche : 1- contribuer à la politique de partenariat tripartite France-Mauritanie, avec le Maroc, 2- valoriser les recherches précédentes en Mauritanie et 3- préparer de façon proactive la mission 2021.

L'un des grands objectifs du programme « CUPRUM -*Dynamiques !* » est de contribuer à la politique de partenariat tripartite France-Mauritanie-Maroc. Un séjour en février 2020 au Maroc, m'a permis d'amorcer cet objectif.

L'annulation de la mission 2020 en Mauritanie, dans le cadre du programme « CUPRUM - *Dynamiques !* », nous a conduit à nous recentrer sur la valorisation des recherches du précédent quadriennal (2016-2019) financé par le MEAE. Avec les collègues des universités d'Oklahoma et de Rice et mon équipe du laboratoire IRAMAT-CEB, nous avons commencé et avancé dans la rédaction de l'article de synthèse qui reprend les résultats du précédent quadriennal. Dans l'objectif de compléter les analyses que nous avons menées en novembre-décembre 2019 aux Etats-Unis, des analyses, sur des artefacts archéologiques liés à la métallurgie et découverts en Mauritanie entre 2016 et 2018, vont être menées au laboratoire IRAMAT-CEB d'octobre à novembre 2020.

Suite à la reconduction du programme en Mauritanie et face à l'annulation de la mission de terrain 2020, avec l'équipe du laboratoire IRAMAT-CEB et des collègues de l'Université d'Orléans nous avons maintenu, entretenus les contacts avec nos partenaires mauritanien et préparer de façon proactive la prochaine mission de terrain en mai-juin 2021.

I.1) Contribuer à la politique de partenariat tripartite France-Mauritanie-Maroc

Mes échanges réguliers avec les collègues de l'Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine (INSAP) et avec Adrien Delmas, directeur du Centre Jacques Berque (CJB) à Rabat, m'a permis de participer à la mission de recherches archéologiques sur le site médiéval de Tamdult, situé dans l'anti-Atlas, au niveau de la vallée moyenne du Draa, dans la province de Tata, à proximité de la ville d'Akka (Figs 1 et 2).

J'ai participé aux recherches de terrain du 28 janvier au 26 février 2020. J'ai été invité au titre d'une expertise archéométallurgiques concernant les industries métallurgiques à Tamdult. Avec mon collègue, Thilo Rehren, enseignant-chercheur au Cyprus Institute, nous avons été missionné pour étudier les chaines opératoires des métallurgies de l'argent et du cuivre et de leur sous-produit(s) (plomb, or ?) à Tamdult, depuis les mines jusqu'aux produits finis en passant par les processus de réduction, enrichissement et séparation.

Dans le cadre de cette mission, en complément à l'allocation octroyée par la commission des fouilles du MEAE, j'ai bénéficié d'un soutient financier de l'INSAP et du CJB.

I.1.1) Communication au CJB

En amont à cette mission à Tamdult, Adrien Delmas m'a invité à présenter les résultats du programme CUPRUM au centre Jacques Berque dans le cadre des séminaires hebdomadaires CJB-INSAP. Le 29 janvier 2020, j'ai présenté aux responsables et chercheurs du CJB, aux responsables, chercheurs et étudiants de l'INSAP une conférence intitulée « *Les premiers mineurs et métallurgistes en Mauritanie à l'Holocène récent* » (http://www.cjb.ma/evenement/les-premiers-mineurs-et-metallurgistes-en-mauritanie-a-lholocene-recent/).

La discussion qui s'en est suivie a permis d'échanger librement avec des chercheurs et des étudiants marocains intéressés à participer et/ou contribuer au projet en Mauritanie. Lors d'une discussion personnelle, M. Abdelouahed Ben-Ncer, directeur de l'INSAP, a souligné l'intérêt scientifique du programme CUPRUM et m'a assuré du soutient de l'INSAP dans le cadre d'un partenariat France-Mauritanie-Maroc.

I.1.2) Expertise archéométallurgique à Tamdult, Maroc, Sud de l'Atlas

I.1.2.a) *Contexte*

Cette mission archéologique se rattache au projet « Jbel Bani ». Il est dirigée par Sam Nixon, conservateur au British Museum et Mabrouk Seghir, enseignant chercheur à l'INSAP.

Le site de Tamdult est une citée fortifiée datant du 9^{e} siècle de notre ère qui joua un rôle politique et économique important dans le réseau de commerce transsaharien. Cette ville de production d'argent est un entrepôt clé sur les premières routes transsahariennes entre Sijilmasa (Maroc) et Awdaghust (Mauritanie), échangeant de l'or, des esclaves et de l'ivoire d'Afrique de l'Ouest contre de l'argent, du cuivre et d'autres produits. Apparemment abandonnée au XIVe siècle, elle connut une réoccupation limitée de la période saadienne (XVIe-XVIIe siècle). (Nixon *et al.*, 2017 à 2020)

Les objectifs de ce projet sont premièrement de comprendre l'architecture, l'organisation et les industries métallurgiques de la ville de Tamdult ; Il s'agit également de saisir la place et l'importance du rôle politique et économique que joue cette ville dans la vallée moyenne du Draa et plus généralement au niveau du commerce transsaharien (*ibidem*). Les recherches de terrain ont commencé en 2018 et se poursuivent actuellement.

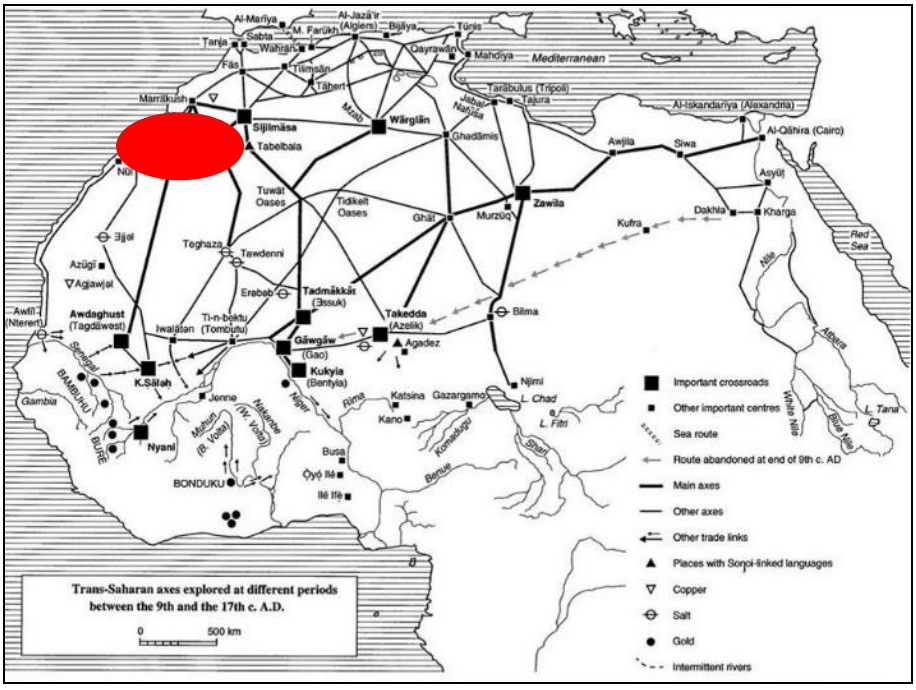


Fig. 1. Routes du commerce transsaharien et localisation du site de Tamdult situé dans l'anti-Atlas, au niveau de la vallée moyenne du Draa, dans la province de Tata, à proximité de la ville d'Akka. (Nixon et al., 2017).

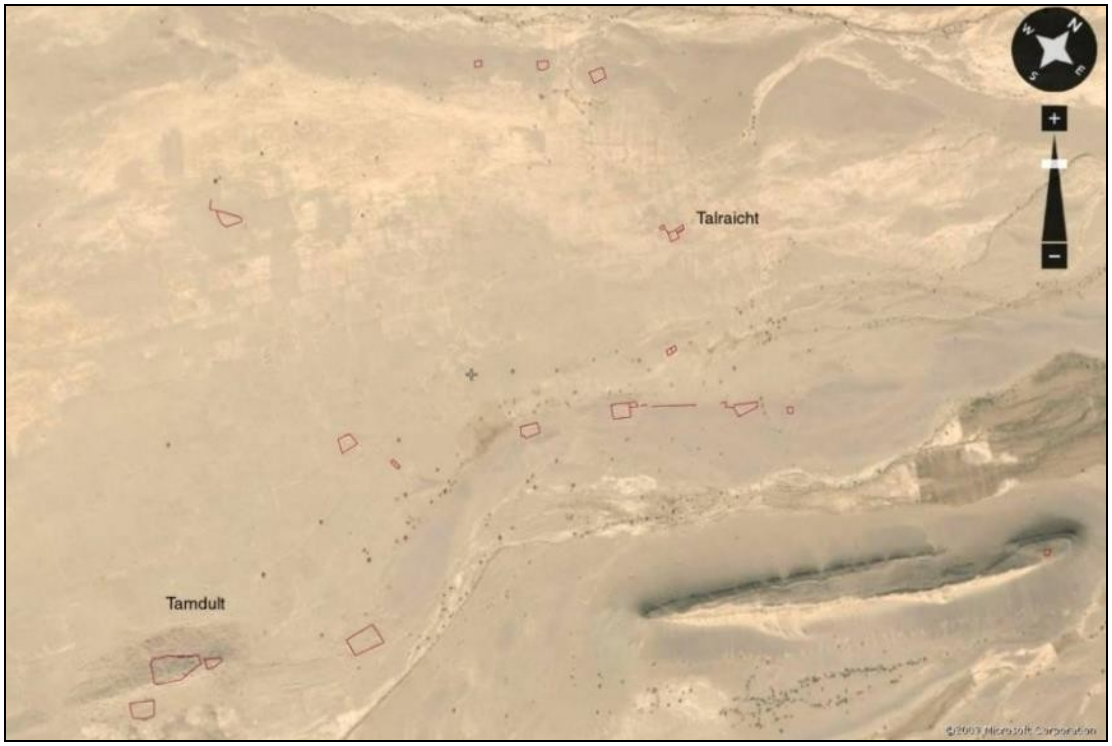


Fig. 2. Vue par image satellite (12×8 km) du site de Tell Tamdult et des kasbah locale (lignes rouges)

I.1.2.b) *Résultats*

Quatre objectifs ont été visés : 1- estimer le potentiel métallifère de la région, 2- amorcer des recherches autour des gisements, 3- rechercher des indices métallurgiques autour de Tamdult et 4- étudier les chaînes opératoires des métallurgies pratiquées au niveau du site. A ces fins, des prospections, sondages et prélèvements ont été réalisés.

1- Potentiel métallifère et recherche des sites extractifs

1.1) Synthèse du potentiel métallifère de la région autour de Tamdult

Avec l'appui des données du ministère de l'énergie, des mines et de l'environnement marocain, les données du BRGM et les enquêtes auprès des communautés locales, une quarantaine de gisements polymétalliques, associant principalement le cuivre, l'argent, l'or et le plomb, ont été découverts. Les minéralisations, d'origine hydrothermales, se retrouvent sous la forme de filon, filonnets, lentilles, cops stratiformes ou stockwerk. Elles sont majoritairement orientées Est, Nord-Est, Sud-Est/Nord-Ouest et sont hébergées dans des roches sédimentaires, souvent métamorphisées, voire dans des intrusions volcaniques associées à du quartzite (schiste, grès, barytine, calcaire, dolomie, gneiss, granite, andésite, rhyolite).

Au regard de cette synthèse, le site métallurgique de Tamdult s'inscrit dans une région à fort potentiel métallifère (**Fig. 3**).

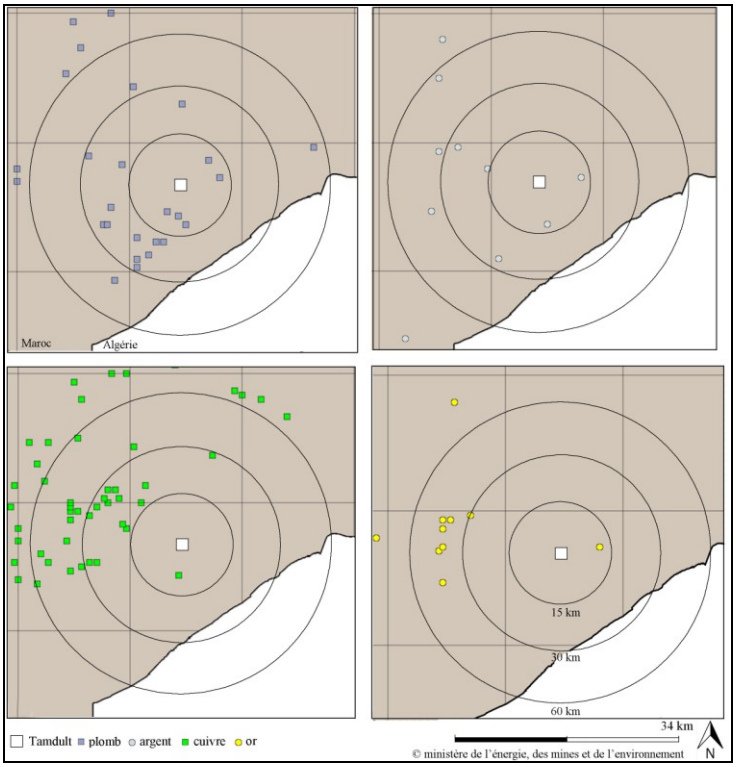


Fig. 3 : carte de localisation des gisements polymétalliques (Cu, Au, AG, et Pb) et de leur distance par rapport au site de Tamdult (cartes dressées à partir des données publiques du ministère de l'énergie, des mines et de l'environnement marocain).

1.2) Les sites extractifs

Une recherche des sites extractifs, à proximité de certains gisements, a été amorcée au cours de cette campagne. Avec l'aide d'un guide local, Mouloud, les prospections ont visé à recenser, géolocaliser et décrire les sites extractifs et à estimer leur(s) période(s) d'exploitation. Les gisements prospectés sont localisés dans la tanagra d'Akka, au Sud de Tamdult, et dans le massif de Kerdous, au Nord du site.

1.2.a) Tanagra d'Akka

Quatre massifs rocheux abritent des sites d'extraction : Jbel Guelliz, Jbel Bou Ouaden (Adanna), Jbel Bani et Adrar Zuggwar.

- *Jbel Guelliz*

A l'Est de Tamdult, le massif de Jbel Guelliz est caractérisé par des minéralisations de cuivre (chalcopyrite, malachite, azurite, chrysocolle) associées à des formations plombifères (anglésite, cérusite). Trois sites extractifs ont été repérés au téléobjectif sur le versant méridional du massif. En raison des difficultés d'accès, l'étude s'est faite à distance aux jumelles. Deux sites sont caractérisés par des cavités qui pourraient résulter d'un abattage au feu, et seraient de ce fait préislamiques. Le troisième site présente une entrée rectangulaire issue d'une extraction, probablement réalisée au pic métallique, et pourrait donc dater de l'époque islamique.

-*Jbel Bou Ouaden (Adanna)*

Situé au Sud du Jbel Guelliz, le massif de Jbel Bou Ouaden est orienté sud-ouest/ nord-est. Caractérisé par des formations de grès, schiste et quartzite, il comprend des filons de plomb argentifères (galène). La minéralisation de type stockwerk est particulièrement riche en argent (plus de 1500 g/T Ag). L'exploitation intensive du massif a conduit à la dénomination « adanna »

(l'endroit creusé, la mine). Une dizaine de gisements sont connus. Nous en avons étudié deux : Bou Tafat et Taladent n'Migakhassen.

Au Nord du massif, sur le versant occidental, nos recherches ont permis de localiser des travaux miniers récents et des sites extractifs anciens au niveau du gisement de Bou Tafat. La minéralisation de galène argentifère, sous la forme de stockwerk, est hébergée dans du schiste et grès et orientée sud-ouest/nord-est.

Deux galeries datant des années 1960 ont été identifiées. Au Sud de ces travaux modernes plusieurs sites extractifs anciens ont été découverts. Un travers-banc de 22m de long, comporte au niveau du mur septentrional un puits d'accès partiellement comblé (Fig. 4, n°a et b). A son extrémité, une entrée, large de 55 cm, se poursuit par un boyau plongeant Sud sur 5 m de profondeur puis sub-horizontal sur 103 m selon une direction sud-ouest/nord-est. L'extraction suit la minéralisation de plomb-argentifère d'une puissante de 47 cm (Fig. 4, n°d**)**. Au niveau de ce stockwerk, plusieurs traces d'impact de pic en métal ont été identifiés sur la roche encaissante (Fig. 4, n°c**).** L'ensemble de ce site semble dater de la période médiévale. A 230 m au sud-est de ce site, un talweg habite une quinzaine de cavités formées d'alvéoles résultant d'un abatage au feu. Ces sites présentent des traces d'exploitation plus ancien que le précédent et pourrait remonter à la Préhistoire. Cette hypothèse pose la question de la substance extraire. Ce secteur nécessite une étude approfondie.



Fig. 4 : Site extractif ancien (période islamique ?) au niveau du gisement de Bou Tafat : a) vue en direction du sud-ouest du long travers-banc, b) puits d'accès partiellement comblé, c) trace d'impacts de pic métallique liée à l'extraction au niveau du filon de galène argentifère, c) entrée du boyau à l'extrémité méridionale du travers-banc.

A l'extrémité Sud du massif, sur le versant septentrional, de nombreux travaux miniers ont été repérés au niveau du secteur de Taladent n'Migakhassen. Il s'agit de tranchées test remontant aux années 1950-1960. Une galerie, longue de 90 m et caractérisée par deux puits d'accès, a également été identifiée et date de cette même époque. L'étude du travers-banc qui précède la gallérie permet de suggérer une exploitation plus ancienne par abattage au pic en métal. Cette partie pourrait remonter à l'époque islamique. Un sondage au pied d'une paroi pourrait permettre de trouver du matériel et confirmer cette hypothèse.

-Jbel Bani (Agouni n'Bou Gjouf)

Littéralement « la montagne des mineurs », le massif de Jbel Bani comporte un gisement de galène argentifère sur son versant septentrional au sein d'un encaissant constitué de quartzite, grès, schiste et d'intrusions basaltiques.

Les travaux les plus récents remontent à une vingtaine d'années. L'étude de la zone des travaux miniers a permis de mettre au jour au Nord un secteur présentant des indices d'exploitation anciens. Le site d'extraction exploite une faille orientée Est-Ouest qui hébergeant la minéralisation plomb-argent dans un encaissant majoritairement de quartzite et grès (**Fig. 5**). L'entrée des puits d'accès était probablement ovoïde, suite à l'exploitation à l'abattage au feu. Cette caractéristique suggère une exploitation préislamique, vraisemblablement préhistorique. Cette hypothèse est renforcée par la découverte d'un site de cette période en contrebas de cette mine (voir rapport de Y. Bokbot). Les entrées de la mine ont été élargies et retaillées au pic métallique. La forme rectangulaire suggère une exploitation postérieure, probablement d'époque islamique.

Plusieurs fragments de minerais ont été prélevés au cours de cette prospection.

Ce secteur d'exploitation présente un potentiel archéologique pour la compréhension des techniques d'extraction ancienne. Une étude détaillée permettrait d'assurer la chronologie d'exploitation de ce site.



Fig. 5 : vue en direction du Sud, de l'exploitation ancienne de Tagoudent en contrebas d'une falaise de 17 m. Le site d'extraction suit la faille abritant la minéralisation de galène argentifère. L'entrée des puits d'accès témoigne d'un travail d'élargissement au pic (période islamique ?) des orifices originellement ovoïdes (période préhistorique ?).

- Adrar Zuggwar (Agmamou)

Au sud-ouest de Tamdult, dans la vallée de l'oued Ougniamou, le massif d'Adrar Zuggwar (la montagne rouge) est caractérisé par des minéralisations de plomb argentifère associées à du fer (hématite, goéthite) et du cuivre (malachite, azurite) dans un encaissant de grès, schiste et calcaire.

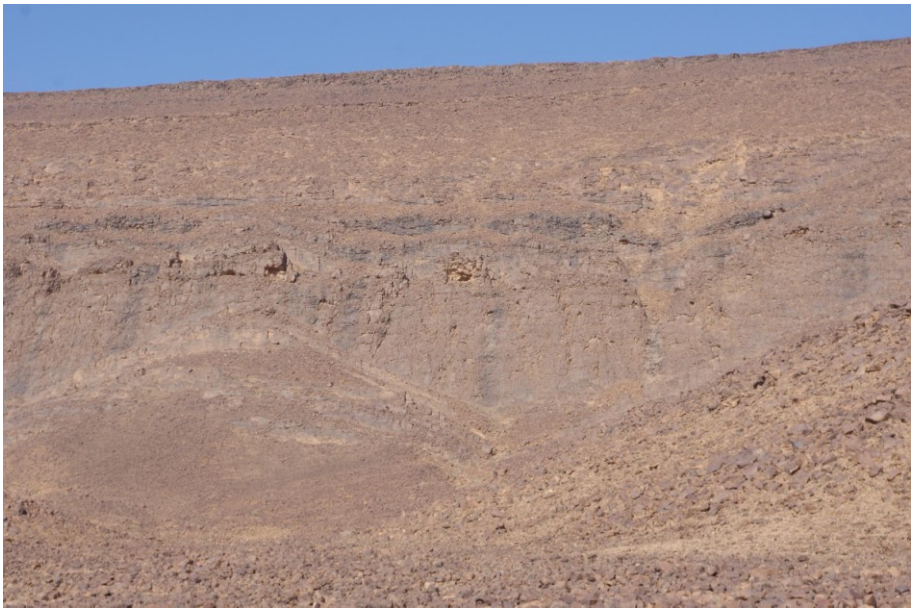


Fig. 6 : Vue en direction de l'Ouest des sites extractifs de l'Adrar Zuggwar. Alignés au niveau d'une falaise, les sites sont caractérisée par des cavités formées par une succession d'alvéoles d'abattage au feu (période préhistorique ?), retaillées eré-exploités au pic métallique (période islamique ?).

Le versant occidental a été exploité dans les années 1960-1962 par une compagnie italienne. Le versant oriental présente quant à lui des exploitations plus anciennes. Certains sites d'extraction sont caractérisés par des petites cavités formées par une succession d'alvéoles d'abattage au feu (**Fig. 6**). Elles pourraient remonter à la Préhistoire et exploiteraient probablement le cuivre. Quelques-unes présentent des impacts de pic en métal suggérant une ré-exploitation plus récente, peut-être islamique. Il s'agirait d'exploitations de galène argentifère. Une prospection systématique de la région et de vallée de l'oued Ougniamou permettrait de confirmer les périodes d'occupation de cette zone.

1.2.b) Massif de Kerdous

Cette région comprend une vingtaine de gisements polymétalliques dont la substance principale est le cuivre. Nos recherches se sont focalisées sur deux d'entre eux : Isseguine et Ouanas.

Au Nord de Tamdult, au nord-ouest d'Imitek, plusieurs sites d'extraction miniers ont été repérés au téléobjectif et aux jumelles. La difficulté d'accès n'a pas permis de mener une étude détaillée. Ils présentent des formes ovoïdes suggérant une extraction par abattage au feu remontant probablement à la Préhistoire.

Au niveau du gisement d'Isseguine, caractérisé par des minéralisations cuprifères (malachite, covellite, chalcocite) associées à de l'hématite et de la pyrite dans un encaissant de schiste et quartzite, des fronts de taille ont été identifiés. Les traces d'extraction suggèrent une exploitation au pic métallique qui pourrait dater de l'époque islamique.

Des travaux récents ont été identifiés sur le gisement d'Ouanas (Wanas). Ce gisement, caractérisé par des minéralisations de cuivre (malachite, azurite, chalcocite, chrysocolle) associé à du fer (hématite, goéthite) dans un encaissant de grès, schiste et dolomie, présenterai plusieurs sites d'extraction anciens. Nos recherches ne sont pas parvenues à localiser la zone de cette ancienne exploitation.

1.3) Sites extractifs : perspectives

La région autour de Tamdult est caractérisée par de nombreux sites extractifs remontant, pour certains à la Préhistoire, et exploité probablement au cours de la période islamique. Il conviendrait de mener des prospections systématiques et exhaustives à proximité des gisements et affleurements métallifères afin de les étudier, et tenter de les dater. Ces recherches permettraient également de réaliser des prélèvements représentatifs, au niveau des différentes veines minéralisées pour chacun des gisements. Une carte géochimique pourrait être ainsi dressée. Ce type de recherche nécessite une petite équipe mobile et un camp itinérant.

L'établissement d'un SIG permettrait de confronter les données géologiques et métallogéniques avec les informations archéologiques. Cet outil permettant de croiser ces données les hypothèses de recherches pourraient être ainsi éprouvées.

Certains sites extractifs, comme celui de Tagoudent présentent un potentiel archéologique important pour la compréhension des procédés extractifs dans un cadre diachronique. Les fouilles d'un site apporteraient des informations complémentaires à celles obtenues par les prospections et pourraient être confrontées aux données de la métallurgie issues des fouilles du site de Tamdult.

2] Le site métallurgique de Tamdult

Le site de Tamdult est caractérisé par de nombreux indices métallurgiques : fragments de minerais, creusets, parois de fours, amas de scories et objets en métal. Ils témoignent de deux métallurgies : cuivre et argent. Des prospections et des sondages permettent aujourd'hui de mieux comprendre ces métallurgies.

2.1) Prospections dans la vallée et aux abords de Tamdult

Des prospections ont été menées dans un rayon de 5 km autour du site. Elles complètent les recherches précédemment menées. Sur la base notre prospection, la limite des indices métallurgiques a été établie : elle n'excède pas 2,3 km autour du site. L'étude et la géolocalisation exhaustive des amas de scories (crassiers) mettent en évidences des zones de concentration pour chacune des deux métallurgies. Les crassiers où sont concentrés des scories liées à la métallurgie du cuivre sont orientés vers le nord-ouest. Les amas de scories issues de la métallurgie de l'argent sont principalement localisés dans trois directions : Nord, Sud et sud-est (**Fig. 7**).

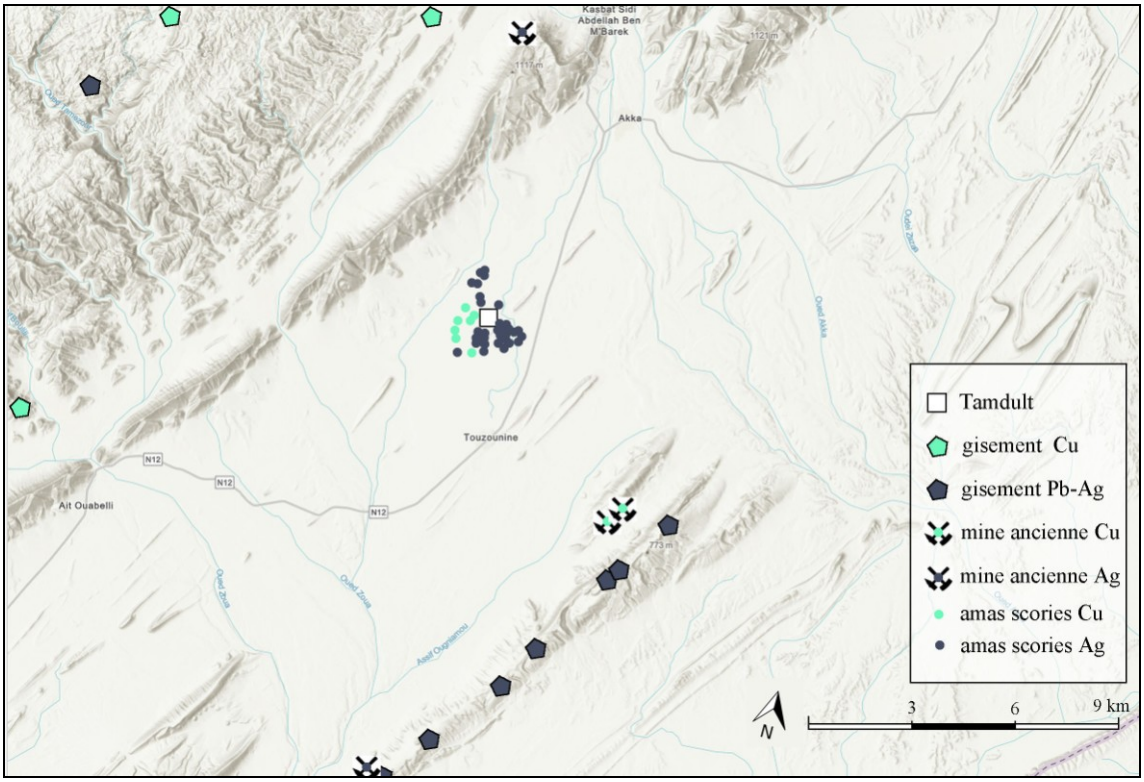


Fig. 7 : carte topographique localisant les amas de scories issues des deux métallurgies pratiquées à Tamdult (cuivre et argent). Les amas sont orientés en direction des sources d'approvisionnement.

La géolocalisation des amas de scories met en évidence leur corrélation avec la direction des sources de matières premières métallifères. Les amas de scories associées à la métallurgie du cuivre sont orientés vers le nord-ouest en direction du massif de Kerdous où sont majoritairement localisés les gisements cuprifères (**Figs. 7 & 8**). Les amas de scories liées à la métallurgie de l'argent pointent en direction du Nord du Jbel Bani et en direction du Jbel Bou Ouaden où se concentrent les gisements argentifères (**Figs. 7 & 8**).

La répartition des amas de scories pose la question des axes de passage et en particulier l'accès aux gisements septentrionaux. Les gorges d'Amia et d'Ait Ouabelli peuvent être envisagées comme axes de circulation privilégiés (**Figs. 7 & 8**).

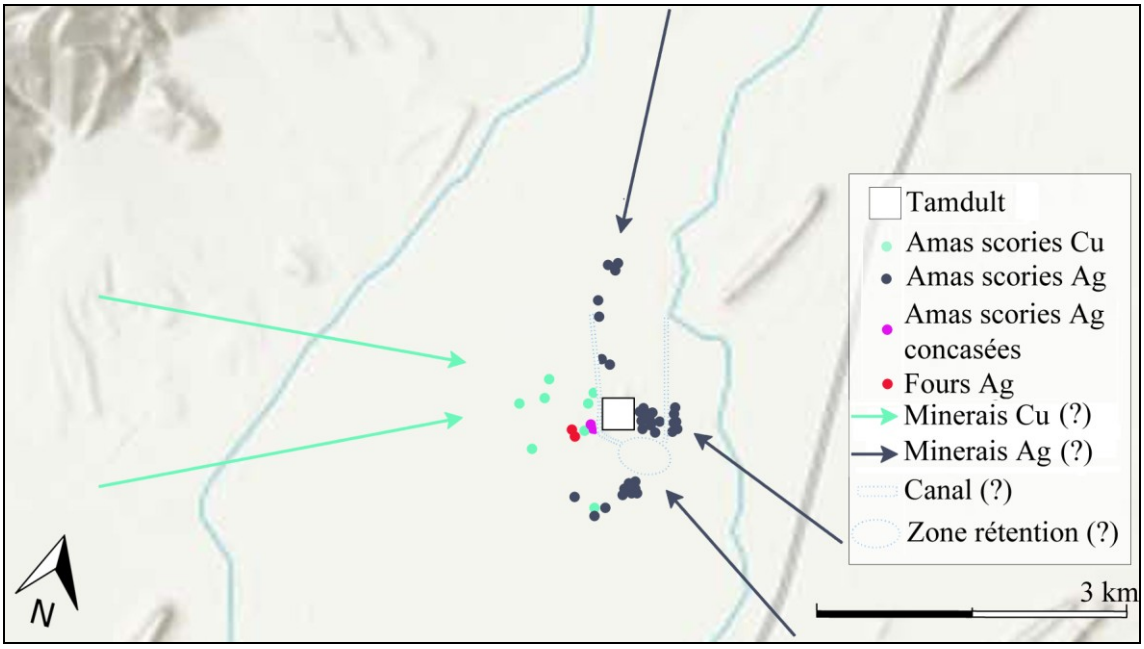


Fig. 8 : carte de localisation de détail des indices métallurgiques aux abords immédiats de Tamdult, des possibles axes de circulation des matières premières métallifères, et des structures liées à l'approvisionnement en eau.

La pratique de l'enrichissement des minerais nécessite de l'eau ; il s'agit de l'étape ultime de séparation minéralogique visant à extraire le stérile (roche encaissante) pour ne conserver que le minerai (substance utile Ag et/ou Cu).

Les recherches permettent d'envisager une conduite forcée de l'Oued méridional au Nord du site (Fig. 8). De même, un second canal d'approvisionnement a été probablement identifié à l'Ouest du site. Il serait destiné à amener l'eau depuis l'oued septentrional. La répartition spatiale des amas de scories semble confirmer ces hypothèses. Des zones dépourvues de matériel et d'indices métallurgiques coïncident avec le tracé hypothétique de ces deux conduites forcées (**Fig. 8**).

Une vaste aire au sud-est de Tamdult, comprise entre deux zones d'amas de scorie, est également dépourvue de matériel archéologique. L'étude topographique a permis de mettre en évidence une dépression à ce niveau. Il pourrait donc s'agir d'une zone de rétention d'eau destinée à collecter les eaux apportées par les deux conduites forcées (**Fig. 8**).

Nos recherches ont mis en évidence une concentration des activités métallurgiques dans le secteur autour de cette zone de rétention d'eau. La présence de cette ressource est favorable à l'enrichissement des minerais et à l'obtention d'un concentré qui sera réduit dans des fours, situés à l'Ouest (voir détail ci après). Les scories issues de cette réduction sont ensuite concassées à proximité des fours. Une nouvelle étape de séparation est réalisée afin d'éliminer le stérile (scorie) et de retenir le demi-produit métallique (plomb d'œuvre et/ou matte de cuivre). Cette séparation nécessite de nouveau de l'eau. La proximité des amas de scories concassées avec la zone hypothétique de rétention d'eau semble de ce fait faire sens.

Les prospections dans la vallée et aux abords immédiats de Tamdult ont permis d'esquisser le début d'une répartition spatiale d'une partie des chaînes opératoires des métallurgies pratiquées sur le site.

2.2) Sondage 19 (ancien sondage 6)

Au sud-ouest de Tamdult, un sondage (n°6), attenant aux murs Sud et Ouest d'un bâtiment identifié comme un réservoir d'eau, avait été réalisé en 2018. Il avait révélé une forte concentration

d'indices métallurgiques partiellement interprétés. Au cours de cette campagne, nous nous sommes attachés à ré-ouvrir ce sondage afin de mieux comprendre ces indices et d'atteindre le sol vierge.

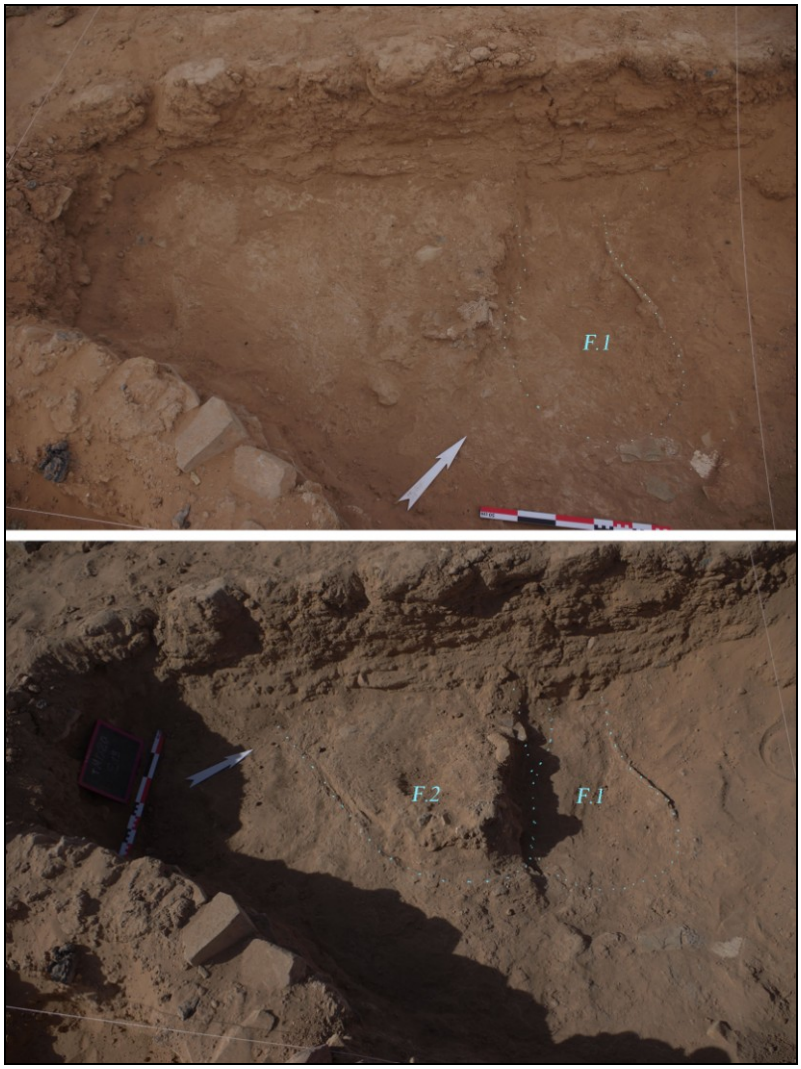


Fig. 9 : Sondage 19, vue de la délimitation progressive des parois des fours métallurgiques F.1 et F.2, depuis le mur Ouest de la réserve d'eau.

En dépit des fouilles menées en 2018, nous sommes parvenus à délimiter les deux fours. Le premier, *F.1*, est piriforme et large de 47cm pour 54 cm de long. L'épaisseur des parois est comprise entre 50 et 55 mm. Le second four est ovoïde et mesure 60 cm de large et 82 cm de long, avec 40 à 45 mm d'épaisseur pour ses parois (**Fig. 9**). Les indices métallurgiques en surface n'étaient plus en connexion avec les structures suite à la fouille 2018. Une masse importante métallique gris-bleutée a été découverte. On l'interprète comme un produit intermédiaire de la métallurgie de l'argent : le plomb d'œuvre. Ce produit et un fragment de creuset tronconique permettent de suggérer qu'il s'agit de fours de réduction de galène argentifère selon le procédé direct (**Fig. 11**). La réduction dans des creusets tronconiques semble être la pratique en usage à Tamdult. De très nombreux fragments typologiquement similaires ont été découverts sur le site. Ils ne diffèrent qu'au niveau de leur épaisseur et dégraissant. La raison de ces variations n'a pas été établie et nécessite une étude plus approfondie.

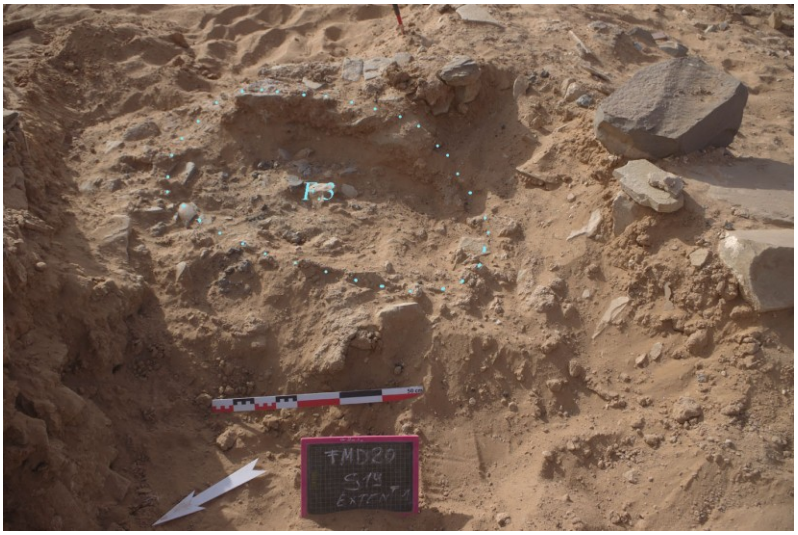


Fig. 10 : Sondage 19, vue en direction du sud-est du four métallurgique F.3. Il ne subsiste que les parois et la sole du four.

La reprise du sondage 6, au niveau du secteur attenant au mur Sud de la réserve d'eau, a révélé une destruction complète des structures pyrométallurgiques. Seule une petite partie à l'extrémité orientale de ce secteur n'a pas été affectée. Elle a permis de mener une étude stratigraphique des structures en place. Un large four ovoïde, long de 1.12 m et large de 48 cm, a été identifié (**Fig. 10**). Son étude a permis de compléter les informations relatives à la construction des fours. Ils sont réalisés en terre crue. Les dimensions des parois oscillent entre 40 et 75 mm. Dans certains cas (*F.3*) le mur du four est renforcé par deux assises de pierre maçonnée. Les effondrements des parois suggèrent une hauteur d'au moins 25 à 32 cm. La sole des fours est constituée de pierres de dallage et de tessons de céramiques. La découverte d'une masse de plomb d'œuvre à l'intérieur du F.3 permet de supposer qu'il s'agit d'un four de réduction directe de galène argentifère.

Un quatrième four, détruit à 80%, a été découvert au nord-ouest du *F.3*, dans le même niveau stratigraphique que le F.3. Il présentait également une orientation similaire Nord-Sud. Situé sous le mur Sud de la réserve d'eau, ce four, et a fortiori le four F.3, serait donc antérieur à la citerne.

D'un point de vue stratigraphique, les fours *F.1* et *F.2* sont plus anciens que les *F.3* et *F.4*. De même, l'orientation des deux premiers est Est-Ouest tandis que les *F.3* et *F.4* sont orientés Nord-Sud. Si la zone semble avoir été consacrée pendant un certain temps à la métallurgie de réduction de la galène argentifère, les pratiques semblent avoir variées au cours du temps.

2.3) Questions relatives à la métallurgie à Tamdult

Les recherches menées lors de cette campagne soulèvent plus de questions que de réponse. La métallurgie principale pratiquée à Tamdult est celle de l'argent. Une métallurgie secondaire liée au cuivre semble également avoir été réalisée.

Des minerais de galène argentifère, contenant probablement un peu de cuivre, sont traités à Tamdult. Nous supposons qu'une phase d'enrichissement est pratiquée à proximité de la zone hypothétique de rétention d'eau au Sud-Est du site. Le concentré est semble-t-il réduit par voie directe dans des structures pyrométallurgiques, ovoïdes voire piriformes. En l'état actuel des recherches, ces structures ne comportent pas de ventilation forcée, comme les tuyères. La réduction permet de fabriquer un produit intermédiaire : le plomb d'œuvre (**Fig. 11**). De très nombreux blocs de plomb d'œuvre ont été trouvés sur le site. Les raisons de l'abandon de cette masse métallique utile restent actuellement inconnues.

Les scories produites par la réduction de la galène argentifère semblent avoir été, en partie du moins, concassées puis avoir suivi une phase de concentration. Il pourrait s'agir d'étapes liées à une métallurgie secondaire visant probablement à extraire le cuivre, contenu dans les minerais et réduit au cours de la réduction de la galène argentifère. La stratégie visée consiste à exploiter au maximum les ressources de cette matière première métallifère. Cette hypothèse suggère un tri, réalisé en amont, des différents types de minerais argentifères en mettant de côté ceux qui sont riches en cuivre.

La masse de produit intermédiaire, le plomb d'œuvre, doit ensuite être soumis à la coupellation afin d'extraire l'argent du plomb qui est évacué sous forme de litharge. En l'état actuel des recherches de terrain, cette étape n'a pas encore été illustrée. A l'issue de la coupellation, un demi-produit d'argent est obtenu. Quelques fragments ont été découverts en surface du site.

L'argent obtenu est ensuite fondu dans des moules, dont des moules monétaires. De nombreux fragments de moules monétaires ont été découverts sur le site. Par contre, les structures liées à la fonte de l'argent restent encore aujourd'hui inconnues. Une production d'ornement en argent semble également avoir été pratiquée à Tamdult. Elle n'est toutefois illustrée qu'au travers de quelques objets découverts fortuitement en surface.

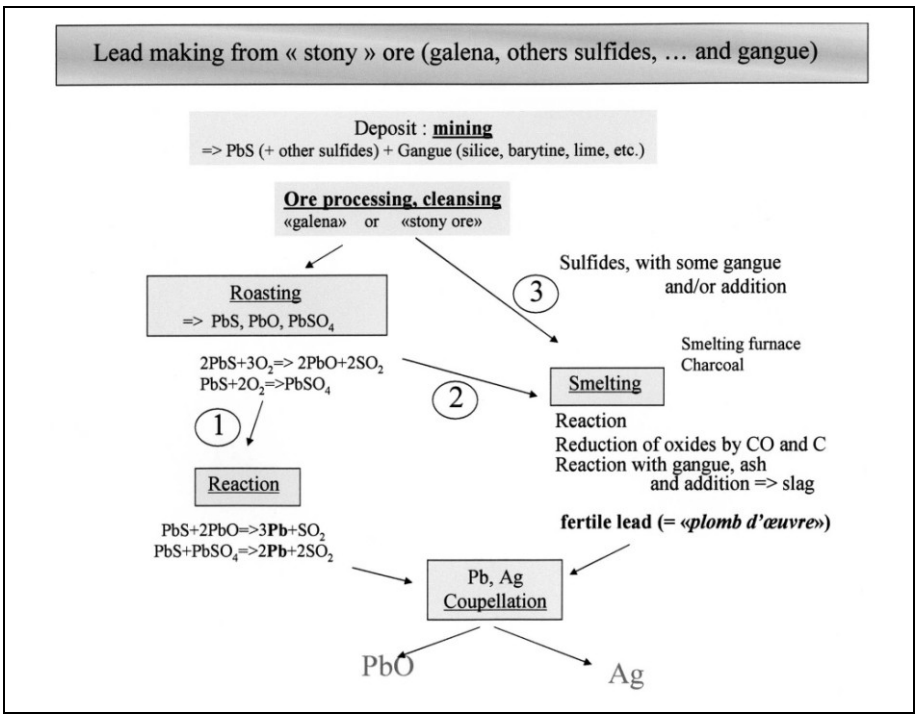


Fig. 11 : proposition de schéma des différents procédés, indirects (1 et 2) et direct (3), pour l'obtention d'argent à partir de galène argentifère (selon Baron, 2005).

Si une métallurgie secondaire du cuivre semble avoir été pratiquée à Tamdult, nous ne pouvons pas exclure la possibilité d'une métallurgie cuprifère principale en parallèle à celle de l'argent. Quelques scories de réduction de cuivre et des fragments de tuyère ont été découverts. De même, des fragments de parois de fours pyrométallurgiques, différents de ceux associés à l'argent, ont été mis au jour lors des prospections.

2.4) Site métallurgique de Tamdult : perspectives

Afin de poursuivre la compréhension des métallurgies pratiquées à Tamdult, il conviendrait de réaliser des prospections géomagnétiques afin de détecter les foyers métallurgiques. Quelques sondages peuvent être envisagés afin de vérifier la présence de structures pyrométallurgiques.

Il est nécessaire de réaliser un sondage au niveau d'un amas de scories afin d'étudier son évolution et de renseigner les restes métallurgiques associés à la métallurgie argentifère.

Il convient de mener des études pétrographiques sur les scories et céramiques techniques ; Elles permettent de déterminer les procédés métallurgiques employés. Des analyses chimiques et isotopiques sont également nécessaires afin de déterminer les compositions et de proposer des hypothèses sur les provenances des matières premières.

Une étude éthno-archéologique auprès des populations locales produisant de la métallurgie permettrait de compléter la compréhension de la chaîne opératoire et de renseigner la transmission non matériel des pratiques techniques.

I.1.3) Encadrement et formation d'un étudiant marocain dans le cadre d'un master

A la suite de ma présentation au CJB, Anouar Allaoui, étudiant en première année de master à l'INSAP, a manifesté son intérêt pour des études concernant la métallurgie ancienne. Après en avoir discuté avec les responsables de la mission « Jbel Bani », et au regard de son parcours universitaire, de sa motivation et de son sérieux, je lui ai proposé un sujet de master portant sur Tamdult : « *Caractériser les métallurgies du site de Tamdult (9e-14e siècles) à l'aide d'une approche interdisciplinaire* ».

Mabrouk Seghir, professeur d'histoire et d'archéologie médiévale à l'INSAP, et moi-même nous encadrons le travail de recherche de cet étudiant. Mabrouk Seghir supervise les aspects relatifs à la période médiévale du site. Je me charge d'aider et de suivre l'étudiant pour le volet relatif à la métallurgie ancienne, la géologie et les sciences du laboratoire. Sous réserve de faisabilité de la mission de terrain en 2021, Anouar Allaoui participera à la prochaine mission à Tamdult. Au cours de ces recherches nous poursuivrons sa formation directement sur le terrain.

La soutenance de la première année de son master devrait se dérouler en juin-juillet 2021. J'ai été invité a participer comme membre de jury.

I.1.4) Avancées et apports

- *Contribuer à la politique de partenariat tripartite France-Mauritanie-Maroc*

Cette mission a permis de présenter au membres du CJB et de l'INSAP le programme de recherche en Mauritanie et d'établir un rapport de confiance avec les collègues de l'INSAP.

Il s'agit d'une solide base qui permet d'envisager des collaborations communes à nos projets respectifs et d'établir des échanges pour les étudiants du Maroc et de la Mauritanie à des fins de formations pratiques aux recherches de terrain.

- *Echange et formation d'étudiants marocains et mauritanien dans les missions au Maroc et en Mauritanie*

Avec l'appui du CJB, nous sommes entrain d'établir une convention de partenariat entre les instituts d'archéologie du Maroc et de Mauritanie, respectivement l'INSAP et l'IMRFP. A terme, le partenariat permettra d'accueillir des étudiants mauritaniens dans les missions de l'INSAP au Maroc et de proposer à des étudiants de participer à des recherches de terrain en Mauritanie.

Sous réserve de signature de cette convention, ces échanges pourraient se mettre en place dès 2021. Sid-Mohamed Salem, étudiant en master d'histoire à l'Université de Nouakchott pourrait participer à la prochaine mission à Tamdult en février 2021. Zayd Ouakim, doctorant à l'INSAP, sera invité à la prochaine mission du programme CUPRUM en mai-juin 2021.

- *Performer les connaissances sur la métallurgie ancienne*

Ma participation à la mission de Tamdult m'a permis d'acquérir des connaissances sur l'occupation protohistorique et les premières métallurgies dans l'anti-Atlas.

Parallèlement aux travaux de terrain à Tamdult, Youssef Bokbot, enseignant-chercheur à l'INSAP, participant également au projet « Jbel Bani », a mené des recherches sur l'occupation préhistorique et protohistorique dans la région d'Akka et de Tata. Nos fréquents échanges m'ont permis de mieux appréhender les cultures préhistoriques du Sud de l'Atlas.

Au cours de mes prospections minières, j'ai identifié plusieurs sites dont les techniques d'extraction, vraisemblablement de minerais de cuivre, sont antérieures à la période médiévale et pourraient remonter à la Préhistoire. Ces sites n'ont jamais fait l'objet de recherche. D'une façon plus générale, la métallurgie ancienne au Maroc, qui remonterait au 3^{e} millénaire, n'est connue qu'au travers d'artefacts indirects, des objets en métal. Dans l'état actuel des recherches, la métallurgie minière et extractive n'ont jamais fait l'objet de recherches.

Mes recherches m'ont également permis d'amorcer une synthèse du contexte géologique et du potentiel métallifère et métallogénique de la région d'Akka.

Ces données permettent de mettre en perspective mes travaux sur les métallurgies du cuivre à la Préhistoire en Mauritanie et d'envisager des collaboration avec de futur projet sur ces questions au Maroc.

I.2) Valoriser les recherches précédentes en Mauritanie

Nous avons décider de consacrer cette année à valoriser nos précédentes recherches en Mauritanie. Nous avons, d'une part, progresser sur la rédaction de l'article de synthèse, et d'autre part, poursuivi nos travaux d'analyses sur les artefacts liés à la métallurgie découvert en Mauritanie au cours du précédent quadriennal.

I.2.1) article de synthèse

Les aléas rencontrés lors du précédent quadriennal ont considérablement retardé la finalisation de l'article de synthèse de nos travaux en Mauritanie. La réécriture a pu reprendre dès le dernier trimestre 2019 avec l'aide de Susan Keech Mcintosh, doyenne de l'Université de Rice, et de Thomas Fenn, enseignant chercheur au département d'anthropologie de l'Université d'Oklahoma, la rédaction de cet article. Suivant les conseils de mes collègues, j'ai refondu mes précédents écrits afin de les normaliser en vue d'une publication dans la revue *Journal of African Archaeology*.

Thomas Fenn s'est proposé d'intégrer son étude statistique relative aux anciennes analyses publiées par Nicole Lambert (Lambert, 1965 à 1983). Susan Keech Mcintosh a également souhaité contribuer à l'article. Elle s'est engagée à compléter la partie sur les difficultés de recherches et d'interprétations en contexte saharien. Elle a également proposer d'apporter des données actualisée sur le contexte paléoclimatique à la préhistoire sur l'aire saharo-sahélienne.

Avec mes collègues Angela Celauro, archéomètre à l'Università La Sapienza di Roma, DICEA-Dipartimento di Ingegneria Civile et Alexander Maass, chercheur au Freiburger Institut für Pläowissenschaftliche Studien, Freiburg, nous avons finalisé l'ensemble des cartes.

Dans l'état actuel, l'article est rédigé à 50%. A l'issue de cette rédaction, il sera traduit en anglais par un(e) étudiant(e) de l'université de Rice. A cette fin, je provisionne une partie de l'allocation de recherche afin de le(a) rémunérer en 2021 (voir « états des frais au 12 octobre 2020 »).

I.2.2) analyses archéométallurgiques au laboratoire IRAMAT-CEB

Avec les conseils de la commission des fouilles, une session d'analyse sur deux jours a été planifiée au laboratoire IRMAT-CEB entre le 4 et 8 janvier 2021.

La réunion du 10 septembre 2020 avec la direction du laboratoire et les responsables des appareillages a permis de sélection les types d'échantillon et d'établir ensemble la procédure et le protocole de cette session d'analyse.

- *Objectifs*

Au-delà de la valorisation des données du précédent quadriennal, cette session d'analyse vise à compléter celle précédemment réalisée dans les laboratoires des départements d'anthropologie des universités d'Oklahoma et d'Arizona.

En novembre-décembre 2019, avec l'aide de Thomas Fenn, enseignant chercheur au département d'anthropologie de l'université d'Oklahoma, et David Killick, professeur et enseignant au département d'anthropologie de l'université d'Arizona, j'avais amorcé des analyses chimiques et isotopique sur une quarantaine d'artefacts liés à la métallurgie. La poursuite de ces analyses avait été interrompue au début 2020 en raison de la situation sanitaire. Thomas Fenn et David Killick viennent de juste reprendre les protocoles.

Ces analyses au laboratoire de l'IRAMAT, en complément avec celle réalisées au Etats-Unis, permettent de mieux caractériser les métallurgies du cuivre en Mauritanie au cours de la Préhistoire (2e-1er millénaires avant notre ère). Ces recherches permettent d'apporter des éléments de réponses sur les techniques, la composition des objets, provenances des matières premières et la circulation des produits finis.

- *Protocole*

Le laboratoire IRAMAT-CEB dispose de trois appareillages.

Un spectromètre de masse à plasma avec prélèvement par ablation laser (LA-ICP-MS) de type Element XR de Thermofisher. Ce spectromètre peut être couplé à deux systèmes d'ablation laser : un laser NdYAG à fréquence quadruplée (266 nm), et depuis le printemps 2014 à un laser excimer (193 nm).

Il dispose également d'un micro-spectromètre de fluorescence X (XRF) de type ARTAX de Bruker.

Un microscope électronique à balayage (MEB) est disponible au laboratoire. Il s'agit d'un Philips XL40, doté des systèmes d'analyse élémentaire EDX (Energy Dispersive X-Ray Analysis) et WDX (Wave Dispersive X-Ray Analysis) de chez Oxford et équipé de deux platines chauffantes pouvant atteindre respectivement 1000 °C et 1500 °C.

Le XRF permet d'obtenir des compositions semi-quantitatives. Le MEB permet de réaliser des investigations sur de petites surfaces, de vérifier des structures microscopiques et d'effectuer des microanalyses semi-qualitatives. Le LA-ICP-MS offre la possibilité de connaitre la composition de façon quantitative sans destruction de l'objet.

Ces appareillages sont très proches de ceux employés dans les laboratoires des universités d'Oklahoma et d'Arizona. La comparaison des résultats est de ce fait envisageable.

Il a été convenu de concentrer nos efforts sur les billes et billettes de métal. A cette fin nous avons décide de faire uniquement des analyses par LA-ICP-MS. 80 échantillons ont été sélectionnés

Les échantillons seront préalablement légèrement abrasés afin de retirer la couche d'oxydation et atteindre le métal sain.

- *Analyses et interprétation*

La réalisation de cette session d'analyse étant postérieure à la date buttoir de ce rapport, nous transmettrons une synthèse complémentaire à l'issue de ces recherches en laboratoire.

I.3) préparer de façon proactive la mission 2021

Face à l'impossibilité de réaliser une mission de terrain en 2020, ces recherches ont été reprogrammées en 2021. Parallèlement à nos recherches (voir ci-dessus), nous sommes attachés à préparer cette future mission.

I.3.1) Maintien et entretien des relations avec les partenaires du projet en Mauritanie

J'ai tâché de maintenir des échanges réguliers avec les collègues de l'Institut Mauritanien de Recherche et de Formation en matière de Patrimoine (IMRFP). Je les ai régulièrement informé de l'évolution de la situation et de l'adaptation des objectifs au regard de celle-ci. Mes collègues de l'IMRFP se sont montrés compréhensifs et impatient de poursuivre nos travaux en 2021.

De même, j'ai échangé avec les responsables des compagnies minières MCM et Kinross-Tasiast. Ils m'ont confirmé leur intérêt et soutient logistique pour nos mission de terrain. Au-delà de la nécessité administrative d'établir des conventions, ils ont souligné l'importance d'organiser, en amont de toute recherche de terrain, une réunion avec les responsables scientifiques et cadres de la compagnie.

I.3.2) Etablir des conventions avec les institutions mauritaniennes et les compagnies minières

Dans le cadre de ce quadriennal, les conventions avec l'IMRFP et la compagnie MCM vont être renouvelées. Une nouvelle convention sera établie avec la compagnie minière Kinross-Tasiast, récent partenaire du programme de recherche.

Ces conventions sont établies entre les partenaires ci précédemment nommées, le laboratoire IRAMAT-CEB (UMR 5060), la Délégation CNRS Centre Limousin Poitou-Charentes (DR-08) et l'Université d'Orléans.

Avec l'intervention de Guillaume Sarah, directeur adjoint de l'IRAMAT-CEB, ces conventions sont réalisées par le service partenariat et valorisation Grand Campus du CNRS (DR-08) et l'Université d'Orléans, sous la responsabilité de Alexandra Sauvestre, chargée d'affaire auprès de ce service.

I.3.3) Etablir la prochaine équipe

L'équipe de la prochaine mission en 2021 comprendra des collègues de l'IMRFP, un professeur de l'Université de Nouakchott et cinq étudiants de cette même université.

Deux étudiants français en master, des universités de Tours et de Paris-Est Créteil effectuerons leurs recherches au cours de cette mission.

Des correspondants scientifiques des compagnies minières MCM et Kinross-Tasiast seront également invités à participer à ces recherches.

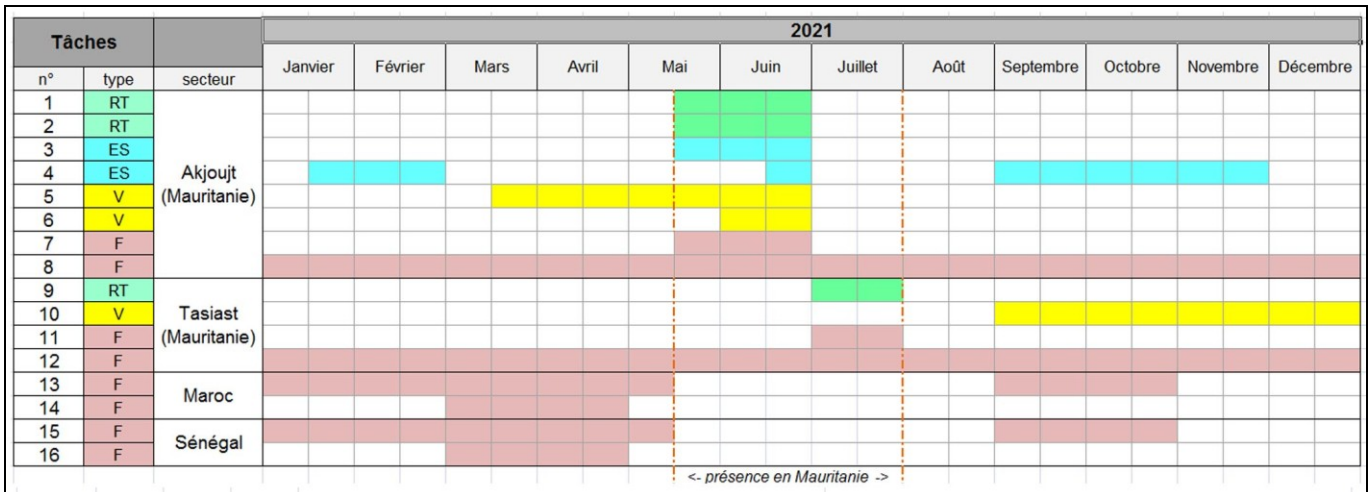
Le directeur du Centre Jacques Berque à Rabat, Adrien Delmas, sera convié pour cette mission. Dans le cadre des échanges Maroc-Mauritanie, un étudiant marocain en doctorat à l'INSAP participera aux travaux de terrain.

Afin de mener une recherche sur la céramique, Susan Keech-McIntosh, doyenne de l'Université de Rice va enrichir l'équipe de sa présence.

Sous réserve de leur disponibilité, un membre de l'ONG, *Organizzazione Umanitaria ONG Bambini nel Deserto Onlus*, sera avec nous à Akjoujt afin d'amorcer le projet de musée (voir ci-après).

II) Perspectives

Les opérations projetées pour la prochaine mission en mai-juin 2021 s'organisent comme suit :



2021					
Secteur		n° tâche	type	Tâches	Détails
Mauritanie	Akjoujt	1	RT	amorce des fouilles du site métallurgique zone 7 - s.101	site métallurgique zone 7 - s.101, cordon dunaire Draa-Oummât-El-Beit
		2	RT	amorce des fouilles de la mine zone 6 - m.5c	mine zone 6 - m.5c, massif Leigletat El Khader
		3	ES	amorce d'études géomorphologiques	études des paléochenaux et gîtes détritiques métallifères, cordons dunnaires du Draa-Oummât-El-Beit et de l'Akchar
		4	ES	analyses archéométallurgiques	analyses pétrographiques, chimiques et isotopiques
		5	V	musée	établissement d'un musée archéologique à Akjoujt
		6	V	communication	communications publiques à Akjoujt et à l'Institut Français à Nouakchott
		7	F	Pour 5 étudiants mauritaniens de l'université de Nouakchott	formation pratique aux recherches de terrain et aux études archéologiques
		8	F	pour 1 étudiant français de l'université de Tours : master 1 sur l'industrie lithique	étude du matériel lithique du site d'El-Jemel-Lebyad
	Tasiast	9	RT	prospections	recherches de sites métallurgiques au sud-ouest de la concession minière de Kinross-Tasiast
		10	V	valorisation	article
		11	F	Pour 5 étudiants mauritaniens de l'université de Nouakchott	formation pratique aux recherches de terrain et aux études archéologiques
		12	F	Pour 1 étudiant français de l'université de Tours : master 1 sur l'industrie lithique	étude du matériel lithique du site d'El-Jemel-Lebyad et mise en perspective avec celui des prospections menées dans la région de
	Tigirit				
Maroc		13	F	organisation des partenariats institutionnels	conventions avec les partenaires institutionnels et court séjour au Maroc pour finalisation
		14	F	organisation des échanges et accueils des étudiants	détails des aspects logistiques (durée de séjours, logements, missions sur place…)
Sénégal		15	F	organisation des partenariats institutionnels	conventions avec les partenaires institutionnels et court séjour au Sénégal pour finalisation
		16	F	organisation des échanges et accueils des étudiants	détails des aspects logistiques (durée de séjours, logements, missions sur place…)

RT	Recherches de terrain
ES	Etudes spécifiques
V	Valorisation
F	Formation

II.1) recherches de terrain

Les recherches de terrain se dérouleront en Mauritanie dans les secteurs d'Akjoujt et de l'Azefal. Dans le premier secteur, nous amorcerons les fouilles du site métallurgique *Mewkie Enahr* et de la mine Z6M5c (tâches 1 et 2).

Au niveau de l'Azefal, nous mènerons des recherches par prospection afin d'identifier, décrire et étudier les sites métallurgiques dans les zones 1 et 2 à proximité des limites de la concession minière de Kinross-Tasiast (tâche 9).

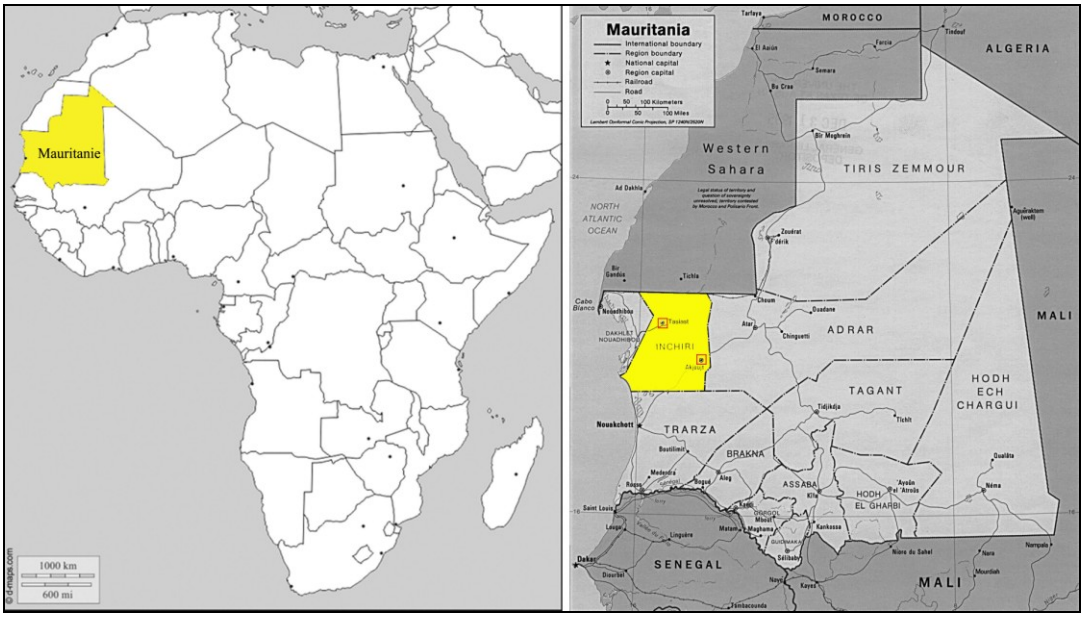


Fig. 12 : Cartes localisant la Mauritanie en Afrique et la région de l'Inchiri en Mauritanie.

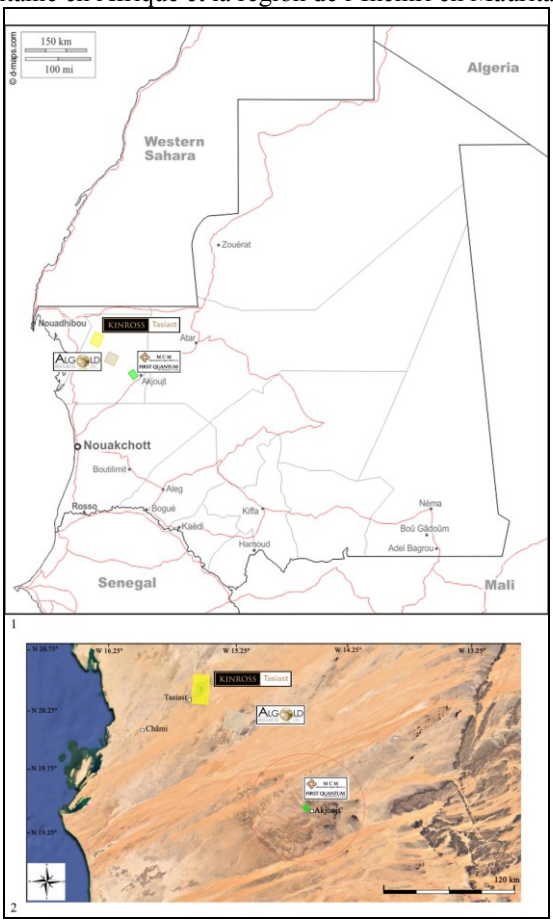


Fig. 13 : cartes précisant la localisation des concessions minières exploitées par les compagnies MCM, Algold et Kinross-Tasiast en Mauritanie. 1 : Localisation à l'échelle de la Mauritanie, 2 : localisation à l'échelle de la région de l'Inchiri.

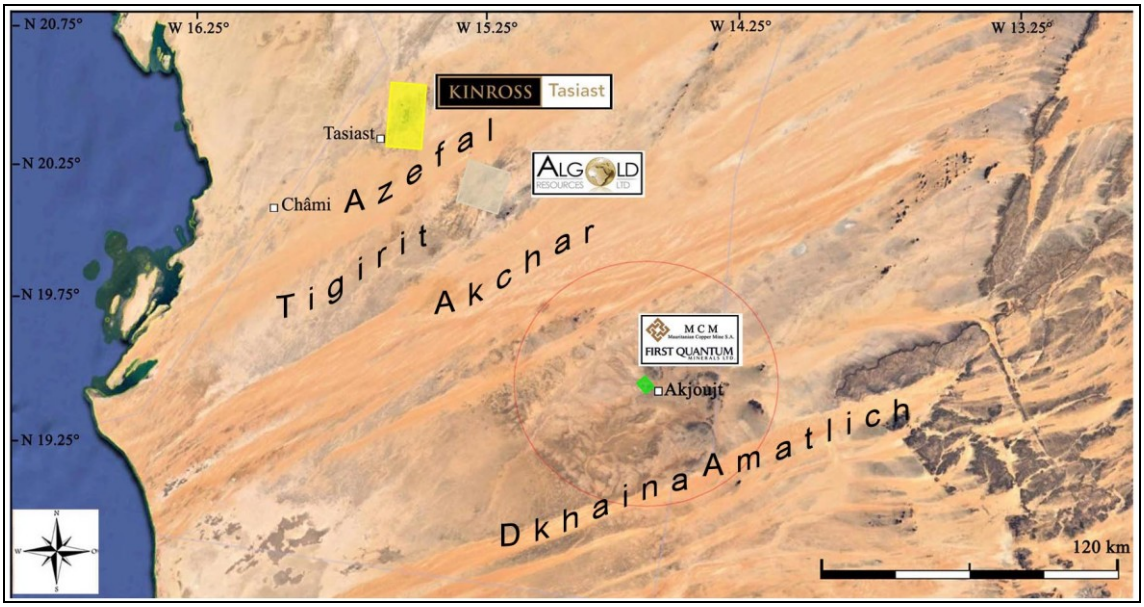


Fig. 14 : Carte du nord-ouest de la région de l'Inchiri précisant la localisation des trois compagnies minières et des grands ensembles topographiques.

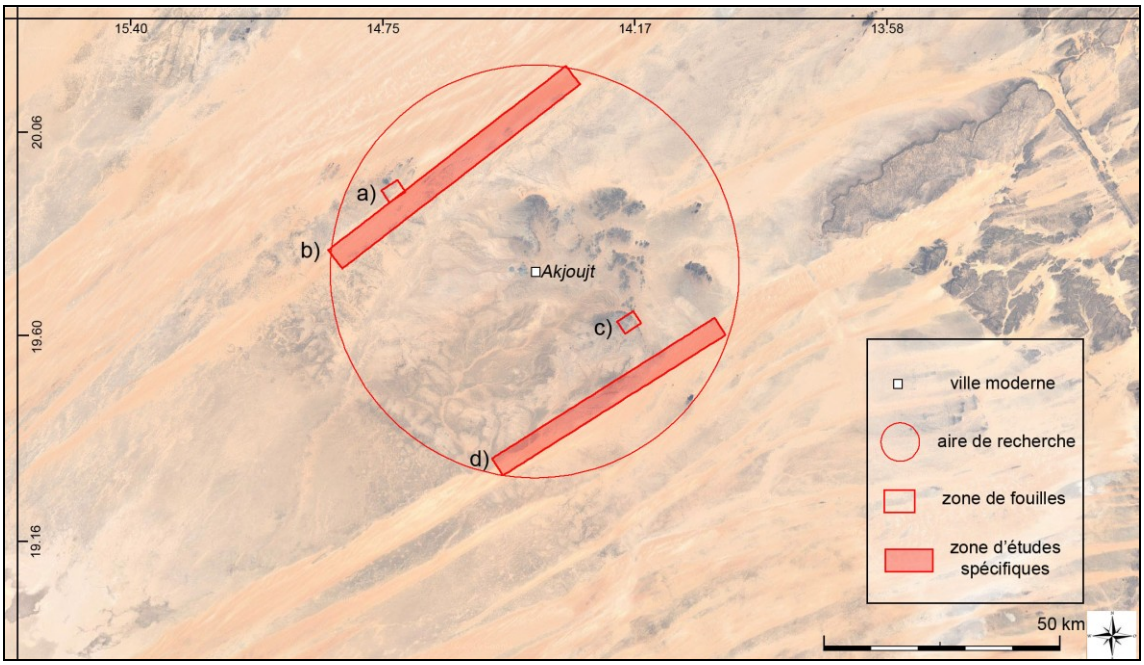


Fig. 15 : carte de détail de la zone d'Akjoujt. Dans le rayon initial des recherches du précédent quadriennal (80 km autour d'Akjoujt), des fouilles seront menées sur le site de *Mewkie Enahr* (a) et au niveau de la mine Z6M5c (c) et des études spécifiques (géomorphologie et paléoenvironnement) seront pratiquées le long des cordons dunaires de l'Akchar, Dkhaina et Amatlich (b et d).

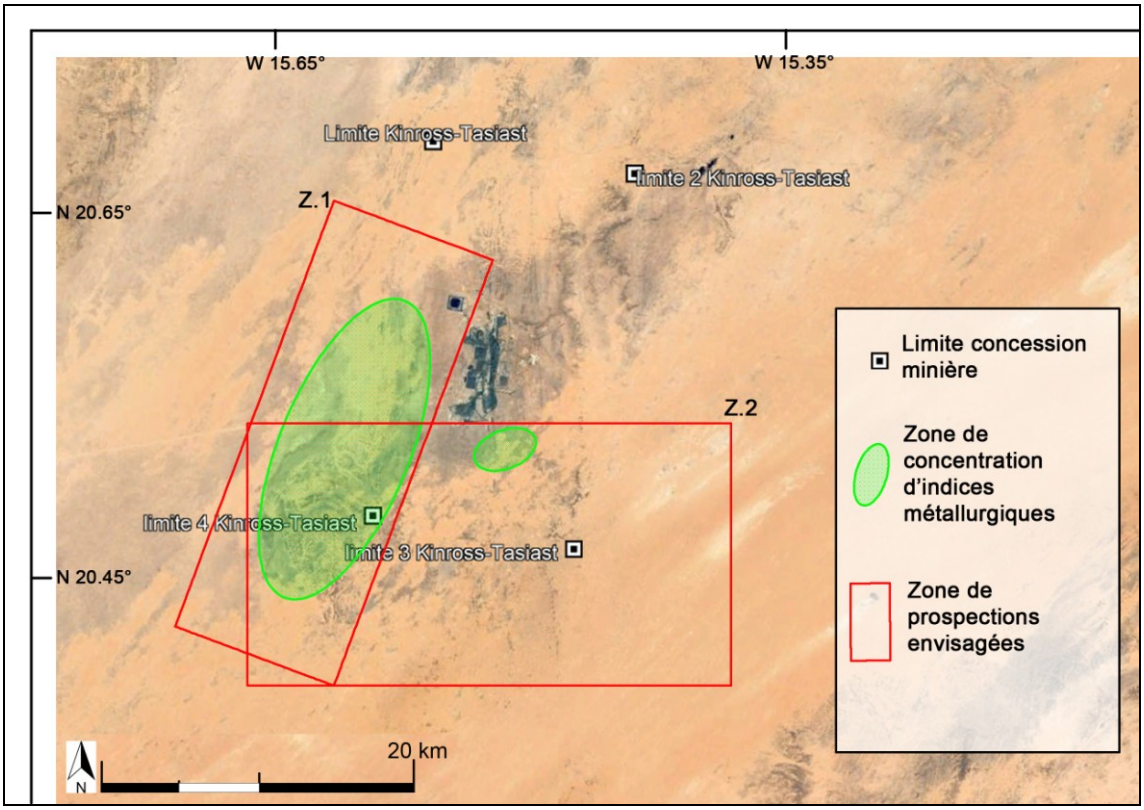


Fig. 16 : carte précisant les limites de la concession minière de Kinross-Tasiast et les zones où furent retrouvés des indices de métallurgie préhistoriques. Au milieu de la zone 1, Bathily signale plusieurs fours métallurgiques le long du khatt El 'Ogol. Au nord de la zone 2, deux sites (site 1 : 20.514642°, -15.496940 ; site 2 : 20.520915°, -15.496040°) ont récemment été découverts lors d'une mission de l'IMRFP. Ce deux sites présentent des indices métallurgiques (minerais, scories, parois de four métallurgiques)

II.2) Etudes spécifiques

Ces recherches de terrain seront complétées par des études spécifiques : géoarchéologiques et archéométallurgiques (tâches 3 et 4). Les premières consisteront à des recherches géomorphologiques et paléoenvironnementales au niveau des cordons dunaires de l'Akchar et du Draa Oummât el Beit (secteur d'Akjoujt). Ces deux études étant complémentaires, elles se dérouleront de façon parallèle.

Il s'agit, d'une part, d'étudier les paléochenaux et identifier les gîtes détritiques, et d'autre part, de mener des prélèvements dans ces zones paléo-humides afin de déterminer le paléoenvironnement et les interactions réciproques avec les activités anthropiques. Les études archéométallurgiques (tâche 4) seront réalisées sur le terrain, par le biais d'observations macroscopiques et d'analyses XRF portable qualitatives semi-quantitatives, et en laboratoire, à l'IRAMAT et à l'Université d'Oklahoma, afin de réaliser des analyses pétrographiques, ICP-MS et isotopiques.

II.3) Formations d'étudiants

L'ensemble de ces recherches de terrain et études spécifiques constituera une formation pratique pour cinq étudiants mauritaniens (tâche 11). Cette formation s'appuiera sur notre expérience acquise au cours du précédent quadriennal.

Cette première année sera également consacrée à établir les jalons de l'organisation des échanges et accueil d'étudiants du Maroc et du Sénégal. Avec les institutions marocaines et

sénégalaises, nous constituerons ensemble les conventions de partenariats scientifiques et culturels (tâches 13 à 16).

En concertation avec Aline Garnier, enseignant chercheur au laboratoire de Géographie Physique (LGP) rattaché à l'Université de Paris-Est Créteil, nous proposons à un étudiant un sujet de master portant sur l'étude géomorphologique et paléohydrologique des interactions de l'environnement géographique avec les activités anthropiques, et plus particulièrement celles liées à la métallurgie.

Nous proposerons à un étudiant de l'Université de Tours, en première année de master d'archéologie, un sujet de recherche portant sur l'étude du matériel lithique (tâches 8 et 12). Ce sujet, intitulé « *L'industrie lithique du site El-Jemel-Lebyad daté du 2e millénaire avant notre ère en Mauritanie : inventaire du matériel et estimation des premières caractéristiques en matériaux et technologies* » portera sur l'étude du matériel découvert sur le site d'*El-Jemel-Lebyad* fouillé en 2018. Au cours de cette première année, nous veillerons avec le professeur référent que l'étudiant établisse sa démarche et ses outils de recherche. Nous l'accueillerons lors des recherches de terrain afin qu'il puisse constituer son corpus et le mettre en perspective avec le matériel archéologique *in situ* et conservé à l'IMRFP.

II.4) Valorisation

Nous viserons à répondre aux objectifs de valorisation. Nous présenterons ce nouveaux quadriennal ainsi que les résultats préliminaires de nos travaux de cette première campagne dans un article qui sera publié dans la revue Nyame Akhuma (tâche 10).

Au cours des recherches de terrain, nous organiserons une réunion publique avec les représentants territoriaux, la communauté locale et les miniers afin de leur exposer les objectifs du quadriennal, les premiers résultats et la plus-value apportée par ce projet (tâche 6). Nous organiserons également une présentation sur ce même sujet à l'institut français de l'ambassade de France à Nouakchott. Afin de nous adapter à l'auditoire visé (représentants de l'Etat français à l'étranger et communauté scientifique mauritanienne), nous apporterons une légère inflexion, en insistant d'avantage sur les résultats scientifiques, perspectives et relations franco-mauritaniennes (tâche 6).

Avec l'appui de l'*Organizzazione Umanitaria ONG Bambini nel Deserto Onlus* et le financement de la MCM, nous poserons les bases de l'établissement d'un musée archéologique à Akjoujt (tâche 5). Fort de son expérience à El Beyedh dans la région de l'Adrar en Mauritanie, Lucas Lotti, président de l'*Organizzazione Umanitaria ONG Bambini nel Deserto Onlus,* nous a proposé d'intervenir en appui à l'organisation muséographique et à la réalisation architecturale de ce musée. Ce lieu sera dédié à la présentation des découvertes archéologiques (passées et récentes) dans la région d'Akjoujt, sur le thème « *mineurs et métallurgistes à Akjoujt : de la Préhistoire à nos jours, 5000 ans d'histoire* », et mettra en valeur le rôle de la MCM pour la protection et valorisation du patrimoine archéologique et historique de la région. Ce musée comprendra également une présentation des traditions ethno-culturelles des populations de l'Inchiri. L'organisation et la réalisation de ce musée sont programmées sur quatre ans. Son inauguration clôturera ce quadriennal.

III) Etat des frais au 12/10/2020 et prévisionnel au 31/12/2020

Montant allocation + reliquat 2019	Montant restant au 12/10/2020	Montant restant prévisionnel au 31/12/2020	Montant engagé pour début 2021
9 608,48 €	7 464,87 €	938,19 €	930,00 €

Objet	Catégorie	Total	Période de dépense
total des dépenses au 14/09/2020		2 143,61 €	entre janvier et septembre 2020
papeterie, piles	fonctionnement administratif	210,00 €	15-31 Octobre 2020
matériel scientifique	fonctionnement scientifique	4 458,90 €	15-31 Octobre 2020
billets avion	frais de voyage	877,78 €	15-31 Octobre 2020
analyses 14C paléoenvironnement	fonctionnement scientifique	980,00 €	Novembre 2020
analyses IRAMAT-CEB, Orléans - trajet	frais de voyage	160,00 €	8-12 janvier 2021
analyses IRAMAT-CEB, Orléans - logement	frais de séjour	70,00 €	
analyses IRAMAT-CEB, Orléans - repas	frais de séjour	100,00 €	
analyses IRAMAT-CEB, Orléans - analyses	fonctionnement scientifique	600,00 €	
	Total	**9 600,29 €**	
	reliquat 2020	8,19 €	

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.

Betancourt P.P. and Mulhy J.D. (2006), the pot bellows, *Hesperia Supplements*, 36: 125-132.

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'Angoulème : 702-704.

Davey C.J. (1979), Some ancient pot bellows, *Levant*, 11 : 101-111

Davey C.J. (1988), Tell edh-Dhiba'i and the Southern Near Eastern metallworking tradition. *In* : Maddin R., *The beginning of the Use of Metals and Alloys: Papers from the Second International Conference, Zhengzhou, China* : 63-68. Cambridge : MIT Press

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 Micorscope. 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 archéologique à Akjoujt (Mauritanie*), Bulletin de la Société préhistorique française. Comptes rendus des séances mensuelles*, 66/5 : 155-156.

Lambert N. (1969b), Hache polie de Tiberguint (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 Préhistorique, 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 scientifique*, 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.

Martinon-Torres M. (2014), *the Crucible*, Historical Metallurgical Society News, 85.

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 ^{14}C 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 III^{e} 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 ^{14}C 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 Bocoum 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**.**

Milesi J.P., Feybesse J.-L., Pinna P., Deschamps P., Kanpunzu H.A.B., Muhongo S., Lescuyer J.-L. and Toteu S.F. (2004), *Géologie et principaux gisements de l'Afrique*, carte 1 : 10 000 000e. Orléans : BRGM.

Moorey P.R.S. (1999), *Ancient Mesopotamian Materials and Industries: The Archaeological Evidence*, Winona Lake : Eisenbrauns.

Moreau R. (1970), Le site de Lemdena au Quaternaire récent, Bulletin ASEQUA, 27-28 : 29-38.

Nixon S., M. Seghir and Y. Bokbot (2017), *Research project proposal. The Tamdult Project (Akka Region , Morroco): trans-Saharan commerce, urbanism and cultural identity in an earlyMorrocan oasis market town*. Projet de recherche conjoint British-Museum-INSAP.

Nixon S., M. Seghir and Y. Bokbot (2018), *Project 'Jbel Bani Occidental, du Néolithique Final à la fin du Moyen Age' (I.N.S.A.P/University of East Anglia), 2018 fieldseason report*. Rapport non publié.

références

Nixon S., M. Seghir and Y. Bokbot (2019), *Project 'Jbel Bani Occidental, du Néolithique Final à la fin du Moyen Age' (I.N.S.A.P/University of East Anglia), 2019 fieldseason report*. Rapport non publié.

Nixon S., M. Seghir and Y. Bokbot (2020), *Project 'Jbel Bani Occidental, du Néolithique Final à la fin du Moyen Age' (I.N.S.A.P/University of East Anglia), 2020 fieldseason report*. Rapport non publié.

Paris F. (1993), Archéologie funéraire et peuplement. In Vernet R., *Préhistoire de la Mauritanie* : 91-101. Nouakchott : éditions Sépia.

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.

Rehder J.E. (1994), Blowpipe versus Bellows in ancient metallurgy, *Journal of Field Archaeology*, 21/3 : 345-350.

Rice P.M. (2015), *Pottery analysis: a sourcebook*. University of Chicago Press.

Töchterle U., Goldenberg G., Schneider P. and Tropper P. (2013), Spâtbronzezeitliche Verhüttungsdüsen aus dem Bergbaurevier Mauken im Unterinntal, Nortirol: Typologie, mineralogischpetrographische Zusammensetzung und experimentelle Rekonstruktionsversuche, *Der Anshnitt*, 65 : 1-19.

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 basins 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.