

Pierre et fer à Madagascar (2) – Les scories d’Amoronala et les carrières de Milanoa

Vincent Serneels^A, Mélissa Morel^A, Christoph Nitsche^A, Chantal Radimilahy^{B, C},
Jean-Aimé Rakotoarisoa^C, Bako Rasoarifetra^{B, C}, Guido Schreurs^D, Sylvain Velomora^E

Résumé

La seconde campagne dans le nord-est de Madagascar s’est déroulée en août 2018 avec la participation de 25 personnes, étudiants et chercheurs de différentes universités suisses et malgaches.

Le district de production primaire du fer de la région de Sambava a été exploré de manière extensive. Un atelier a été fouillé près d’Amoronala (secteur MBR 140), ce qui permet de caractériser la technique mise en œuvre et les matières premières. Des prospections ont permis de localiser plus de 60 amas de scories. Ces sites sont beaucoup plus nombreux que prévu, mais toujours petits (2 à 25 tonnes). La production ne dépasse probablement pas les besoins régionaux. Sur la base de plus de 30 datations ¹⁴C, on peut placer la période d’activité entre 1000 et 1400 AD. La production de fer débute quelques siècles après l’installation des premiers établissements côtiers *rasikajy*. Elle cesse avant l’arrivée des Portugais.

La zone d’extraction du chloritoschiste, dans l’arrière-pays de Vohémar, a fait l’objet de prospections ciblées sur les carrières mentionnées dans la littérature archéologique. Une vingtaine de sites ont été visités dont plusieurs n’étaient pas connus. Sur certaines carrières, comme Amboaimohehy, Analafiana, Marobakely ou Bobalila, l’ampleur des travaux d’extraction est considérable. Des milliers de mètres cubes ont été extraits. Les observations permettent de préciser les modes opératoires et l’organisation de la production commence à apparaître. Les travaux de laboratoire se poursuivent pour caractériser les roches et lancer les études de provenance.

Les travaux de terrain apportent aussi des nouvelles informations sur l’occupation du territoire par les *Rasikajy* qui s’avère nettement plus dense que prévu.

1. Introduction

L’histoire du peuplement humain de l’île de Madagascar reste une question fortement débattue (Beaujard 2007 ; Radimilahy & Crossland 2015). Dans le Nord-Est (fig. 1 et 2), les « *Rasikajy* »¹, une population islamisée, occupent des villages installés au bord de la mer et participent au grand commerce de l’océan Indien (Vérin 1975, 1986). Les établissements les plus anciens sont déjà occupés avant l’an mil et peut-être même dès le 7^{ème} siècle AD. Cette société est florissante encore aux 15^{ème} et 16^{ème} siècles, comme en témoignent les découvertes spectaculaires de la nécropole de Vohémar (Gaudebout & Vernier 1941b ; Vernier & Millot 1971 ; Vérin 1986 ; Rakotoarisoa & Allibert 2011).

^A Département de Géosciences, Université de Fribourg, Suisse

^B Université d’Antananarivo, Madagascar

^C AMA – Association Malgache d’Archéologie

^D Institut für Geologie, Universität Bern, Schweiz

^E Département d’Histoire, Université de Toliara, Madagascar

¹ Le terme *Rasikajy*, nom donné après le 16^{ème} siècle, pourrait venir du swahili *sikazy*, « pisatre », dérivé du portugais *escudo*. Il est utilisé aujourd’hui par les populations locales pour désigner les anciens occupants islamisés. Il a été repris par les auteurs précédents dans ce sens général (Gaudebout & Vernier 1941 ; Vérin 1986).

Fig. 1 Paysages malgaches

À gauche : Dans les environs de Sambava, les prairies sableuses et les bas-fonds marécageux de la zone littorale près d’Amoronala

À droite : Dans les environs de Milanoa, la vallée de la rivière Antsahandrevu vue depuis le sommet de la colline d’Amboaimohehy et les montagnes de l’arrière-pays





2A



2B

Fig. 2

A. Le nord-est de Madagascar dans le contexte du grand commerce médiéval de l’océan Indien
 B. Carte de la zone de recherche dans le nord-est de Madagascar avec les principaux établissements côtiers occupés par les Rasikajy au 2^{ème} millénaire AD

Un des traits caractéristiques de la culture matérielle des Rasikajy est la production de divers objets, en particulier des marmites tripodes en « chloritoschiste », roche naturelle qui peut être taillée avec des outils en fer. Les objets découverts dans les tombes de Vohémar et les anciennes carrières qui se trouvent dans l’arrière-pays ont depuis longtemps attiré l’attention des chercheurs (Mouren & Rouaix 1913 ; Gaudebout & Vernier 1941a ; Vérin 1986 ; Serneels 2011). On trouve dans le monde musulman, en Égypte, en Arabie et en Perse, des traditions similaires de production d’objets en roches tendres². Il en existe aussi dans le Sud de l’Inde³ et peut-être ailleurs en Extrême-Orient. Les chloritoschistes malgaches sont au cœur du projet. L’objectif est d’étudier les carrières pour évaluer l’importance de la production, décrire les techniques d’extraction et caractériser les roches avec des méthodes minéralogiques et pétrographiques. En parallèle, les objets, à Madagascar et à l’étranger, feront l’objet d’une approche similaire pour établir une classification et déterminer la provenance⁴. La compréhension des techniques de l’industrie du chloritoschiste nous renseignera sur l’identité des producteurs.

Le second axe de recherche du projet est l’étude de la production du fer⁵. Des scories, déchets provenant du traitement de ce minerai, ont été mentionnées en relation avec plusieurs sites rasikajy, en particulier aux environs de Sambava (Vérin 1986). L’étude des ateliers de production primaire vise à évaluer les quantités produites, les matières premières utilisées et les techniques mises en œuvre dans un cadre chronologique solidement établi. Ces informations permettront de comprendre la place de cette activité dans l’économie locale et régionale ainsi que les modalités du transfert de techniques.

De manière plus générale, le projet vise aussi à développer les connaissances sur le patrimoine archéologique de la région nord-est de Madagascar et à comprendre la société rasikajy dans son ensemble. En outre, la recherche est menée en collaboration avec une équipe locale⁶ et vise à contribuer à la formation de la relève dans le domaine de l’archéologie à Madagascar. Le projet a débuté en 2017, avec le soutien de la SLSA et du FNS⁷.

² Les traditions médiévales sont encore peu étudiées (Phillips & Simpson 2018). Il existe quelques observations ethnographiques de cette production.

³ Dans le sud de l’Inde, il existe une tradition culinaire basée sur l’utilisation des pots en pierre. La littérature géologique ancienne mentionne les carrières de « pot stone », actives au 19^{ème} siècle. Par exemple : Ball 1881, p. 439–445. Il faut rappeler que le sud de l’Inde possède des ressources minérales très similaires à celles de Madagascar puisque les deux régions partagent une bonne partie de leur histoire géologique.

⁴ Thèse de doctorat de C. Nitsche, en cours à l’Université de Fribourg.

⁵ Thèse de doctorat de M. Morel, en cours à l’Université de Fribourg.

⁶ Collaboration avec l’Université d’Antananarivo, Dr C. Radimilahy et Dr B. Rasoarifetra, ainsi qu’avec l’Association Malgache d’Archéologie. Des contacts sont en cours avec les autres universités du pays, en particulier celles d’Antsiranana et de Toliara.

⁷ Le projet bénéficie d’une subvention attribuée par le Fonds national suisse de la recherche scientifique (FNS) : Metals, Stones and Pots by the Rasikajy : technological transfer and exchange network in North Eastern Madagascar (circa 700–1700 AD). Projet FNS 105211_172794.

Fig. 3 L'équipe de recherche 2018 à Amboronala

Entre le 8 août et le 16 septembre 2018, une équipe internationale de 25 personnes⁸ a pris part aux recherches sur le terrain dans la région⁹ (fig. 2 et 3). L'équipe principale a poursuivi l'étude des sites de production primaire du fer entre Vohémar et Antalaha (voir chap. 2). Plusieurs amas ont été localisés à proximité du village d'Amboronala, à 25 km au sud de Sambava (fig. 4). L'un de ces ateliers a fait l'objet d'une fouille étendue. Des sondages de moindre envergure ont permis de dater les autres. Des prospections ont permis d'en localiser ailleurs, au cœur même de la ville de Sambava ainsi que plus au sud, du côté d'Antalaha, et plus au nord, en direction de Vohémar. Des sondages ont été effectués sur quelques amas de scories repérés aux environs de l'habitat rasikajy de Bemanevika, à 15 km au nord de Sambava (Vérin 1986). Enfin, la ville médiévale de Mahilaka (Radimilahy 1998), sur la côte ouest de Madagascar, près de la ville moderne d'Ambanja, a fait l'objet d'une reconnaissance pour évaluer les vestiges métallurgiques.

Un petit groupe mobile¹⁰ a parcouru une bonne partie de la province de Vohémar, en particulier les bassins des fleuves Fanambana et Manambery, à la recherche des carrières de chloritoschiste (voir chap. 3). Une vingtaine de carrières a fait l'objet d'observations directes, parfois après de longues marches d'approche à travers les collines. Six nouveaux sites d'extraction qui ne sont pas mentionnés dans la littérature ancienne ont été découverts. Systématiquement, les coordonnées ont été relevées, les traces d'extraction ont été décrites, la présence de blocs travaillés a été documentée et des échantillons pétrographiques ont été prélevés (fig. 5). Des fragments de vases et autres objets en chloritoschiste ont été récoltés pendant les fouilles et les prospections sur les habitats rasikajy.

2. Les sites métallurgiques dans la région de Sambava

Dans son travail de synthèse sur la civilisation rasikajy dans le Nord de Madagascar, Pierre Vérin mentionne à plusieurs reprises les objets en fer et les scories qui font partie du mobilier habituellement observé sur les sites d'habitat côtiers (Vérin 1975, 1986). Pour lui, il n'y a aucun doute, les Rasikajy utilisent et travaillent couramment le fer. La présence d'amas volumineux de scories est la preuve d'une production primaire de fer à partir d'un minerai. Vérin suppose que les sables noirs à magnétite, abondants le long du rivage entre Antalaha et Vohémar, ont été exploités.

Les nouvelles recherches visent à donner une image plus précise de la production, de la transformation et de l'utilisation du fer dans le contexte de la société rasikajy. Pour cela, il faut caractériser les technologies, identifier les matières premières, localiser les ateliers de réduction du minerai de fer, quantifier les volumes de déchets et établir un cadre chronologique précis.

En 2017, la première campagne de recherches sur le terrain avait permis d'étudier deux sites de production primaire près de Benavony et sur la rivière Matavy (Serneels et al. 2018). En 2018, un atelier près d'Amboronala a été fouillé et plusieurs localités entre Vohémar et Antalaha ont fait l'objet de visites et de sondages.

⁸ Université de Fribourg, Suisse : Serneels Vincent, Morel Méliissa et Nitsche Christoph. Université de Neuchâtel, Suisse : Montandon-Clerc Jean. Université de Berne, Suisse : Schreurs Guido. Service archéologique de l'État de Fribourg, Suisse : Mauvilly Michel. Université d'Antananarivo, Madagascar : Radimilahy Chantal, Rasoarifetra Bako, Andrianarivelo Jimmy, Raharinoro Judith Christa, Rakotondrasoa Narindra N., Ramanankierala Annita, Sabe Nelas Fanny. Centre Universitaire Régional de la SAVA à Antalaha : Avonirina Léonce, Jaony Walker Chisoël, Razanamalala Antonia, Totobemahefa Hervé. Université d'Antsiranana, Madagascar : Radebason Georges, Sarimila Edinot, Masilaza Tongazara, Steffi Mariana Aboudou. Université de Toliara, Madagascar : Velomora Sylvain. AMA – Association Malgache d'Archéologie : Rakotoarisoa Jean-Aimé. Chauffeurs : Ratsimiveh Patrick, Razanatovo Victor, Tsiandopy Abdoul.

⁹ Autorisation de recherche 218/2017/MCPASP délivrée par le Ministère de la Culture, de la Promotion de l'Artisanat et de la Sauvegarde du Patrimoine (4.8.2017).

¹⁰ C. Nitsche, G. Schreurs, S. Velomora et leur fidèle chauffeur A. Tsiandopy.





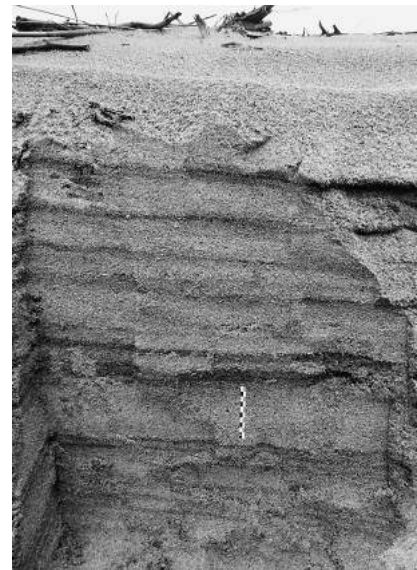
4



5



6



7

2.1 Sables noirs et latérites

Entre Vohémar et Antalaha, sur les plages blanches, on observe très souvent la présence de sables noirs qui dessinent des taches ou des motifs sombres au gré des mouvements des vagues (fig. 6). Les sables des plages actuelles sont essentiellement constitués de grains de quartz qui proviennent de l'érosion des granites et des gneiss du socle précambrien de l'arrière-pays. Les nombreux fleuves côtiers transportent les sédiments qui se déposent le long du littoral et sont progressivement poussés vers le nord par les courants marins. À l'ère Quaternaire, les glaciations successives ont provoqué des variations importantes du niveau de la mer. Au cours de ces cycles de transgressions et régressions marines, les sédiments sableux littoraux ont été remaniés de manière répétée. Progressivement, les grains les plus denses se sont concentrés dans les sites topographiques favorables (Hou et al. 2017). La magnétite et l'ilménite s'accumulent avec d'autres minéraux lourds tels que le zircon et la monazite notamment¹¹. Localement, les minéraux lourds peuvent constituer 20 à 80% du sédiment. À l'échelle du centimètre, ils se concentrent en fines couches enrichies (fig. 7). Dans les situations topographiques favorables, celles-ci se superposent sur une épaisseur de quelques mètres et forment des bandes de quelques centaines ou milliers de mètres de long. Ces terrains très jeunes ne sont pratiquement pas consolidés et sont donc très faciles à extraire et à laver. Un lavage à la battée permet de produire, rapidement et sans grand effort, un concentré qui contient tous les minéraux lourds. Par contre, ce simple lavage ne permet pas de séparer les minéraux riches en fer des autres grains. Dans le concentré, la magnétite est toujours abondante, mais elle est accompagnée par une proportion élevée d'autres minéraux. La teneur en fer du concentré est donc variable.

Fig. 4 Première visite sur les amas de scories de fer du secteur MBR 140 près d'Amboronala

Fig. 5 Première visite sur la carrière de chloritoschiste de Toamasina QV 10 près de Vohémar

Fig. 6 Dépôts superficiels de sable noir (magnétite et ilménite) sur la plage d'Amboronala

Fig. 7 Aspect des fines couches de sable noir sur la plage de Benavony

¹¹ Magnétite (Fe_3O_4) densité 5,2 – Ilménite (FeTiO_3) densité 4,7 – Zircon (ZrSiO_4) densité 4,7 – Monazite ((Ce, La, Y, Th) PO_4) densité 4,6 à 5,4.

Fig. 8 Aspect du sable noir

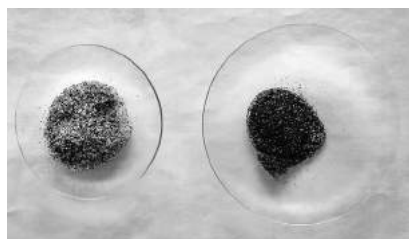
En haut : sable noir de Benavony non lavé

En bas : concentré obtenu par lavage à la battée du sable noir de Benavony

Les grains noirs sont des magnétites et des ilménites. Les grains clairs sont des autres minéraux lourds comme le zircon et la monazite.

Fig. 9 Grand bloc de cuirasse latéritique dans la pente de la colline d'Antaimby, au nord-ouest de Bemanevika correspondant à une zone probable d'extraction de minerai de fer

Fig. 10 Comparaison entre les compositions chimiques des minerais potentiels (sables noirs et latérites) et des scories de réduction



8



9

Les sables récoltés en 2017 sur les plages de Benavony et Sambava ont été lavés pour en extraire les minéraux lourds (fig. 8). Les analyses montrent que ces concentrés contiennent une importante proportion d'oxyde de fer (Fe_2O_3 : 42 à 57%) mais aussi de titane (TiO_2 : 18 à 27%) ainsi que des teneurs élevées en éléments rares et typiques des sables noirs, en particulier le zirconium (Zr), le thorium (Th) et les éléments de la famille des terres rares (Ce, La, Y, etc.) (fig. 10). Ces éléments n'étant pas réductibles dans les conditions de l'opération de réduction du minerai de fer, ils devraient passer intégralement dans les scories. Les analyses des scories de Benavony et Matavy montrent des teneurs beaucoup trop basses et ne sont donc absolument pas compatibles avec les sables noirs.

En 2017, à l'emplacement de l'amas de scories fouillé à Benavony, le substrat sableux est riche en grains de magnétite et le site n'a livré que quelques fragments de concrétions ferrugineuses latéritiques. Par contre, les sables qui forment le substrat du site de la rivière Matavy sont pour leur part complètement dépourvus de magnétite et, pendant les fouilles, de nombreuses concrétions latéritiques ont été observées. La prospection a même permis de mettre en évidence une accumulation de petits grains pisolithiques ferreux à proximité de l'amas principal de scories. Enfin, des concrétions ferrugineuses ont été observées dans les collines qui surplombent le site de Matavy.

En 2018, la fouille du secteur MBR 140 à Amboronala a permis de faire des observations précises sur la nature du minerai et sa préparation (voir chap. 2.3). Dans ce cas, il n'y a aucun doute, des concrétions latéritiques ont été utilisées. Près de Bemanevika, un affleurement de latérite avec de gros blocs provenant d'une puissante cuirasse ferrugineuse a pu être localisé (fig. 9). Ce lieu a probablement fonctionné comme zone d'extraction du minerai et plusieurs amas de scories se trouvent à proximité (voir chap. 2.5).

Les analyses des concrétions ferrugineuses latéritiques de Matavy montrent des compositions très riches elles aussi en fer, inhabituellement élevées pour des produits latéritiques normaux (Fe_2O_3 : 75–85%). Pour les éléments mineurs (Al_2O_3 , TiO_2) et traces (V, Cr), les teneurs dans les minerais latéritiques sont compatibles avec celles des scories (fig. 10).

Contrairement à la supposition émise précédemment, on peut donc affirmer que les sables noirs n'ont pas été utilisés pour la production du fer. Cette constatation est un peu paradoxale dans la mesure où les sables noirs sont suffisamment riches pour être utilisés, faciles d'accès, abondants et surtout bien visibles sur les plages. Il est donc surprenant qu'ils n'aient pas été utilisés. On peut en déduire que les populations qui s'installent sur la côte ignorent que ces sables sont une ressource potentielle. C'est un argument important pour identifier l'origine de la technique de réduction. Au contraire, les concrétions ferrugineuses latéritiques ont intéressé les métallurgistes rasiakajy. On peut donc penser qu'ils étaient familiers de ces minerais.

		Fe_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	Zr	Th	Ce	La	Y	V	Cr
		%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Sable noir concentré (n = 11)	Min	26.5	5.8	2.1	9.5	1166	71	254	139	73	424	158
	Max	57.3	43.7	8.0	27.5	8427	1153	4095	1992	269	1125	480
Scories Benavony (n = 24)	Min	56.6	14.0	7.1	1.5	174	9	3	16	8	652	286
	Max	65.2	26.3	15.2	3.6	551	37	137	81	16	1880	1121
Latérite Matavy (n = 5)	Min	78.2	1.6	7.5	1.2	76	3	0	7	19	988	477
	Max	86.0	6.5	3.0	1.5	106	5	7	12	52	1717	1449
Scories Matavy (n = 12)	Min	63.5	9.8	2.7	0.3	48	2	0	10	2	444	213
	Max	72.2	23.8	17.2	3.1	282	11	28	18	9	3121	2023

10

2.2 Du nord au sud : les traces de l'activité sidérurgique

La partie septentrionale de la zone d'étude, au nord de la ville de Vohémar, n'a pas encore fait l'objet de prospections importantes¹². Pour le moment, les seules indications concernant les vestiges sidérurgiques proviennent des recherches antérieures. Au contraire, les recherches en cours ont permis de renouveler complètement les connaissances dans la zone méridionale entre Vohémar et Antalaha. On peut maintenant esquisser les limites du district de production primaire du fer (fig. 11, 12).

La localité d'Irodo, qui se trouve à 50 km au sud d'Antsiranana¹³, est le site le plus septentrional à avoir livré du mobilier archéologique attribué à l'occupation par les Rasikajy (fig. 2). On y signale la présence de scories éparses dans les niveaux contenant de la céramique importée et des vases en chloritoschiste (Vérin 1986, p. 142–145).

Entre Irodo et Vohémar, la région est très mal connue du point de vue archéologique. Peu peuplée et difficile d'accès, elle semble ne pas avoir été parcourue par les chercheurs au 20^{ème} siècle, alors qu'elle renferme plusieurs sites topographiques favorables à l'établissement d'habitat côtier et que des ressources naturelles significatives sont présentes dans l'arrière-pays.

Lors de notre passage à Anjiabe pour visiter la carrière de Bobalila (voir chap. 3.5.4), les informateurs locaux n'ont pas pu confirmer la présence d'amas de scories. Un site naturel recelant des concrétions ferrugineuses d'origine pédogénétiques, présentes dans des niveaux argilo-sableux superficiels, a pu être visité. Aucune trace d'exploitation n'a été mise en évidence.

Paradoxalement, on ne signale pas de scories de fer aux environs de la ville de Vohémar. Les connaissances sur l'occupation ancienne proviennent essentiellement de la fouille de la grande nécropole (Gaudebout & Vernier 1941b ; Vernier 1986 ; Rakotoarisoa & Allibert 2011). L'habitat correspondant n'est pas localisé. Selon une hypothèse notamment fondée sur une tradition orale précise, un établissement qui se trouvait sur une langue de terre ou sur une île aurait été submergé au cours d'un événement catastrophique (Schreurs & Rakotoarisoa 2011). Il est peu probable que l'habitat ancien se trouve sous la ville moderne car, dans ce cas, les nombreux travaux de terrassement auraient certainement mis au jour des vestiges qui auraient été signalés. Enfin, les environs de la ville ont été parcourus intensément par différents chercheurs sans résultat probant. Tant que l'habitat de Vohémar n'aura pas été retrouvé, on ne pourra pas exclure la présence d'une industrie du fer dans ce secteur, mais il n'y en a aucune trace pour le moment.

Le village de Ampanefena, à 50 km au sud de Vohémar, porte un nom évocateur puisqu'il signifie « le lieu où l'on forge ». Ce toponyme est cependant d'origine très récente selon la tradition orale¹⁴. Des scories auraient été découvertes lors de la construction de l'église anglicane, mais on n'en retrouve aucune trace aujourd'hui¹⁵.

Les anciennes recherches mentionnent l'existence d'un vieil établissement rasikajy à l'embouchure du fleuve Manahara, mais pas la présence de scories (Vérin 1986, p. 261–265). Les visites sur place n'ont pas permis de découvrir des vestiges sidérurgiques. Le site semble avoir subi une forte érosion car il se trouve à l'embouchure du fleuve. Un peu plus au sud, dans le village de Ambatojoby, on observe à plusieurs endroits de grands blocs de latérite. Un habitant de ce village est en possession de fragments de scorie mais n'a pas révélé leur provenance exacte¹⁶.

Un autre établissement rasikajy se trouve près de l'actuel village de Bemanevika, à 12 km au nord de Sambava. Des vestiges de l'habitat ainsi qu'un amas de scories avaient été repérés près de l'embouchure du fleuve Bemarivo (Vérin 1986, p. 264–267)¹⁷. En 2018, malgré des conditions d'accès très difficiles, cette zone a été l'objet de plusieurs visites et d'une brève campagne de sondages. En plus des vestiges déjà signalés (secteur BMK 400), d'autres concentrations de scories (secteurs BMK 100, 200 et 300) et un affleurement de latérite probablement exploité (Antaimby) ont été repérés au nord du village (voir chap. 2.5).

¹² Il est prévu d'étudier cette zone en août 2019.

¹³ Antsiranana est le nom malgache de la ville anciennement appelée de Diego-Suarez.

¹⁴ Cette tradition a été recueillie de la bouche de Monsieur Be, Albert, habitant de Ampanefena. Le village aurait abrité le seul forgeron venu d'Ambilobe qui aurait continué à pratiquer son métier malgré l'interdiction faite en 1824, après la prise de contrôle de la région nord de Madagascar par le roi Radama I.

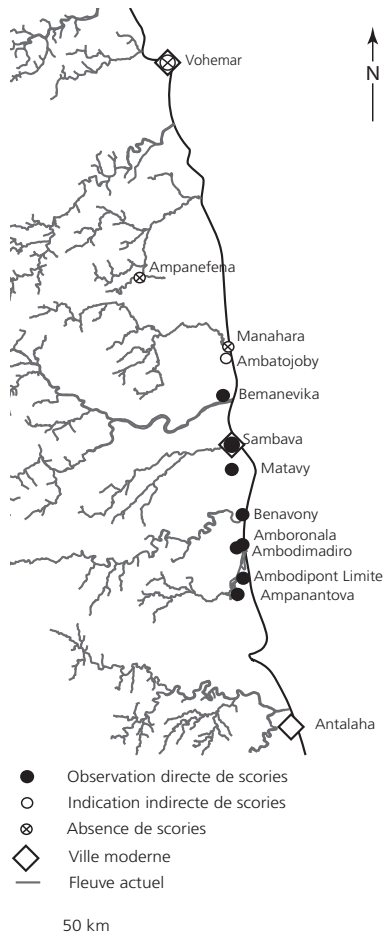
¹⁵ D'après Monsieur Andrianarison, Etienne, instituteur et ancien maire.

¹⁶ Monsieur Betombo, Suprien.

¹⁷ Le site de Bemanevika avait été visité brièvement en 2013.

Fig. 11 Carte de localisation des groupes d'amas de scories entre Vohémar et Antalaha

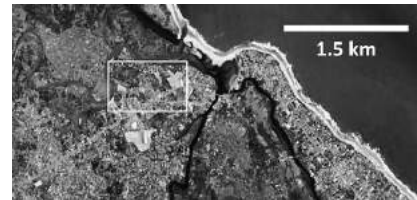
Fig. 12 Liste des amas de scories de réduction du minerai de fer identifiés sur le terrain entre Vohémar et Antalaha au cours des campagnes de recherches 2017 et 2018



Site	Numéro d'amas	GPS X	GPS Y	Type d'intervention	Volume amas	Type d'assemblage	Référence	Nombre datation	
Bemanevika	BMK110	39L405694	8442228	Prospection	Petit	Culot	2018 § 2.5.1		
	BMK120	39L405700	8442213	Prospection	Petit	Culot	2018 § 2.5.1		
	BMK130	39L405699	8442204	Sondage	Petit	Culot	2018 § 2.5.1	1	
	BMK140	39L405717	8442174	Prospection	Petit	Culot	2018 § 2.5.1		
	BMK210	39L406144	8441236	Prospection	Petit	Culot	2018 § 2.5.2		
	BMK220	39L406149	8441258	Prospection	Petit	Culot	2018 § 2.5.2		
	BMK230	39L406162	8441341	Sondage	Petit	Culot	2018 § 2.5.2	1	
	BMK240	39L406184	8441317	Prospection	Petit	Culot	2018 § 2.5.2		
	BMK250	39L406194	8441299	Prospection	Petit	Culot	2018 § 2.5.2		
	BMK260	39L406087	8441134	Prospection	Petit	Culot	2018 § 2.5.2		
	BMK410	39L408160	8437505	Prospection	Petit	Culot	2018 § 2.5.4		
	BMK420	39L408154	8437346	Sondage	Petit	Mixte	2018 § 2.5.4		
Sambava - Antaimby	ATB1	39L407968	8423790	Prospection	Petit	Mixte	2018 § 2.2		
	ATB2	39L407928	8423836	Prospection	Petit	Indéterminé	2018 § 2.2		
	ATB3	39L407892	8423884	Prospection	Petit	Indéterminé	2018 § 2.2		
	ATB4	39L407912	8423866	Prospection	Petit	Indéterminé	2018 § 2.2		
	ATB5	39L407921	8423840	Prospection	Petit	Mixte	2018 § 2.2		
Matavy	MTY1	39L408905	8418349	Prospection	Petit	Culot	2017 § 3.3		
	MTY2	39L408895	8418379	Prospection	Petit	Culot	2017 § 3.3		
	MTY3	39L408890	8418334	Prospection	Petit	Culot	2017 § 3.3		
	MTY4	39L408590	8417891	Prospection	Petit	Culot	2017 § 3.3		
	MTY5	39L408675	8417780	Prospection	Petit	Culot	2017 § 3.3		
	MTY6	39L408675	8417780	Prospection	Petit	Culot	2017 § 3.3		
	MTY7	39L408864	8418168	Prospection	Petit	Culot	2017 § 3.3		
	MTY8	39L408645	8417717	Prospection	Petit	Culot	2017 § 3.3		
	MTY9	39L408663	8417690	Prospection	Petit	Culot	2017 § 3.3		
	MTY10	39L408942	8418365	Prospection	Petit	Culot	2017 § 3.3		
	MTY11	39L408877	8418304	Fouille	Grand	Mixte	2017 § 3.4	4	
	MTY12	39L408881	8418324	Fouille	Petit	Culot	2017 § 3.3	1	
	MTY13	39L408888	8418305	Prospection	Petit	Culot	2017 § 3.3		
	MTY14	39L408853	8418289	Prospection	Petit	Culot	2017 § 3.3		
	MTY15	39L408843	8418315	Prospection	Petit	Culot	2017 § 3.3		
	MTY16	39L408833	8418324	Prospection	Petit	Culot	2017 § 3.3		
	MTY17	39L408926	8418378	Prospection	Petit	Culot	2017 § 3.3		
	MTY18	39L408930	8418357	Prospection	Petit	Culot	2017 § 3.3		
	MTY19	39L408922	8418353	Prospection	Petit	Culot	2017 § 3.3		
Benavony	BNY410	39L410869	8406604	Fouille	Grand	Mixte	2017 § 2.3	3	
	BNY420	39L410801	8406725	Prospection	Grand	Mixte	2017 § 2.4		
	BNY430	39L410765	8406512	Sondage	Grand	Mixte	2017 § 2.4	3	
	BNY440	39L410919	8406657	Prospection	Grand	Mixte	2017 § 2.4		
	BNY450	39L410877	8406711	Prospection	Grand	Mixte	2017 § 2.4		
Amboronala	MBR110	39L410832	8398584	Sondage	Petit	Coulée	2018 § 2.4.1	1	
	MBR120	39L410836	8398624	Sondage	Petit	Culot	2018 § 2.4.1	1	
	MBR131	39L410856	8398609	Prospection	Petit	Culot	2018 § 2.4.1		
	MBR132	39L410856	8398609	Prospection	Petit	Coulée	2018 § 2.4.1		
	MBR141	39L410891	8398807	Fouille	Petit	Coulée	2018 § 2.3	3	
	MBR142	39L410891	8398807	Fouille	Petit	Coulée	2018 § 2.3		
	MBR143	39L410891	8398807	Fouille	Petit	Culot	2018 § 2.3	3	
	MBR210	39L410738	8399857	Sondage	Petit	Culot	2018 § 2.4.1	1	
	MBR220	39L410734	8399868	Sondage	Grand	Culot	2018 § 2.4.1	1	
	MBR240	39L410740	8399854	Sondage	Petit	Culot	2018 § 2.4.1	1	
	MBR411	39L411516	8398162	Prospection	Petit	Culot	2018 § 2.4.1		
	MBR412	39L411516	8398162	Prospection	Petit	Coulée	2018 § 2.4.1		
	Ambodimadiro	DMD810	39L409849	8397868	Prospection	Petit	Coulée	2018 § 2.4.2	
		DMD820	39L409874	8397865	Sondage	Petit	Coulée	2018 § 2.4.2	1
DMD830		39L409852	8397868	Prospection	Petit	Coulée	2018 § 2.4.2		
DMD840		39L409863	8397868	Prospection	Petit	Culot	2018 § 2.4.2		
DMD850		39L409913	8397863	Sondage	Petit	Coulées	2018 § 2.4.2	1	
DMD860		39L409928	8397858	Prospection	Petit	Culot	2018 § 2.4.2		
DMD910		39L409807	8398073	Prospection	Grand	Mixte	2018 § 2.4.2		
DMD920		39L409814	8398069	Prospection	Grand	Mixte	2018 § 2.4.2		
DMD930		39L409868	8398075	Visite	Petit	Culot	2018 § 2.4.2		
DMD940		39L409886	8398103	Visite	Petit	Culot	2018 § 2.4.2		
DMD950		39L409873	8398112	Visite	Petit	Coulée	2018 § 2.4.2		
DMD960		39L409866	8398114	Visite	Petit	Coulée	2018 § 2.4.2		
DMD970		39L409859	8398112	Visite	Petit	Coulée	2018 § 2.4.2		
DMD980		39L409884	8398117	Visite	Petit	Indéterminé	2018 § 2.4.2		
Ambodipont Limite	APL100	39L410360	8390220	Visite	Petit	Indéterminé	2018 § 2.2		
	APL200	39L409789	8390892	Visite	Petit	Indéterminé	2018 § 2.2		
	APL310	39L409417	8391198	Visite	Petit	Indéterminé	2018 § 2.2		
	APL320	39L409417	8391198	Visite	Petit	Indéterminé	2018 § 2.2		
	APL330	39L409417	8391198	Visite	Petit	Indéterminé	2018 § 2.2		
	APL340	39L409417	8391198	Visite	Petit	Indéterminé	2018 § 2.2		
Ampanantova	APL400	39L406230	8390748	Visite	Petit	Indéterminé	2018 § 2.2		
	PTV110	39L409782	8385848	Prospection	Petit	Coulée	2018 § 2.2		
	PTV120	39L409781	8385854	Prospection	Petit	Coulée	2018 § 2.2		
	PTV130	39L409753	8385824	Prospection	Petit	Culot	2018 § 2.2		
	PTV140	39L409688	8385981	Prospection	Petit	Coulée	2018 § 2.2		
PTV150	39L409722	8385981	Prospection	Petit	Coulée	2018 § 2.2			



13 A



13 B

Fig. 13 Image satellite du quartier d'Antaimby – « le lieu des scories » –, dans la ville moderne de Sambava, montrant les principales concentrations de scories et de mobilier archéologique

Fig. 14 Un exemple d'accumulation de mobilier archéologique (scories de fer, céramique locale, céramique importée et chloritoschiste) dans les rues du quartier d'Antaimby – « le lieu des scories » –, dans la ville moderne de Sambava

Une petite nécropole fouillée en 1899 atteste de l'existence d'un établissement *rasikajy* à l'emplacement de la ville actuelle de Sambava (Vérin 1986, p. 267–268). Le vieux quartier central de Sambava porte le nom d'Antaimby, « le lieu des scories ». En 2017, des fragments épars de scorie avaient été observés entre les maisons de ce quartier très densément peuplé. En 2018, les visites sur place ont permis de relever la présence de scories éparses sur une superficie d'environ 300 m² et au moins 5 concentrations importantes (fig. 13). Pour deux amas, la couche de scories a une épaisseur d'une vingtaine de centimètres. Les scories sont très fragmentées, mais on reconnaît des pièces en forme de culot hémisphérique d'une vingtaine de centimètres de diamètre. Dans la même zone, on constate la présence de très nombreux débris de céramique provenant d'un habitat *rasikajy* important (fig. 14). Outre la céramique commune, on note la présence de pièces décorées mais aussi de fragments de vase en chloritoschiste et de tessons de céramique importée du Moyen-Orient appartenant à la catégorie du « *sgraffiato* »¹⁸.

Depuis Sambava, en remontant le cours de la rivière Matavy sur 6 km vers le sud, on atteint un petit plateau sableux enchâssé entre les collines. Ce site a été repéré en 1993 (Clist 1995). En 2017, le gros amas central de scories a fait l'objet d'une fouille étendue et les prospections avaient permis de localiser 17 autres petites concentrations de débris métallurgiques (Serneels et al. 2018, p. 138–149).

À 20 km au sud de Sambava, entre les villages actuels de Benavony et d'Antanandava, un habitat *rasikajy* avait attiré l'attention des archéologues et des chercheurs de trésor depuis longtemps (Vérin 1986, p. 269–273). En 2017, le site a fait l'objet d'une campagne de recherches (Serneels et al. 2018, p. 113–138). Au nord de la zone occupée par l'habitat, 5 amas de scories de réduction ont été repérés¹⁹.

Entre le village de Farahalana, sur la rive sud du fleuve Lokoho, et celui d'Amboronala, un peu plus au sud, grâce aux informations fournies par les habitants de la région, plusieurs amas de scories répartis dans quatre zones situées à faible distance les unes des autres ont été découverts (fig. 15, 16). Le secteur MBR 140, avec ses deux petites buttes de scories, a fait l'objet d'une fouille étendue. Des sondages ont été foncés dans 7 autres amas de ce complexe afin de comprendre la chronologie de l'activité. Des céramiques et des fragments de vase en chloritoschiste attestent d'une occupation avec activités domestiques (voir chap. 2.3, 2.4).

Un amas de scories isolé est mentionné dans la littérature à 2,5 km au nord du village Amboronala (Vérin 1986, p. 274). Lors de nos visites, aucun vestige n'a été retrouvé à l'emplacement indiqué sur le plan publié anciennement (Vérin 1975, p. 873–874)²⁰. Cependant, l'amas est décrit comme une butte de 1,1 m de haut qui était visible



14

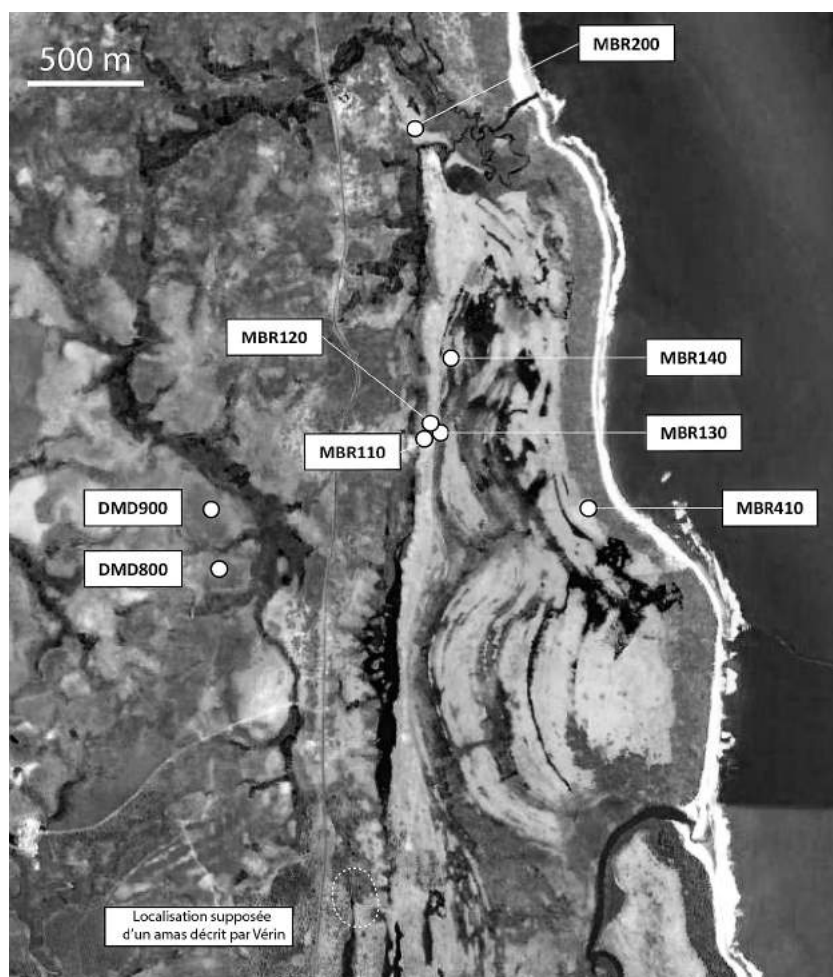
¹⁸ Les « *sgraffiato* » ont été principalement produits en Iran entre le 9^{ème} et le 11^{ème} siècle. Il existe cependant des centres de production dans une vaste zone s'étendant de l'Égypte à l'Ouzbékistan qui ont perduré jusqu'au 15^{ème} siècle au moins (Wilkinson 1973).

¹⁹ Deux datations supplémentaires ont été effectuées en 2018 sur des charbons prélevés en 2017 (voir chap. 2.6).

²⁰ L'endroit est actuellement une cocoteraie, ce qui ne semble pas avoir été le cas lors de la visite de Vérin. Il est possible que l'aménagement de cette plantation ait causé la destruction du site.

Fig. 15 Image satellite de la zone côtière au nord du village d'Amboronala et localisation des vestiges sidérurgiques

Fig. 16 Description et quantification des amas de scories d'Amboronala : {935} est la valeur moyenne de la masse de scories en fonction du volume de sédiment (kg/m^3) calculée à partir des mesures effectuées dans 6 sondages (cubages)



15

depuis la route. Aucun des amas étudiés en 2018 ne correspond à cette description ; il est donc probable qu'il s'agissait d'un site supplémentaire.

Dans la zone se situant au sud d'Amboronala, les prospections sont encore en cours, mais la présence de nombreux sites apparaît clairement. Quelques amas ont été localisés au cours des premières visites et des informations supplémentaires collectées²¹. Au hameau d'Ambodipont Limite, des scories éparses provenant des excavations pour la construction d'une maison privée ont été observées. Le chantier se trouve à proximité de la route. Trois autres sites avec amas de scories sont signalés à l'ouest de la route ainsi que des affleurements de latérite riche en concrétions ferrugineuses. Les habitants d'Ambodimanga sont en possession de fragments de vases en chloritoschiste

²¹ Cette zone est en cours d'étude par MM. Avonirina L., Jaony W., Razanamalala A. et Totobemahefa H., étudiants au CURSA d'Antalaha. Ils ont identifié des sites supplémentaires. Il est prévu de confirmer ces découvertes en 2019.

Amas	Type d'intervention	Dimensions			Volume m^3	kg scorie / m^3	Tonnage tonne	Forme	Assemblage	Datation
		Longueur m	Largeur m	Épaisseur Maximum						
MBR110	Sondage (1,5 x 1 m)	6.4	6.0	0.20	1.8	{935}	1.6	Elliptique	Coulée	x
MBR120	Sondage (2 x 2 m)	5.1	4.4	0.30	2.7	937	2.5	Circulaire	Culot	x
MBR130	Prospections	7.8	3.6					Croissant fin	Mixte	
MBR141	Fouille	6.1	5.4	0.26	3.4	808	2.7	Elliptique	Coulée	xx
MBR142	Fouille	4.2	3.9	0.20	1.3	{935}	1.2	Elliptique	Coulée	
MBR143	Fouille	2.6	1.7	0.35	0.6	630	0.4	Fosse	Culot	xx
MBR210	Sondage (3 x 1 m)	9.0	8.5	0.37	11.1	859	9.6	Circulaire	Culot	x
MBR220	Sondage (2,5 x 2,5 m)	4.7	4.5	0.17	1.4	1159	1.6	Circulaire	Culot	x
MBR240	Sondage (6 x 1 m)	4.8	4.2	0.40	2.8	913	2.6	Circulaire	Culot	x
MBR411	Prospections	6.0	3.0					Elliptique	Coulée	
MBR412	Prospections	5.0	4.0					Elliptique	Culot	

16



17

et en céramique qui ont été récoltés dans les champs et les rizières. Ils proviennent certainement d'un habitat rasiakajy qui n'a pas encore été signalé. Deux amas de scories ont été identifiés au sud-ouest d'Ampagnantsaovagna²².

Enfin, près d'Ampanantova, sur une colline sableuse appelée elle aussi Antaimby – « le lieu des scories » – on observe 5 petites buttes de déchets métallurgiques (fig. 17). Le site se trouve dans la zone de transition entre les sables et les altérites.

2.3 La fouille d'un atelier de réduction : secteur MBR 140 près d'Amboronala

Légèrement au sud de l'estuaire du Lokoho²³, entre le rivage et les collines de l'arrière-pays, on retrouve le long de la côte une bande de sédiments sableux quaternaires littoraux large de plus d'un kilomètre (fig. 15, 16). Le contact avec les collines est marqué par une dépression d'une centaine de mètres de large où s'accumulent les eaux de ruissellement venues de l'intérieur des terres. Un puissant cordon dunaire, qui atteint localement une dizaine de mètres de haut, marque cette limite. À l'est s'étend une plaine sableuse entrecoupée de bas-fonds marécageux. La végétation est constituée d'une prairie naturelle d'herbes rases poussant sur le sable.

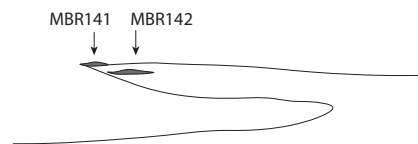
Le secteur MBR 140 se trouve au pied de ce grand cordon dunaire, sur une petite éminence sèche surplombant à peine les marécages (fig. 18). L'atelier de réduction est

Fig. 17 Amas de scories près du village d'Ampanantova, à mi-chemin entre Sambava et Antalaha

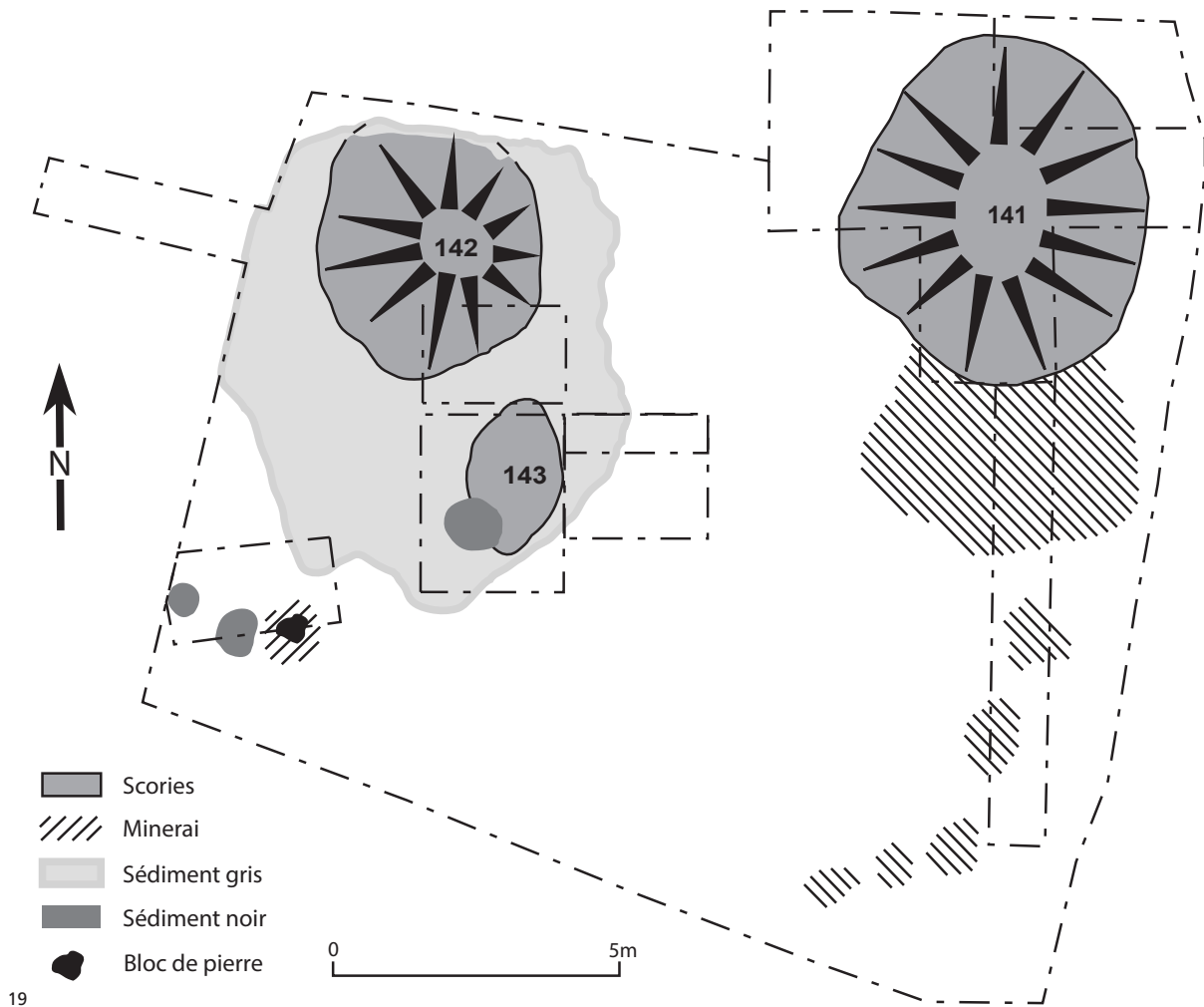
Fig. 18 Vue générale du secteur MBR 140 d'Amborolana : deux petits amas de scories juxtaposés sur une butte sableuse entourée de marécages

²² Rapport de prospection par W. Jaony.

²³ Actuellement, l'estuaire du Lokoho se trouve à 5 km au nord du secteur étudié, tout près de Benavony. Cependant, la morphologie du terrain indique qu'il s'est récemment déplacé vers le nord.



18



19

Fig. 19 Plan général du secteur MBR 140 d'Amoborolana : deux amas de scories (MBR 141 et 142), une grande fosse correspondant au foyer et à son aire de travail et un bloc de pierre pour le concassage du minerai (relevé et dessin M. Mauvilly)

Fig. 20 Vue générale du secteur MBR 140 à Amoborolana : le nettoyage de la surface fait apparaître les deux petits amas de scories et le bloc de pierre pour le concassage du minerai

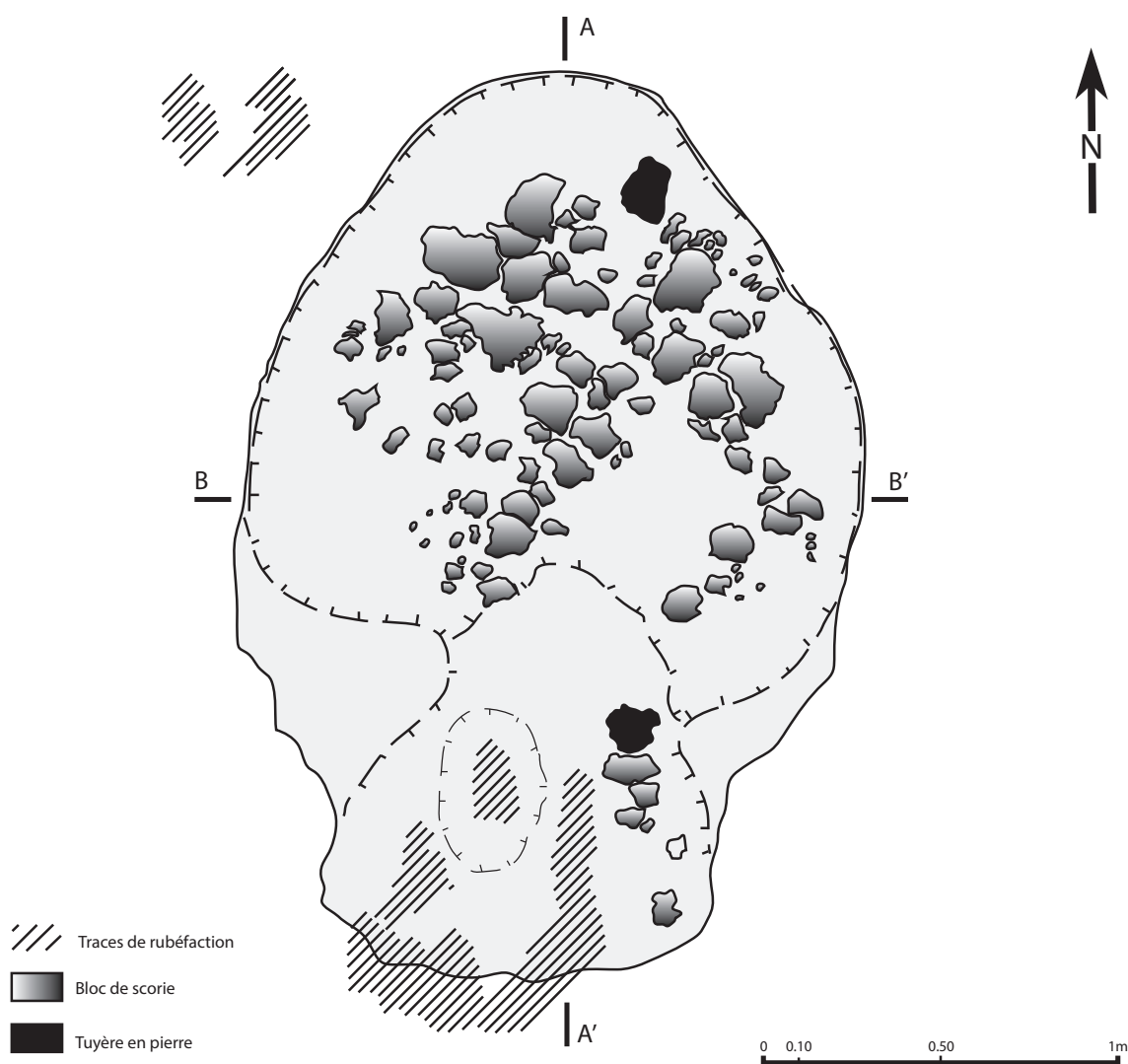
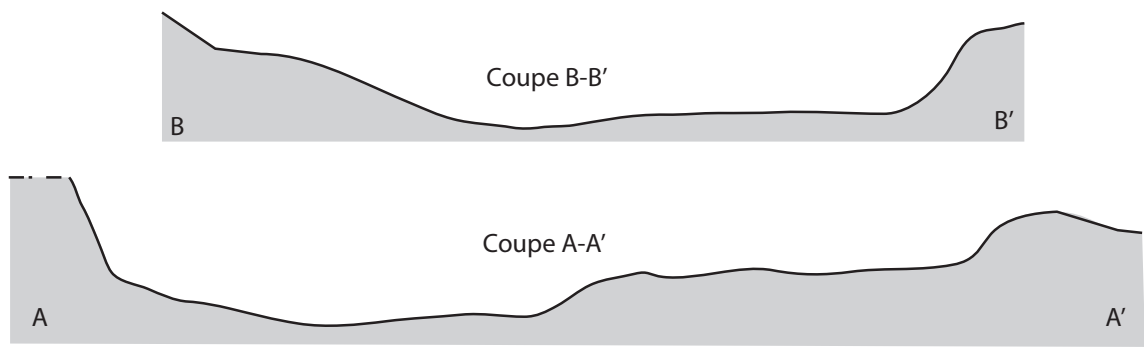
centré sur une grande fosse de travail (fig. 19). La structure de combustion, probablement un foyer plutôt qu'un véritable fourneau, occupait la partie sud de cette fosse. Il était équipé d'une tuyère et de soufflets. L'accès au foyer se faisait par la partie nord, située en contrebas pour faciliter l'écoulement des scories. Celles-ci étaient ensuite rejetées sur les deux amas situés à l'extérieur de l'aire de travail. Les scories en culot hémisphérique ont été utilisées pour renforcer les bords de la fosse de travail. La zone de préparation du minerai comporte un gros bloc de pierre pour le concassage. Les nombreux trous de piquet laissent penser que d'autres aménagements devaient exister, mais les données sont trop lacunaires pour proposer une reconstitution.




Avant l'ouverture du chantier, une cérémonie traditionnelle a été organisée à proximité du site. La végétation a été coupée et la couche de terre végétale et de racines enlevée sur une surface 15 × 15 m, soit environ 200 m². Ce premier décapage fait apparaître les deux monticules de scories reposant sur une couche de sable grisâtre (fig. 20).



20

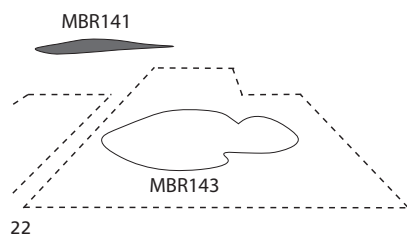




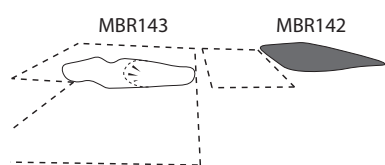
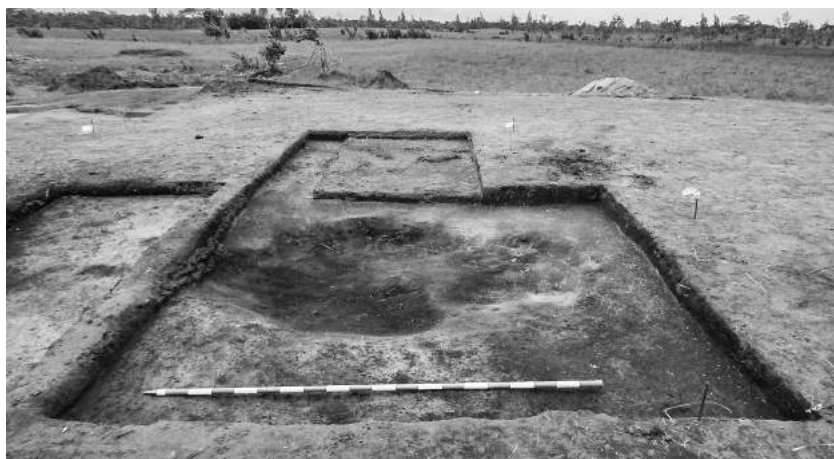
-  Traces de rubéfaction
-  Bloc de scorie
-  Tuyère en pierre

21

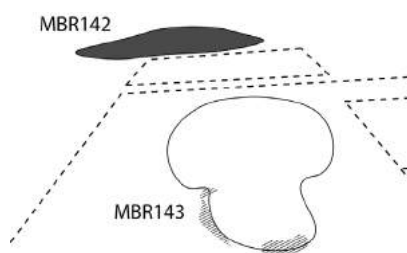
Fig. 21 Plan et coupes de la fosse MBR 143. Dans la partie nord, les bords et le fond de la fosse sont renforcés par de gros fragments de scorie. Dans la partie sud, le sable est rubéfié suite à un impact thermique. (Relevé et dessin M. Mauvilly)



22



23



24



Fig. 22 Vue de la fosse MBR 143 en direction de l'est après démontage du comblement

Fig. 23 Vue de la fosse MBR 143 en direction de l'ouest après démontage du comblement. L'amas de scories MBR 142 est visible sur la droite (au nord).

Fig. 24 Vue de la fosse MBR 143 en direction du nord. Le comblement, qui a été en partie démonté, a fait apparaître les gros fragments de scorie qui renforcent le fond et les bords de la fosse dans la partie nord.



Fig. 25 Vue du secteur MBR 140. Au premier plan, le gros bloc de pierre utilisé pour le concassage du minéral

25

Au nord-est, l'amas de scories MBR 141 a été presque entièrement démonté. Les scories du quart nord-est ont été systématiquement pesées. Une tranchée de 1 × 10 m a été ouverte au sud de l'amas MBR 141 pour appréhender les épandages de petits fragments de minéral. Autour de l'amas ouest, MBR 142, le sédiment, plus sombre, contient des débris métallurgiques. Cette anomalie sableuse grisâtre, MBR 143, se développe en direction du sud. Localement, le sédiment devient franchement noir et collant. Cette sombre perturbation a été décapée sur une surface de 5 × 4 m, mettant en évidence une grande fosse grossièrement elliptique portant des traces d'impact thermique dans la partie sud. À l'extérieur de cette perturbation, au sud-ouest, se trouve un gros bloc de pierre.

La grande fosse, MBR 143, est le cœur de l'atelier (fig. 21–24). Elle mesure 2,5 m de long du nord au sud et 1,8 m de large. Elle est creusée dans le substratum sableux. Dans la partie nord, plus profonde, le creusement atteint 35 cm au-dessous du niveau du sol actuel. Au nord et à l'est, les bords de la fosse sont quasiment verticaux. Ils sont renforcés par un empilement de gros fragments de scorie. Les pièces sont jointives, pratiquement encastrées les unes contre les autres. Des culots hémisphériques ont presque uniquement été utilisés. Les pièces les plus grosses tapissent la partie nord-est. Au centre, sur le fond, les débris sont plus petits et disposés de manière moins compacte. Du côté ouest, le bord de la fosse remonte en pente douce et les scories sont moins abondantes et moins grosses.

La partie sud de la fosse MBR 143 forme une dépression moins profonde, de forme trapézoïdale, qui est accolée à la partie nord. Le niveau du fond est surélevé d'une dizaine de centimètres. À l'est comme à l'ouest, la paroi s'infléchit pour ne laisser qu'un passage étroit entre les deux parties de la fosse. Une cuvette peu marquée occupe le centre de la partie sud. C'est dans et autour d'elle que les traces d'impact thermique sont les plus marquées. Le sable a subi une rubéfaction significative, mais il est à peine induré. Les zones colorées dessinent vaguement une couronne autour de la cuvette mais les limites sont indistinctes.

Le comblement de l'ensemble est constitué d'un sédiment noir, parfois collant, très riche en matière organique et contenant de très nombreux débris métallurgiques disposés de manière désordonnée (fig. 24). Dans la partie supérieure, le sédiment du comblement est plus sableux et grisâtre.



26



27

Fig. 26 Vue de détail du bloc utilisé pour le concassage du minerai (secteur MBR 140). La face visible comporte de nombreuses traces d'impacts et on voit les éclatements latéraux. Au moment de sa découverte, le bloc était retourné.

Fig. 27 Vue de détail du grand trou de poteau à l'ouest du bloc utilisé pour le concassage du minerai (secteur MBR 140)

Fig. 28 Vue de l'amas de scories MBR 142 en direction de l'ouest

²⁴ On n'a pas observé de battitures qui auraient pu indiquer l'utilisation de cette pierre comme enclume pour forger le fer ou travailler le produit brut du fourneau.

²⁵ Dans l'épandage au pied de l'amas 141, sur une surface de 2,5 m², on a récolté 20 kg de scories, 4 kg de minerai et un petit fragment de fer informe et corrodé d'une centaine de grammes.

Ces vestiges sont assez mal conservés et peu parlants. Cependant, on interprète la partie sud de la fosse présentant les impacts thermiques comme l'emplacement d'une structure de combustion pour le traitement du minerai. Cette structure était probablement légère puisqu'on ne trouve pas de paroi construite et elle était sans doute fréquemment réaménagée, peut-être même après chaque opération. Les impacts de chaleur étant un peu plus marqués au sud, c'est dans cette position, en périphérie de la fosse, que l'on restitue l'emplacement de la soufflerie. La partie nord de la fosse est sans doute un espace de travail donnant accès au fourneau. C'est par là que l'on évacue les déchets, scories coulées en cours d'opération et bloc de fond de four à la fin de celle-ci.

Au sud-ouest de la fosse MBR 143, à une distance de 2,5 m, se trouvait un gros bloc de grès quadrangulaire (35 × 40 × 20 m) (fig. 25). Dans l'environnement sableux modelé par le vent du site d'Amboronala, il n'y a aucun doute que cette grosse pierre a été apportée par l'homme. Sur les deux faces principales, le bloc porte des traces très nettes de percussions et plusieurs gros éclats ont été détachés sur les bords (fig. 26). Tout autour, dans un rayon de plus de 50 cm, le sol est jonché de petits morceaux de concrétions ferrugineuses. Ces petits fragments de minerai sont mêlés au sable orangé sur une épaisseur d'environ 5 cm. La pierre a donc clairement servi pour le concassage du minerai²⁴. Elle a été utilisée sur deux faces et la couche de fragments de minerai passait en-dessous du bloc. Sa position a donc sans doute été modifiée à plusieurs reprises pendant son utilisation.

À l'ouest du bloc, à faible distance, deux perturbations circulaires noires sont apparues dans le sédiment sableux orange (fig. 27). Il s'agit de deux grands trous de poteau (diamètre 30 cm, profondeur 70 cm). De gros fragments de scorie ayant probablement servi au calage des poteaux ont été trouvés au fond de ces trous.

À l'est/sud-est de la fosse MBR 143, à une distance d'un peu plus de 5 m, on observe en surface des épandages discontinus de morceaux de minerai. Ils sont particulièrement nombreux au pied de l'amas de scories 141. Les fragments sont pluricentimétriques, nettement plus gros que ceux qui environnent le bloc de concassage. Ils sont visibles en surface et présents dans les 5 premiers centimètres de la couche de sable²⁵. Un autre trou de piquet, de dimensions moins importantes (diamètre 10 cm, profondeur 20 cm) a été repéré lors du creusement de la tranchée au sud de l'amas 141. Le remplissage contenait aussi un élément de calage.

Au nord de la fosse MBR 143 se trouvent les deux amas de scories (fig. 19). L'amas MBR 142 est tout proche la fosse. Il est circulaire, d'un diamètre de 4 m et d'une épaisseur d'à peine 20 cm. Il a seulement été décapé en surface, mais pas fouillé (fig. 28). Il est constitué exclusivement de petits fragments pluricentimétriques de scorie coulée.

L'amas MBR 141 se trouve à 8 m de distance de la fosse en direction du nord-est. Il est un peu plus volumineux (diamètre de 6 m et épaisseur de 30 cm). Il a été fouillé presque complètement (fig. 29). Il est constitué en grande majorité par des scories



28



29

Fig. 29 Vue de la fouille de l'amas de scories MBR 141, en direction de l'ouest. La couche de scories atteint une épaisseur de 25 cm.



30

Fig. 30 Vue des trous de piquet à la périphérie nord-ouest de l'amas de scories MBR 142



31

Fig. 31 Vue de l'amas de scories coulées MBR 110, situé sur le sommet de la grande dune au sud-ouest du secteur MBR 140. Vue en direction de l'ouest depuis le pied de la dune.





32

Fig. 32 Vue du sondage sur l'amas de scories en culot hémisphérique MBR 120, situé sur le cordon dunaire au sud-ouest du secteur MBR 140. Vue en direction du nord. Le secteur MBR 140 se trouve à l'arrière-plan sur la droite.

Fig. 33 Vue générale du secteur MBR 200, en direction du nord depuis le cordon dunaire. Le secteur MBR 200 occupe la bande herbeuse au-delà du gué, au centre de la photo.

coulées, mais il contient aussi quelques fragments de tuyère, des morceaux informes sableux rubéfiés faiblement indurés et des éléments en argile blanche plastique. Quelques fragments de culot hémisphérique ont été observés mais ils ne forment qu'une proportion négligeable de l'assemblage.

Au nord-ouest de l'amas MBR 141, le décapage de la couche de sable stérile a mis en évidence la présence d'une quinzaine de perturbations noires plus ou moins circulaires, disposées de manière désordonnée sur une surface d'environ 4 m² (fig. 30). Les diamètres sont variables, allant de 5 à 30 cm, de même que les profondeurs (2 à 25 cm). Certaines perturbations sont plus étendues et de formes irrégulières. Des fragments de scories ont été récoltés dans les remplissages. Ces structures correspondent sans doute à des trous de piquets se rapportant à des aménagements contemporains de l'activité métallurgique. Il est difficile de restituer une organisation.

La fouille de l'ensemble du secteur MBR 140 n'a livré absolument aucun tessons de céramique.

Les déchets métallurgiques provenant du quart nord-ouest de l'amas MBR 141 ont été pesés. La masse totale est de 681 kg. On peut donc estimer que l'amas est constitué dans son ensemble de 2700 kg de scories et de quelques dizaines de kilos de débris de tuyère. Le volume²⁶ de cet amas est estimé à 3,4 m³. La masse de scories est donc de l'ordre de 800 kg par m³. Pour l'amas MBR 142, le volume calculé est de 1,3 m³ et la masse totale des scories atteint donc 1200 kg. Les scories provenant de la fosse MBR 143 n'ont pas été pesées directement mais on peut estimer la masse globale à environ 400 kg²⁷. L'estimation de la masse totale de scories présentes sur le site MBR 140 se situe entre 4 et 4,5 tonnes.

2.4 Les prospections et sondages entre Amboronala et Faharabana

2.4.1 Les vestiges situés à l'est : entre la route principale et l'océan

Au sud, à une centaine de mètres du secteur 140, trois autres petites concentrations de scories ont été localisées (fig. 15, 16). Les amas ont été délimités en piquant le sol avec une barre de fer. L'amas MBR 110 est installé sur la crête du cordon dunaire (fig. 31). C'est une petite butte circulaire qui s'est un peu étalée dans la pente. Elle a fait l'objet d'un sondage. Elle est essentiellement constituée de scories coulées. L'amas MBR 120 est également situé sur le cordon dunaire (fig. 32). Il a une forme circulaire. Un quart de l'amas a été fouillé et il a livré environ 550 kg de scories, essentiellement des culots hémisphériques. La masse totale de déchets peut être estimée à 2200 kg. Quelques tessons de céramique locale, une vingtaine, ont été récoltés. MBR 130 est une concentration de débris qui se trouve à l'est, en contrebas du cordon dunaire. L'amas paraît former un croissant mais les limites n'apparaissent pas clairement. On observe la présence de culots hémisphériques et de rares scories coulées. Il n'y a pas eu de sondage.

À 800 m au nord du secteur 140, le haut cordon dunaire s'interrompt brusquement et les eaux du bas-fond situé à l'ouest peuvent s'écouler vers l'est jusqu'à l'océan. Au-delà du gué, s'étend une belle étendue sableuse recouverte d'herbe rase (fig. 33).

²⁶ Le volume d'une butte circulaire est estimé d'après la formule :

$$V = 0,5 \times 3,14 \times r^2 \times h$$

V = volume, r = rayon et h = hauteur.

²⁷ Le comblement comportait essentiellement des gros fragments, surtout des culots hémisphériques. On peut estimer que le nombre de pièces est de l'ordre de 250 fragments pour une masse individuelle moyenne de 2 kg.



33

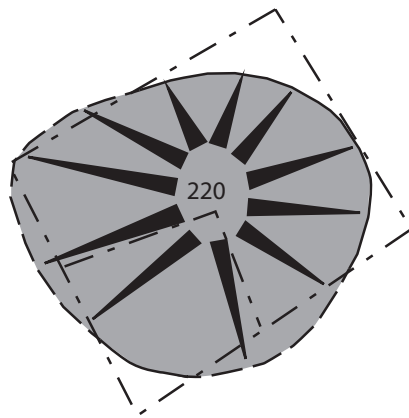
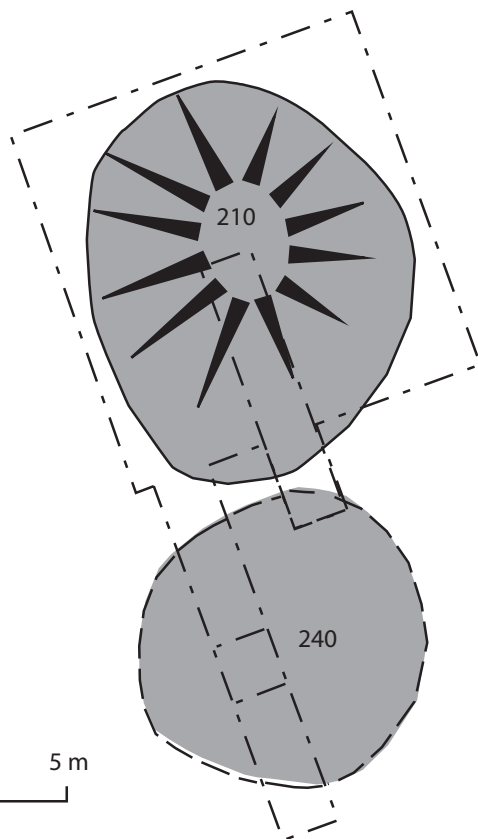


Fig. 34 Plan des trois amas de scories du secteur MBR 200 (relevé et dessin M. Mauvilly)



0 5 m

34

Un groupe de petits amas de scories (zone MBR 200), très proches les uns des autres, a été étudié (fig. 34, 35). Deux concentrations, MBR 210 et 220, formaient de petits monticules visibles en surface. Une troisième concentration, MBR 240, a été découverte lors des sondages. Les amas sont circulaires, petits (5 m de diamètre) et peu épais (20 à 40 cm). Ils sont constitués essentiellement de scories en culot hémisphérique. Il n'a pas été possible de localiser les vestiges d'un fourneau.

Ces amas de scories ont livré un peu de mobilier archéologique constitué essentiellement par de la céramique locale fine et grossière, environ 500 fragments, ainsi que 5 morceaux de vase en chloritoschiste. Du mobilier a également été découvert en



35

Fig. 35 Vue générale du secteur MBR 200, en direction du sud. L'amas MBR 220 se trouve au premier plan. L'amas MBR 210 se trouve au second plan. L'amas MBR 240 n'a été détecté que lors du creusement de la tranchée au sud de MBR 210.

surface, dans les excavations et les déblais des charbonnières disséminées alentours. Pour cette raison, 5 petits sondages (MBR 231 à 235) ont été implantés sur l'étendue herbeuse à proximité des découvertes de surface. Sous la couche humifère d'une épaisseur d'une dizaine de centimètres se trouve une couche de sable grisâtre contenant du mobilier archéologique dispersé. Une vingtaine de centimètres plus bas, on atteint le sable clair stérile. Tous les sondages ont donné de petites quantités de céramique, des fragments de scorie et quelques morceaux de roche informes. Le sondage n°4 a recoupé une fosse. Un gros fragment de chloritoschiste a été retrouvé en surface²⁸. Tous ces éléments laissent penser qu'un habitat ancien doit se trouver à proximité, mais les recherches n'ont pas permis de le localiser avec plus de précision.

Pour finir, une concentration de scories (MBR 400) a été identifiée à 500 m au sud-est du secteur MBR 140, à la lisière de la zone boisée qui borde la mer. Dans la piste, on observe des fragments de scorie coulée et de culots. Il pourrait y avoir deux petits amas juxtaposés. Il n'y a pas eu de sondage sur ce site.

2.4.2 Les vestiges situés à l'ouest de la route : Ambodimadiro

Un autre groupe de vestiges sidérurgiques est situé à environ 1,5 km au sud-ouest, dans la zone de transition entre les terrains sableux littoraux et les collines couvertes d'altérites rouges de l'arrière-pays (fig. 15). Les amas de scories sont répartis en deux ensembles occupant deux collines basses séparées par un bas-fond humide orienté ouest-est (fig. 36). Le substratum est sableux et le terrain est occupé par une plantation de cocotiers. Par endroits, la végétation est dense et les vestiges sont peu visibles.

Sur le sommet de la colline nord (secteur DMD 900), 8 concentrations de scories ont été identifiées. DMD 910 et 920 sont deux amas de taille plus importante qui pourraient atteindre un diamètre supérieur à une dizaine de mètres. Ces deux buttes sont constituées de scories coulées associées à des pièces en culot hémisphérique. Les scories coulées semblent être les plus abondantes. Les autres buttes sont plus petites. Elles sont regroupées à proximité les unes des autres, mais aucune organisation ne se dégage de leur disposition. Certains amas paraissent être constituées exclusivement de scories en culot hémisphérique, d'autres ne contiennent que des scories coulées.

Sur la colline sud (secteur DMD 800), 6 concentrations sont visibles. Elles forment un alignement rectiligne est-ouest, plus ou moins dans l'axe de la colline. Tous les amas

²⁸ L'un des habitants du hameau voisin a apporté les éléments d'une marmite tripode en chloritoschiste, cassée mais complète, ainsi que son couvercle. Ils ont été trouvés dans les environs.

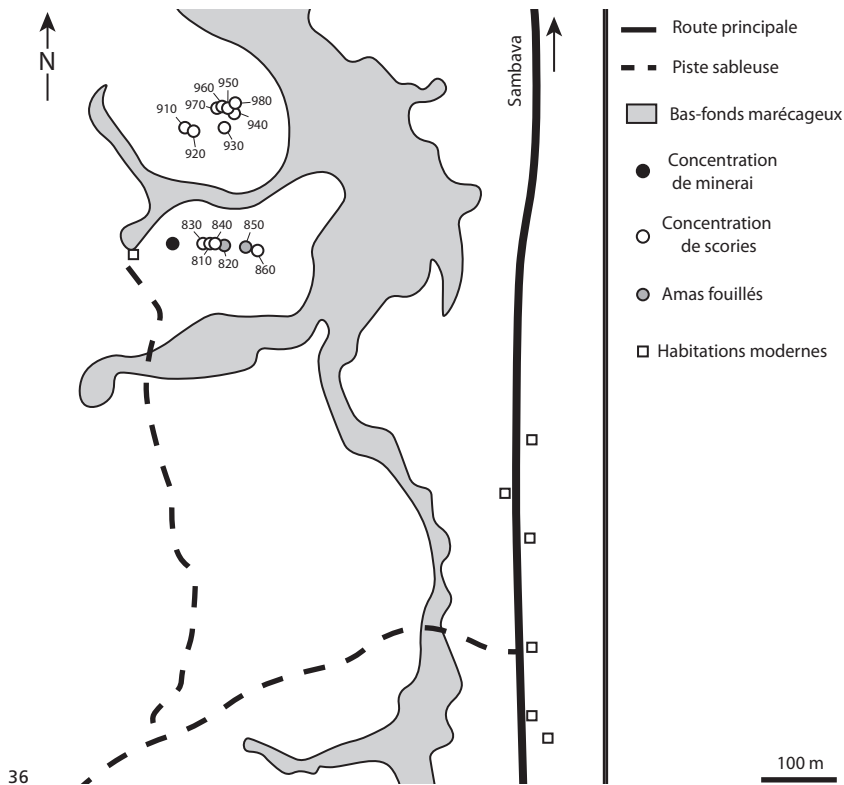


Fig. 36 Plan de localisation des amas de scories dans les secteurs DMD 800 et 900, lieu-dit Ambodimadiro près d'Amoronana

Fig. 37 Vue du sondage sur l'amas de scories DMD 820, lieu-dit Ambodimadiro près d'Amoronana. La couche de scories coulées atteint une épaisseur de 30 cm.

Fig. 38 Vue du sondage sur l'amas de scories DMD 850, lieu-dit Ambodimadiro près d'Amoronana. La couche de scories en culot hémisphérique atteint une épaisseur de 30 cm.

sont de petites dimensions. Les uns contiennent des scories en culot hémisphérique, les autres des scories coulées. Deux sondages ont été effectués pour prélever des échantillons et des charbons dans deux amas différents (DMD 820 (fig. 37) : scories coulées et quelques culots ; DMD 850 (fig. 38) : scories en culot et quelques coulées).

Dans la partie basse, située à l'ouest de la colline sud, on observe la présence de concrétions ferrugineuses dans le sol argileux rouge.

2.5 Les prospections et les sondages aux environs de Bemanevika

Le fleuve Bemarivo est un puissant cours d'eau qui draine une vallée de plus de 100 km de long s'enfonçant dans l'arrière-pays montagneux. Il se jette tout droit dans l'océan Indien. Le village actuel de Bemanevika est situé sur la rive nord du fleuve, à 3 km environ du rivage (fig. 15, 16). Il est construit sur les sédiments sableux quaternaires, à la jonction avec les collines basses constituées de roches anciennes altérées. À l'est, entre le village et la mer, se trouvent des bas-fonds exploités en rizière et des cordons sableux boisés sur lesquels la vanille est cultivée. Plus au nord, les terrains sableux sont plantés de cocotiers.



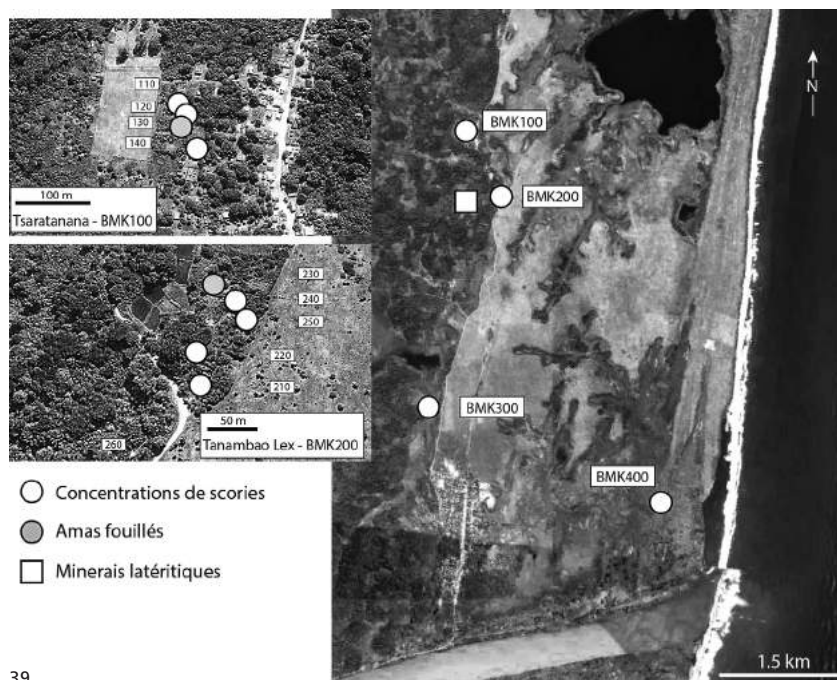
37



38

Fig. 39 Image satellite de la zone côtière au nord de Bemanevika et localisation des vestiges sidérurgiques

Fig. 40 Description et quantification des amas de scories de Bemanevika ayant fait l'objet d'un sondage; {935} est la valeur moyenne de la masse de scories en fonction du volume de sédiment (kg/m^3) calculée à partir des mesures effectuées dans 6 sondages (cubages) à Amboronala



39

L'habitat ancien occupe un étroit cordon sableux situé à 1 km environ du rivage. Ce cordon formait une presqu'île raccordée au nord et entourée de bas-fonds à l'est et, probablement, par une lagune à l'ouest²⁹. Les vestiges d'un puits en chloritoschiste sont mentionnés ainsi que des niveaux archéologiques observés dans une tranchée et un gros amas de scories (Vérin 1986, p. 266–267)³⁰. Il y avait aussi des levées artificielles de terre qui reliaient le cordon sableux à la terre ferme vers le sud³¹.

À l'aide des habitants de Bemanevika, plusieurs zones d'amas de scories ont pu être visitées (fig. 39, 40). Trois zones (BMK 100, 200 et 300) se trouvent au nord du village actuel, à la limite entre les sables et les collines latéritiques. Ces zones se trouvent à proximité d'une rivière appelée Taimby – « scorie » –, ce qui laisse entendre un lien avec les activités métallurgiques³². La quatrième zone se situe à l'est, à proximité immédiate de traces d'occupation ancienne (BMK 400).

2.5.1 La zone BMK 100 : le village de Tsaratanana

Tsaratanana est un petit village situé à 4,5 kilomètres au nord de Bemanevika après avoir traversé la rivière Taimby. Dans le village, à une cinquantaine de mètres à l'ouest de la route, quatre petites concentrations de scories sont alignées sur la crête d'un cordon dunaire (BMK 110 à 140).

Un sondage a été implanté sur l'amas BMK 130, le seul qui n'est pas situé sous un bâtiment moderne (fig. 41). Le terrain est très perturbé car il a été utilisé pour la culture des patates douces. La concentration de scories, mal définie, couvrait une surface ovoïde d'environ 25 m². La moitié de la surface a été dégagée et nettoyée de la végétation, puis une tranchée a été ouverte.

La couche supérieure brune est très perturbée par les travaux agricoles³³. Elle recouvre une couche humifère sombre contenant des scories peu compactes. L'épaisseur

²⁹ Cette lagune est aujourd'hui ensablée.

³⁰ Les vestiges du puits en chloritoschiste de Bemanevika n'ont pas été retrouvés. Il devait être similaire à celui qui est encore visible à Angolovato, près de l'embouchure de la Manahara (Serneels et al. 2018, p. 152–153).

³¹ En 2013, il était encore possible d'atteindre le site en passant par le sud. En 2018, cet accès était coupé.

³² Il s'agit sans doute de la rivière Taimby mentionnée dans le rapport inédit de Gaudebout 1943 mentionné par Vérin 1975, p. 855. Il est difficile de suivre le cours de cette rivière en amont sur les images satellite, mais l'écoulement se fait en aval vers le petit lac de Farihy Ampasimbato puis vers l'océan. L'embouchure se trouve à 8 km au nord de celle du Bemarivo.

³³ Le propriétaire mentionne avoir apporté de la terre pour améliorer la qualité du sol.

Amas	Type d'intervention	Dimensions					kg scorie / m ³	Tonnage tonne	Forme	Assemblage	Datation
		Longueur m	Largeur m	Épaisseur Maximum	Volume m ³						
BMK130	Sondage 1 x 2 m	7.0	5.0	0.30	4.2	{935}	4.0	Elliptique	Culot	x	
BMK230	Sondage 1 x 2 m	4.6	4.0	0.20	1.4	{935}	1.3	Elliptique	Culot	x	
BMK420	Sondage 1 x 2 m	10.5	4.5	0.40	8.1	{935}	7.5	Elliptique	Culot	x	

40



41



42

maximum de ce niveau est de 28 cm. De nombreux charbons de taille centimétrique ont été prélevés, notamment à la base de cette couche. Elle repose sur un niveau de sable gris qui ne contient aucun mobilier archéologique. La fouille a montré que l'amas est approximativement deux fois plus étendu qu'il n'y paraissait. Les scories sont très majoritairement des culots hémisphériques. Quelques tessons de poterie locale ont été ramassés ainsi que de rares fragments de tuyères.

2.5.2 La zone BMK 200 : le hameau de Tanambao Lex

Tanambao Lex est un hameau récent, installé à 3,5 kilomètres au nord de Bemanavika. Cinq petites concentrations de scories ont été repérées entre les constructions et les champs de manioc (BMK 210 à 250). Une autre concentration de débris métallurgiques est visible dans la piste (BMK 260).

En surface, l'amas BMK 230 semblait particulièrement petit : les scories couvrent une aire circulaire de 2,5 m de diamètre. Une tranchée a été ouverte (fig. 42). La couche de scories atteint une épaisseur maximum de 20 cm. Les scories sont peu compactes et mélangées à un sédiment marron collant. À la base de cette couche de déchets métallurgiques se trouve une forte concentration de fragments informes de matériaux argilo-sableux rubéfiés, probablement des tuyères très peu cuites. Aucune organisation n'était lisible et aucun fragment ne semblait être en place. Les déchets métallurgiques, essentiellement des fragments de culot hémisphérique, reposent sur une couche de sable gris stérile contenant des grains de magnétite. Peu de céramiques ont été retrouvées lors de ces fouilles.

La colline située à l'ouest de la piste est constituée par une formation d'argile rouge résultant de l'altération latéritique. Par endroits, on observe de gros blocs de concrétions ferrugineuses agglomérées pouvant mesurer jusqu'à 1 m³. L'argile rouge contient de nombreuses concrétions pisolithiques millimétriques et centimétriques. La microtopographie du terrain est assez irrégulière et pourrait être le résultat de l'extraction du minerai. La colline est appelée Antaimby – « le lieu des scories », ce qui évoque un lien avec la métallurgie.

2.5.3 La zone BMK 300 : la piste Nord

À 1 km environ des dernières maisons de Bemanavika, des scories éparses sont visibles dans la piste qui se dirige vers le nord et longe la grande cocoteraie. Les débris sont éparpillés et aucune concentration ne peut être délimitée. Dans la cocoteraie située à l'est de la route, il est possible d'observer la nature du sol autour des arbres, mais aucun vestige n'a été repéré lors des prospections. À l'ouest de la route, la végétation est trop dense pour faire des observations. Sur la piste sableuse, des accumulations de grains de magnétite et d'ilménite sont formées par le ruissellement.

Fig. 41 Vue du sondage sur l'amas de scories BMK 130, lieu-dit Tsaratanana au nord-ouest de Bemanavika

Fig. 42 Vue du sondage sur l'amas de scories BMK 230, lieu-dit Tanambao Lex au nord-ouest de Bemanavika

³⁴ Vérin estime que la butte de scories a un diamètre de 15 m et une épaisseur d'au moins 1,2 m. Il surestime l'épaisseur réelle de l'amas car les scories recouvrent une butte naturelle.

Fig. 43 Vue du sondage sur l'amas de scories BMK 420 à l'est de Bemanevika, à proximité des traces d'occupation ancienne



43

2.5.4 La zone BMK 400 : les vestiges métallurgiques à proximité des traces de l'habitat ancien

La localisation de l'amas de scories BMK 420 correspond à la carte publiée par Vérin (1986, p. 264) et la description est cohérente³⁴. La présence de tessons de céramique atteste de la position de l'habitat. Il s'agit certainement du même site.

L'amas est situé sur la frange ouest du cordon sableux qui domine les bas-fonds marécageux. Les scories recouvrent la crête du cordon sableux et s'étalent dans la pente en contrebas, du côté de la rizière. Le couvert végétal est dense et la visibilité limitée. La zone est occupée par des plantations de vanille et il n'a été possible que de nettoyer la surface minimale. Grâce à l'utilisation d'une barre de fer plantée dans le sol, la surface recouverte par les scories a pu être estimée. L'amas est orienté nord-sud et possède une forme allongée avec une longueur de 11 m pour une largeur de 4,5 m.

Une tranchée de 1 x 2 m, orientée est-ouest, a été fouillée jusqu'au terrain sableux vierge (fig. 43). La couche humifère parcourue par les racines et contenant des scories très fragmentaires a une dizaine de centimètres d'épaisseur. Elle recouvre une couche de sédiment brun sombre contenant les scories. La quantité de scories augmente vers le bas. Dans la partie supérieure, les scories sont plus fragmentées alors qu'en profondeur, les culots sont souvent complets. La base du niveau a livré plus de charbon et de tessons de céramique que la partie supérieure. L'épaisseur maximum de la couche de scories au milieu de l'amas est de 40 cm. Elle recouvre un niveau stérile de sable gris orangé. L'assemblage de déchets est constitué presque uniquement de scories en forme de culot hémisphérique.

Les prospections dans les alentours n'ont pas révélé de nouvelle concentration de scories. Seuls quelques fragments épars ont été observés à 150 mètres plus au nord, en bordure de la rizière (secteur BMK 410). Du côté du sud, les habitants indiquent une dépression dans les déblais de laquelle on observe des tessons de céramique locale. L'emplacement peut correspondre à la mention de fouilles anciennes qui figure sur la carte de Vérin et pourrait être le résultat de travaux qu'il a effectués au début du 20^{ème} siècle.

2.6 Description des déchets métallurgiques

Les amas des scories étudiés sont constitués presque uniquement par des fragments de scorie. Les tuyères qui ne représentent pas plus de quelques pourcents de la masse totale. Les morceaux de paroi de fourneau sont pratiquement absents.

2.6.1 Les scories

Les scories des sites étudiés se répartissent en deux grandes catégories morphologiques, d'une part les pièces en forme de culot hémisphérique, de l'autre celles qui montrent des structures d'écoulement horizontal.

Les scories en forme de culot hémisphérique se sont formées par accumulation de matière fondue au bas du fourneau, juste en dessous de la tuyère (fig. 44). Pour la majorité des pièces, la masse est comprise entre 1,5 et 2,5 kg (fig. 45). À quelques exceptions près, le diamètre varie entre 15 et 20 cm et l'épaisseur entre 5 et 10 cm. Les pièces sont grossièrement circulaires, mais le bord est presque systématiquement rectiligne sur une longueur de 5 à 10 cm. Ce détail morphologique indique que le culot se forme au contact d'une paroi verticale plane. Dans quelques cas, on observe des matériaux argileux incrustés sur la surface de la scorie à l'endroit où le bord est rectiligne. Ces matériaux argileux sont similaires à ceux qui sont utilisés pour la fabrication des tuyères. Ces traces résultent de l'arrachement de la tuyère. Fréquemment, la surface supérieure présente une dépression centrale, parfois avec des bords anguleux relevés. Cette dépression pourrait se former à cause du flux d'air sortant de la tuyère et déformant la scorie visqueuse. Sur la surface supérieure, on observe souvent des zones d'aspect vitreux en périphérie de la dépression centrale.

La surface inférieure est très souvent parsemée de grains de sable qui sont pris dans la scorie. Il est fréquent que le sable forme une véritable croûte sur la surface inférieure pouvant atteindre une épaisseur de plusieurs millimètres. Souvent, on observe des particules de minerai partiellement fondu collées sur la surface inférieure, globalement convexe et régulière, qui moule le fond du fourneau. Normalement, l'artisan a aménagé le fond en lui donnant une forme concave régulière. Parfois, il rajoute un détail particulier, comme une petite dépression centrale de 2 ou 3 cm de diamètre pour 1 ou 2 cm de profondeur qui apparaîtra sur la pièce comme une petite protubérance. Parfois, la courbure du fond est irrégulière. On a même observé quelques traces anguleuses qui auraient pu être faites par un outil.

Les pièces qui montrent des structures d'écoulement horizontal sont presque toujours fracturées en petits morceaux de quelques centimètres d'arête. De rares pièces très grosses ont été retrouvées, la plus lourde pesant 5,4 kg (environ 20×20×10 cm). La surface supérieure, gris sombre et lisse, est refroidie au contact de l'air et montre des formes en cordon de taille centimétrique. La surface inférieure se refroidit au contact du substratum sableux ; elle est plutôt brunâtre, souvent rugueuse avec des grains de sable collés. Ces pièces sont pratiquement toujours écoulées plus ou moins horizontalement ou avec une faible pente. La grande majorité des pièces proviennent d'écoulements de petite section correspondant à des cordons isolés (1–2 cm de largeur) ou à quelques cordons superposés (3–5 cm de largeur). Les plus grosses pièces présentent souvent un profil en V ou en U résultant de leur écoulement dans un canal étroit creusé dans le sable (fig. 46), dont la largeur se situe entre 4 et 6 cm. Certaines pièces de scorie en canal peuvent avoir 20 cm de long. On observe rarement le débordement de la scorie qui se répand en dehors du canal. Parfois, l'écoulement forme une véritable plaque dont la largeur peut atteindre 20 cm dans certains cas.

Quelques pièces permettent d'observer directement une liaison entre les deux groupes morphologiques décrits ci-dessus. Ce sont des culots hémisphériques à partir desquels s'est développé un écoulement rectiligne (fig. 47). Ces pièces sont rares et la grande majorité des culots ne montre pas de départ de coulure. Plusieurs exemplaires ont été observés lors de la fouille de l'amas 11 du site de la rivière Matavy, en 2017. En 2018, d'autres pièces similaires sont apparues pendant la fouille du secteur MBR 140 d'Amboronala et lors des sondages à Ambodimadiro (DMD 800 et 900).

Il est frappant de constater que la proportion entre les scories en culot hémisphérique et les scories coulées varie très fortement d'un amas à l'autre. En 2017, au cours de la fouille de l'amas 11 du site de la rivière Matavy, on a clairement observé que les scories coulées avaient été systématiquement rejetées au nord de l'amas où elles représentaient 100% de l'assemblage. Ailleurs, l'assemblage était mixte. À l'échelle de l'amas, la proportion des scories coulées est estimée entre 30 et 50%. À Benavony, lors de la fouille de l'amas BNV 430, on n'a pas observé de séparation entre les déchets. La proportion des scories coulées est estimée à 15% environ. Dans le secteur MBR 140

Fig. 44 Aspect des scories en culot hémisphérique : vues de la surface supérieure, de la coupe sciée et de la surface inférieure

Fig. 45 Histogramme des poids des scories en culot hémisphérique entières provenant des différents sites étudiés en 2018. Le poids normal se situe entre 1,5 et 2,5 kg.

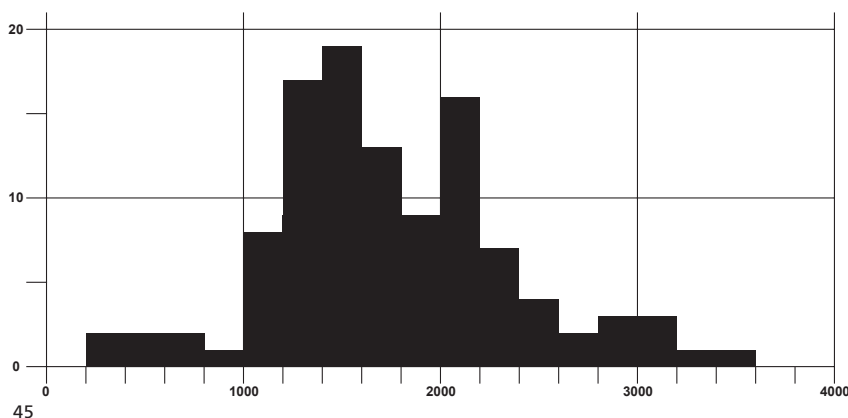
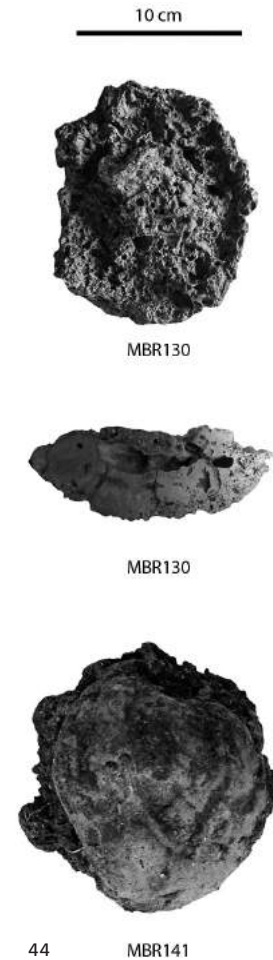


Fig. 46 Aspect des scories en coulure en canal : vues de la surface supérieure, de la coupe sciée et de la surface inférieure

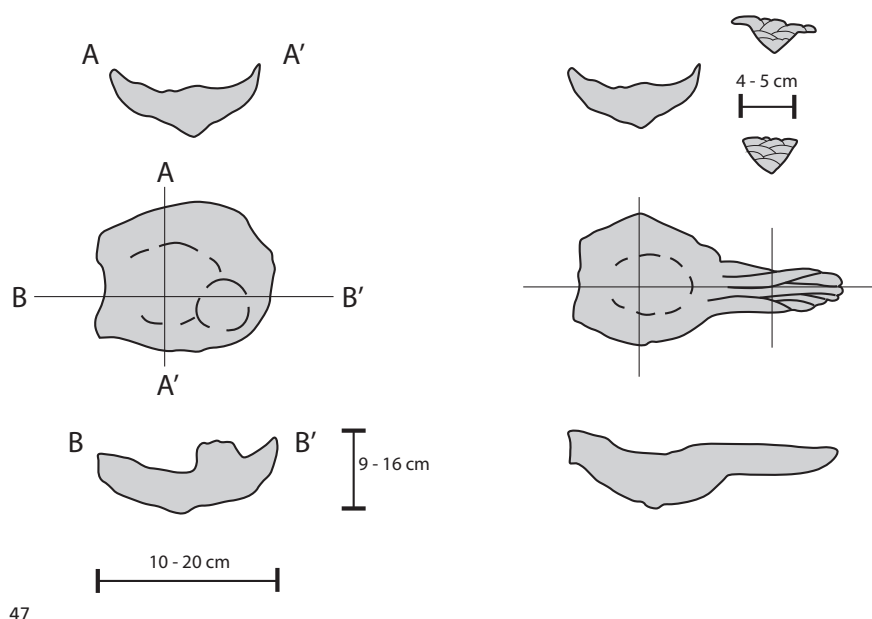
Fig. 47 Schéma illustrant les relations entre les scories en culot hémisphérique et les scories coulées en canal



d'Amboronala étudié en détail en 2018, les deux amas sont quasiment constitués par 100% de scories coulées. Au contraire, la fosse de travail contenait une très forte proportion de culots. À l'échelle du site, la proportion des scories coulées est estimée à 80%. Dans le secteur MBR 200, les amas étaient presque uniquement constitués par des culots. Dans l'état actuel des connaissances, ces différences ne font pas encore l'objet d'une explication satisfaisante.

2.6.2 Les tuyères

Des fragments de tuyère ont été observés systématiquement sur tous les sites étudiés et fréquemment au cours des prospections. Les tuyères ne représentent toutefois qu'un ou deux pourcent de l'assemblage. À l'échelle de la région, les tuyères possèdent des points communs mais présentent aussi une grande variété (fig. 48). Toutes les tuyères observées ne possèdent qu'un seul conduit dont le diamètre interne, de 1,5 à 3 cm, est relativement faible³⁵. De même, la longueur des pièces est plutôt petite : elle ne dépasse que très rarement 10 cm³⁶.



³⁵ À Amboronala MBR 140, on a ramassé un morceau de tuyère en pierre qui semble avoir deux conduits parallèles, mais il est probable que l'un d'eux n'ait pas été fonctionnel.

³⁶ L'estimation de la longueur de la tuyère est toujours délicate car l'extrémité, en contact avec le feu, subit une ablation par fusion partielle. De plus, pour les tuyères en argile qui n'ont pas été cuites au préalable, l'autre extrémité qui est en contact avec le soufflet ne subit pas de cuisson et se préserve donc très mal.

³⁷ Des blocs informes d'argile blanche crue ont été observés au cours de la fouille de l'amas de scories MBR 141. Il s'agissait probablement d'une réserve de matière pour la fabrication des tuyères. Cette argile blanche a dû être apportée sur le site.

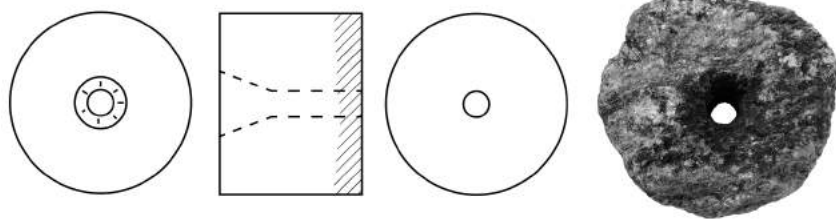
Par contre, les matériaux utilisés montrent une grande variabilité. Plusieurs sortes de roches ont été utilisées pour fabriquer des tuyères : des chloritoschistes, des schistes et des argilites. Les blocs de roches sont taillés, soit en forme de cylindre trapu, soit de parallélépipède. Le conduit est ensuite percé à travers le bloc. Dans certains cas, on utilise une tarière, c'est-à-dire un outil rotatif qui laisse des traces d'abrasion circulaires sur la paroi du conduit. Dans d'autres cas, on pourrait avoir travaillé avec un burin et un marteau. Le conduit est parfois ouvert en entonnoir vers le soufflet.

D'autres tuyères sont fabriquées avec des matériaux argileux. Il peut s'agir d'argile plastique assez pure ou au contraire d'une pâte céramique riche en grains de quartz. Les formes sont cylindriques et allongées. Dans ce cas, le conduit est modelé et non pas foré. En général, la paroi est moins épaisse pour les pièces en céramique que pour les tuyères en pierre. Les tuyères en céramique ne semblent pas avoir été cuites au préalable.

En général, sur un site donné, la majorité des tuyères sont fabriquées avec un matériau, mais quelques pièces le sont autrement. À Amboronala, les tuyères sont majoritairement façonnées avec une argile blanche assez pure³⁷. Plusieurs fragments de tuyère en schiste et en argilite ont également été découverts. À Bemanevika, c'est

 Fort impact thermique

10 cm



Morphologie des tuyères en chloritoschiste



Morphologie des tuyère en matériaux argilo-sableux

48

Fig. 48 Schéma des deux principales catégories de tuyères observées sur les différents sites sidérurgiques étudiés

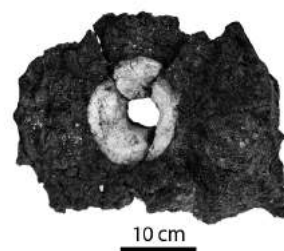
En haut : tuyère cylindrique courte en chloritoschiste avec perforation en forme d'entonnoir
En bas : tuyère cylindrique longue en argile cuite avec conduit interne cylindrique

Fig. 49 Tuyère en argile blanche avec un grand fragment de paroi en sable scorifiée (Amboronala, amas 141)

une argile orangée qui semble avoir été la matière première préférée, mais des fragments en pierre sont présents. À Benavony, la majorité des tuyères étaient faites avec du chloritoschiste, mais quelques-unes sont en argilite et d'autres en céramique.

Les tuyères présentent souvent de très fortes traces d'impact thermique. Certaines sont scorifiées sur la surface tournée vers le feu. Les tuyères en céramique ont souvent subi une fusion partielle.

Dans quelques cas, l'impact thermique a été suffisamment important pour provoquer l'induration de la paroi dans laquelle la tuyère était insérée. Quelques pièces présentant des traces de la paroi ont été retrouvées à Amoborolana MBR 140 et à Ambodimadiro DMD 800 et 900³⁸. Un fragment particulièrement bien conservé provient de l'amas MBR 141 (fig. 49). Tout autour de l'orifice de la tuyère, la paroi est conservée sur une distance de 10 cm environ. Le matériau utilisé est le sable du substratum, sans trace de revêtement interne.



49

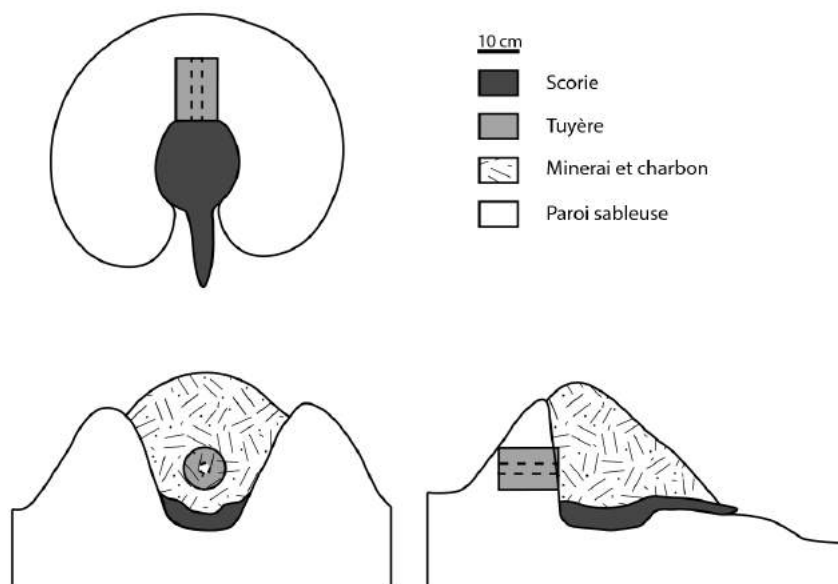
2.6.3 Essai de reconstitution de la structure de réduction

Faute d'avoir retrouvé des vestiges bien conservés, il s'avère difficile de reconstituer l'architecture des fourneaux utilisés par les Rasikajy pour la réduction du minerai de fer. Les trois sites fouillés, Benavony (BNV 410), Matavy (MTV 11) et Amboronala (MBR 140), ont permis de dégager des aires de travail présentant des traces d'impact thermique. L'étude des tuyères et des scories fournit quelques arguments supplémentaires.

Les scories en culot hémisphérique moulent le fond de la cuve de la structure de combustion. Il est creusé dans le sable et mesure environ 20 cm de diamètre. Le fond est fréquemment réaménagé, comme le montrent les variations de détail de la surface inférieure des culots et des dimensions. La tuyère est à peu près disposée horizontalement. Elle pénètre à l'intérieur de la cuve sur quelques centimètres. Elle débouche juste au-dessus de la scorie, c'est-à-dire 10 à 15 cm au-dessus du fond. La tuyère est encastrée dans une paroi construite en sable qui est à peu près verticale. Le sable devait donc être humide au moment de la mise en place. Il sèche et s'agglomère parfois au cours de l'opération. La paroi ne subit que rarement une véritable scorification, compte tenu du très faible nombre de fragments conservés. À Matavy, la disposition de plusieurs

³⁸ En 2017, une pièce bien conservée a été récoltée dans l'amas 11 du site de la rivière Matavy.

Fig. 50 Schéma de reconstitution du foyer utilisé pour la réduction du minerai de fer chez les Rasikajy (d'après les vestiges matériels de Matavy, de Benavony et d'Amboronala ainsi que l'observation des scories, tuyères et fragments de paroi)



50

blocs de pierre en arc de cercle autour d'une zone à un fort impact de chaleur semble indiquer que la paroi entoure la cuve plus ou moins complètement. La cuvette rubéfiée de Benavony est plutôt elliptique. Il n'y a pas d'argument sur ce site pour restituer la paroi. À l'opposé de la tuyère, l'artisan peut creuser dans le sol sableux un petit canal pour évacuer le trop plein de scories. Cette observation laisse penser que la paroi n'est pas continue. On restitue donc un appareil très simple, plutôt un foyer qu'un véritable fourneau (fig. 50).

La structure de réduction prend place en périphérie d'une fosse de 2 à 3 m de diamètre qui sert d'aire de travail. Les zones de rejet des déchets et de préparation du minerai se trouvent à l'extérieur.

2.7 Les datations par la méthode du radiocarbone

Les fouilles et les sondages ont permis de récolter de nombreux charbons de bois provenant des couches de déchets métallurgiques. Les nouvelles datations qui se rajoutent à celles obtenues en 2017, permettent de cerner de plus en plus précisément la période d'activité sidérurgique (fig. 51, 52)³⁹.

En 2017, sur le site de la rivière Matavy, les 5 datations définissent une fourchette comprise entre 1150 et 1400 AD (Sernels et al. 2018, p. 116). À Benavony, les recherches ont permis de dater l'occupation de l'habitat entre le 8^{ème} et le 14^{ème} siècle AD (Sernels et al. 2018, p. 116). Les trois échantillons provenant de la couche de débris métallurgiques de l'amas BNV 410 définissent un intervalle pour la production de fer entre 1286 et 1415 AD. Par contre, une datation nettement plus ancienne avait été obtenue pour le second amas de scories BNV 430. Son interprétation est délicate en raison des conditions d'intervention sur le terrain. Deux échantillons supplémentaires ont été datés en 2018 pour vérifier l'information (n° BNV 10 et 11, fig. 51). Malheureusement, la date ancienne n'est pas confirmée : les charbons de la couche de scories ont été mélangés avec ceux de la couche d'occupation sous-jacente, elle-même dépourvue de déchet métallurgique.

En 2018, 17 datations supplémentaires ont été obtenues pour les vestiges métallurgiques de la région de Sambava. Les 6 charbons provenant de la fouille de l'amas MBR 140 à Amboronala définissent un intervalle entre 990 et 1220 AD. Deux dates anciennes montrent une forte probabilité, seulement pendant un intervalle très bref entre 1015 et 1050 AD. L'un des charbons datés provient d'un grand morceau de bois carbonisé découvert sur le fond de la fosse de travail MBR 143, dans la partie sud qui

³⁹ Datations effectuées au Labor für Ionenstrahlphysik de l'École polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ), sous la responsabilité du Dr I. Hajdas (Hajdas 2008). La calibration est faite avec le programme OxCal v4.3.2 Bronk Ramsey 2017.

N° Terrain	Site	Position stratigraphique	N° Labo	¹⁴ C Âge	Âge calibré 2 sigma		
				BP	cal AD		
MBRD01	Amborolana	MBR 110	couche scories	ETH-95007	838	1164	1253
MBRD02	Amborolana	MBR 120	couche scories	ETH-95008	699	1269	1382
MBRD03	Amborolana	MBR 140	Amas 141, -20 cm	ETH-95009	900	1042	1207
MBRD04	Amborolana	MBR 140	Amas 141, -20 cm	ETH-95010	918	1035	1165
MBRD05	Amborolana	MBR 140	Tranché Est, piquet, -3 cm	ETH-95011	988	994	1151
MBRD06	Amborolana	MBR 140	Fosse 143, remplissage, -20 cm	ETH-95012	957	1022	1155
MBRD07	Amborolana	MBR 140	Fosse 143, brandon, -25 cm	ETH-95013	995	992	1149
MBRD08	Amborolana	MBR 140	Sondage 4, poteau, -40 cm	ETH-95014	885	1046	1218
MBRD09	Amborolana	MBR 210	couche scories	ETH-95015	736	1251	1292
MBRD10	Amborolana	MBR 220	couche scories	ETH-95016	689	1271	1386
MBRD11	Amborolana	MBR 230	couche scories	ETH-95017	791	1216	1274
MBRD12	Amborolana	MBR 240	sondage 4, perturbation	ETH-95018	866	1051	1225
DMDD01	Ambodimadiro	DMD 820	couche scories, -30 cm	ETH-95019	865	1051	1225
DMDD02	Ambodimadiro	DMD 850	couche scories	ETH-95020	957	1022	1155
BMKD01	Bemanevika	BMK 130	couche scories, -30 cm	ETH-95021	779	1221	1276
BMKD02	Bemanevika	BMK 230	couche scories	ETH-95022	862	1054	1225
BMKD03	Bemanevika	BMK 420	couche scories, -20 cm	ETH-95023	662	1281	1390
BNV10	Benavony (2017)	BNV 430	Amas 430, -28 cm	ETH-95024	594	1303	1409
BNV11	Benavony (2017)	BNV 430	Amas 430, -28 cm	ETH-95025	1049	908	1025

51

a servi de foyer. L'autre fragment a été prélevé dans le trou de piquet mis en évidence dans la tranchée est, au niveau des épandages de minerai. Les 4 autres dates sont légèrement plus jeunes, entre 1020 et 1220 AD.

La masse de scories étant relativement modeste, environ 4,5 tonnes, on ne peut pas exclure a priori que la durée de l'occupation soit très brève. Comme il est presque impossible que tous les charbons datés soient contemporains, l'activité a dû se prolonger au moins pendant quelques décennies. La fouille a mis en évidence des remaniements de l'espace de travail qui confirment une occupation d'une certaine durée.

Les charbons prélevés dans les amas MBR 110 et MBR 120 sont un peu plus tardifs. L'amas MBR 110 est le plus vieux des deux, daté entre 1160 et 1250 AD. L'amas MBR 120 donne un intervalle entre 1268 et 1381 AD, mais la forte probabilité ne se situe qu'entre 1270 et 1300 AD.

Quatre charbons proviennent du secteur MBR 200. L'intervalle s'étend de 1050 à 1385 AD. L'amas MBR 240 est le plus ancien, mais la probabilité qu'il soit antérieur à 1150 est très faible. La date obtenue confirme la relation stratigraphique observée lors de la fouille. L'amas MBR 220 est le plus récent et la probabilité la plus forte se situe entre 1270 et 1306 AD. La date associée au sondage 234 dans l'habitat est intermédiaire.

Enfin, les deux sondages sur les amas d'Ambodimadiro (DMD 820 et 850) couvrent la période entre 1020 et 1225 AD. Les deux amas pourraient se succéder dans le temps, mais une seule datation par amas ne suffit pas pour le démontrer.

Des charbons provenant des trois sondages de Bemanevika ont été datés. Ils couvrent eux aussi le même intervalle entre 1050 et 1390 AD. L'amas BMK 230 est le plus vieux, mais la probabilité qu'il soit antérieur à 1150 est très faible. L'amas BMK 420, proche de l'habitat, a donné la datation la plus récente. La dernière, effectuée sur un charbon récolté à BMK 230, est intermédiaire.

Il faut rappeler qu'il n'est pas possible de dater un amas de scories, même de petite taille, avec la mesure d'un seul charbon. Celle-ci permet de définir un intervalle de temps correspondant à la mort du bois⁴⁰. L'intervalle ne définit absolument pas la durée de fonctionnement de l'atelier qui peut être plus longue ou plus courte. On peut seulement affirmer qu'il y a une bonne probabilité que l'atelier était actif à un certain moment situé dans l'intervalle.

Fig. 51 Tableau des datations ¹⁴C obtenues en 2018 pour les amas de scories aux environs d'Amborolana (MBR) et de Bemanevika (BMK). Les deux datations supplémentaires ont été faites sur des charbons récoltés durant la fouille du secteur BNV 430 en 2017 à Benavony.

⁴⁰ La mort du bois peut être un peu plus ancienne que son utilisation comme combustible. C'est l'effet du « vieux bois ». Cependant, dans le climat humide de la région de Sambava, la putréfaction du bois mort est rapide ; il y a donc peu de chance que des arbres morts depuis longtemps aient pu être utilisés. Même si, avec des outils à main, il est certainement beaucoup plus facile de couper des arbres jeunes avec des troncs de faible diamètre, il est par contre imaginable que des vieux arbres aient pu être utilisés.

Fig. 52 Représentation schématique des phases d'occupation dans les différents sites de la côte entre Vohémar et Antalaha

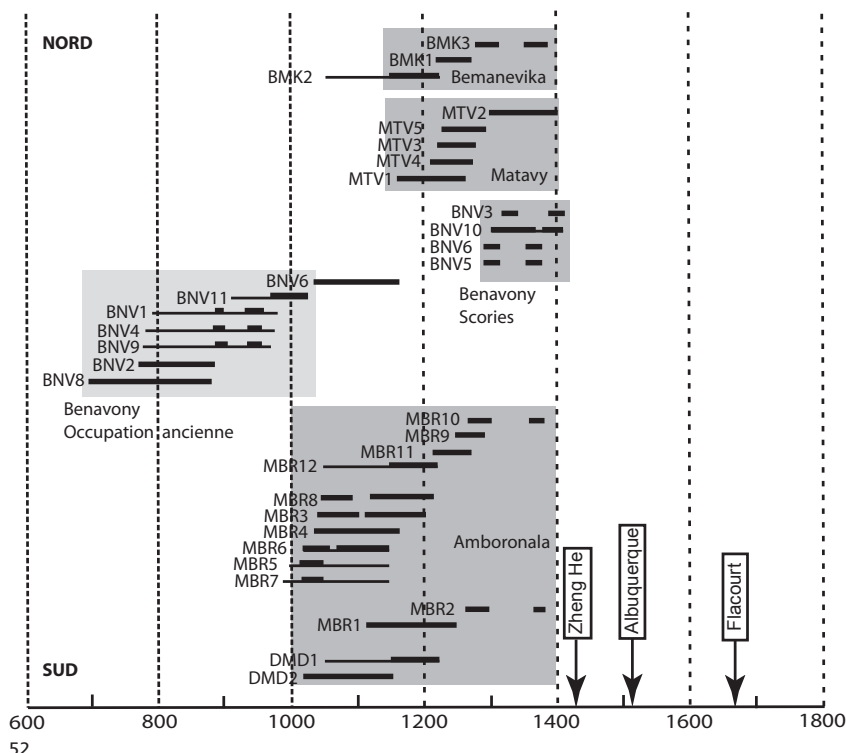
En gris clair : l'habitat de Benavony est occupé de manière précoce (avant 1000 AD)
 En gris sombre : les différents sites de production du fer sont tous actifs entre 1000 et 1400 AD
 Les voyages de Zheng He (Chine) dans l'océan Indien prennent place entre 1410 et 1425 ; les Portugais contournent l'Afrique en 1490 et explorent Madagascar dans les premières décennies du 16^{ème} siècle (A. et F. de Albuquerque) ; E. de Flacourt (France) publie la description de Madagascar en 1658

Dans le cas de l'atelier d'Amboronala MBR 140, qui est de petite dimension et pour lequel six charbons ont été datés, on peut penser que la durée de l'activité est de l'ordre de quelques décennies et se place entre 1000 et 1200 AD. Si l'on considère toutes les dates ensemble, on peut affirmer que la production de fer a débuté autour de 1000 AD et ne s'est pas prolongée au-delà de 1400 AD.

2.8 Bilan des connaissances sur le district sidérurgique du nord-est de Madagascar

Les recherches en cours ont permis de préciser l'importance et l'étendue du district de production primaire de fer dans le nord-est de Madagascar.

Les visites sur le terrain entre Vohémar et Antalaha ont permis de localiser une quinzaine de complexes métallurgiques comptant plus de 60 amas de scories (fig. 11 et 12). Il y a de bonnes raisons de penser que cet inventaire est incomplet et va encore s'enrichir avec l'intensification des prospections. La limite nord de la zone se trouve à la hauteur de l'estuaire de la Manahara et la limite sud un peu avant la ville d'Antalaha. Tous les sites se trouvent à faible distance de la côte, mais on distingue deux groupes du point de vue de la localisation. Dans le premier groupe, on classe les amas de scories qui se trouvent tout près de la mer, à proximité immédiate des habitats rasikajy. C'est une situation que l'on retrouve à Bemanevika (BMK 400), à Sambava (SBV 100), à Benavony (BNV 400) et à Amboronala (MBR 100, 200 et 400). La liaison avec l'occupation est évidente. D'autres sites ont été repérés dans une position différente : ils se trouvent à la limite entre les terrains sableux littoraux et les collines couvertes par les sols d'altérations rouges qui renferment des concrétions ferrugineuses. Ils se trouvent à quelques kilomètres de distance des habitats connus et ne montrent pas de traces d'activités domestiques. C'est le cas des gisements de la vallée de l'Antaimby, près de Bemanevika (BMK 100, 200 et 300), de la rivière Matavy près de Sambava (MTV 100) et d'Ambodimadiro près d'Amboronala (DMD 800 et 900). On peut penser que c'est pour se rapprocher des sources de minerai que ces ateliers ont été installés là. Pour le moment, on n'a pas identifié de site métallurgique à plus de 5 km à l'intérieur des terres⁴¹. Il est possible que la nature du terrain joue aussi un rôle dans le choix de l'emplacement



⁴¹ Les prospections pour les carrières de chloritosciste qui se déroulent à l'intérieur des terres n'ont pas donné de résultat concernant les scories.

de l'atelier de réduction. En tous cas, on constate que les amas de scories sont toujours installés sur des terrains sableux, ce qui pourrait être en lien avec le mode de construction ou de creusement du fourneau.

Les amas de scories sont de dimensions restreintes et correspondent à des tonnages limités. Les plus gros amas, comme ceux de BNY 410 (Benavony), MTV 111 (rivière Matavy), BMK 420 (Bemanevika) et peut-être DMD 910 et 920 (Ambodimadiro), renferment des tonnages de l'ordre de 30 à 40 tonnes. Les petits amas, comme ceux des secteurs 100 et 200 d'Amboronala ne contiennent que quelques tonnes. Les plus petites concentrations identifiées sur le site de la rivière Matavy ne représentent que quelques centaines de kilos. Même si de nombreux amas venaient encore à être découverts, le tonnage global n'augmenterait que modérément. La zone de production regroupe probablement plus de 100 tonnes de scories, mais pas plus de 1000 tonnes. Les études de laboratoire en cours permettront à l'avenir de faire une estimation de la masse de fer produite mais, en tout état de cause, cette quantité restera elle-aussi limitée.

Le district de production de fer du nord-est de Madagascar apparaît donc comme une zone de production mineure par rapport aux grands districts connus dans différentes parties de l'Afrique, de l'Asie et de l'Europe⁴². Elle ne peut pas avoir joué un rôle significatif au niveau du grand commerce de l'océan Indien. Par contre, les données doivent être affinées pour pouvoir évaluer son importance régionale, c'est-à-dire son rôle dans l'approvisionnement des habitats rasiakajy et son implication éventuelle dans des échanges avec les sites swahilis aux Comores et sur la côte tanzanienne. Jusqu'à maintenant, on sait peu de choses sur l'organisation de l'approvisionnement en fer de ces sites (Kusimba 1996 ; Kusimba et al. 1994 ; Kusimba & Killick 2003).

Les amas de scories sont tantôt presque uniquement constitués de scories en forme de culot hémisphérique, tantôt de scories coulées. Dans certains cas, les assemblages sont mixtes et les proportions entre les deux groupes morphologiques sont variables. Il semble que les deux groupes de scories sont à mettre en relation avec des activités de réduction du minerai de fer. Le contexte général et les premières analyses archéométallurgiques vont dans cette direction. De plus, on observe très fréquemment des particules de minerai incomplètement fondues prises dans les scories. Jusqu'à maintenant, le travail de forgeage n'est pas identifié clairement, mais c'est probablement parce que les habitats n'ont fait l'objet que de quelques petits sondages.

La technologie de la réduction montre une certaine variabilité dont témoigne en particulier la variation du rapport entre les différentes catégories de scories dans les assemblages. Les fourneaux ou plutôt les foyers, étaient des structures petites et légères ; leurs vestiges sont très peu spectaculaires. On note systématiquement la présence de tuyères avec un conduit de faible diamètre qui indiquent l'utilisation de soufflets. Les tuyères montrent d'importantes variations tant du point de vue des matériaux utilisés (roches diverses, céramiques) que du mode de fabrication (conduit modelé ou foré). Curieusement, les sables noirs, faciles d'accès, ne semblent pas avoir été employés comme minerai, mais les artisans ont préféré les concrétions d'oxydes de fer d'origine latéritique.

Sur la base des 33 datations obtenues dans le cadre du projet, on peut affirmer que la production de fer est active pendant une période de 300 ou 400 ans, entre le début du 11^{ème} et la fin du 14^{ème} siècle AD. Les charbons les plus anciens associés aux vestiges métallurgiques ne peuvent pas être postérieurs à 1050 et les plus jeunes pas antérieurs à 1320.

Six datations précoces ont été obtenues sur les anciens niveaux d'occupation de l'habitat de Benavony. Elles se placent dans l'intervalle entre 700 et 1000 AD. Elles sont associées à du mobilier archéologique qui comporte des céramiques « sgaffiato » importées du Moyen-Orient.

Les recherches archéologiques antérieures dans le nord-est de Madagascar avaient déjà mis en évidence cet horizon ancien, en particulier avec les travaux entrepris à Irodo

⁴² De nombreux districts métallurgiques ont laissé des traces qui démontrent une production de très grande ampleur. C'est avant tout le tonnage de scories qui reflète ce phénomène. On peut parler de grand district métallurgique lorsque la masse de scories est de l'ordre de 100 000 tonnes ou plus. En Afrique, on peut notamment mentionner la région de Bassar au Togo (De Barros 1986), le Sanmatenga au Burkina Faso (Serneels 2016), le Pays dogon au Mali (Robion-Brunner 2010) ou la région de Méroé au Soudan (Humphris & Rehren 2014). En Europe, pour l'époque romaine, on peut citer entre autres l'île d'Elbe en Italie (Pistolesi 2006) ou la région autour des Martys en France (Decombeix et al. 2000).

(Vérin 1986, p. 142–145 ; Battistini & Vérin 1967). L’horizon « Dombéni »⁴³, première phase d’occupation aux Comores, est daté de la période 750–1000 AD (Wright 1984, 2018).

Lors de la fouille de l’amas de scories BNV 410, ces niveaux anciens ont été clairement identifiés au-dessous de la couche de scories de fer. Dans l’état actuel des connaissances, il n’y a pas d’argument positif pour démontrer l’existence d’une production de fer au cours de cette phase d’occupation précoce. On peut supposer que pendant cette période, l’approvisionnement en fer était assuré par des importations. Ce n’est que dans une seconde phase que les Rasikajy ont mis cette ressource en valeur. Il reste à comprendre les raisons de ce changement.

On constate ainsi qu’il n’y a pas de vestige daté qui soit plus jeune que 1400 AD. La production de fer semble s’arrêter à l’aube du 15^{ème} siècle, à un moment où le nord-est de Madagascar participe encore très activement au grand commerce de l’océan Indien comme en témoignent les céramiques importées de Chine trouvées à Vohémar (Zhao 2011). C’est aussi pendant le premier quart du 15^{ème} siècle que se placent les grandes expéditions de l’amiral Zheng He pour le compte de l’empereur de Chine.

On ne peut pas évoquer l’épuisement des mines ou des forêts comme raison de l’abandon de cette production. Même localement, les volumes exploités n’ont pas pu être suffisants pour épuiser les mines ni les vastes forêts rasées. On ne peut pas non plus invoquer l’arrivée des Portugais qui a bel et bien provoqué des désordres importants, mais qui ne s’est produite que dans les premières décennies du 16^{ème} siècle, soit une centaine d’années au moins après l’arrêt de la production de fer.

⁴³ Le site de Dombéni, successivement fouillé par différentes équipes (Wright, Allibert et Pradines), a fourni un mobilier archéologique important avec des céramiques importées datables de la période 750–1000 AD (Pradines & Herviaux 2015). Le même assemblage est présent sur différents sites de l’archipel.

⁴⁴ Du point de vue pétrographique, le terme « chloritoschiste », comme le remarque déjà H. de la Roche (1956), est impropre, mais son utilisation est fermement ancrée dans la littérature archéologique. La roche est massive et non schisteuse. Le plus souvent, les amphiboles sont les minéraux les plus abondants, accompagnés par des chlorites et du talc. Les roches malgaches correspondent à la définition donnée pour les *Hösbachites* (Matthes & Krämer 1955 ; Matthes et al. 1995).

⁴⁵ Le chapitre sur ce sujet de la thèse de P. Vérin (1975) présente un état des connaissances complet. Ce texte a récemment fait l’objet d’une nouvelle publication (Vérin 2011). Les principales publications sont : Mouren & Rouaix 1913 ; Gaudebout & Vernier 1941 ; Lods 1955 ; Vernier 1952 et 1956 ; Vérin 1975 et 1986.

⁴⁶ D’autres carrières exploitées anciennement sont également connues dans d’autres régions de Madagascar (Griffin 2011).

⁴⁷ En 2014, N.F. Ravo a présenté un mémoire de Maîtrise (Département d’Études Culturelles, Université d’Antananarivo) sur la collection d’objets en chloritoschiste du Musée d’Art et d’Archéologie d’Antananarivo. En 2017, S. Velomora a présenté un mémoire de Maîtrise (Département d’Histoire, Université de Toliara) sur l’exploitation des chloritoschistes dans l’arrière-pays de Vohémar.

⁴⁸ Une brochure d’information expliquant le projet de recherches leur a été distribuée.

⁴⁹ Les coordonnées seront fournies sur demande à tous les chercheurs travaillant dans le domaine.

3. Les carrières de chloritoschiste dans la région de Vohémar

3.1 Déroutement des prospections 2018

L’extraction et la mise en forme des objets en chloritoschiste⁴⁴ sont un aspect spectaculaire et original de production artisanale chez les Rasikajy. Les pionniers de l’archéologie malgache s’y sont déjà intéressés au cours du 20^{ème} siècle⁴⁵. Dans la région nord-est, ils ont repéré une vingtaine de carrières dans l’arrière-pays⁴⁶. Cependant, la localisation exacte de la plupart d’entre elles reste incertaine. Plusieurs sites n’ont jamais été visités par les chercheurs qui ne les ont mentionnés que sur la base renseignements oraux. Les cartes géologiques récentes fournissent aussi d’importants renseignements pour localiser les zones susceptibles de renfermer des chloritoschistes (BGS-USGS-GLW, 2008). En outre, il faut mentionner que de jeunes chercheurs malgaches s’intéressent aussi aux chloritoschistes⁴⁷.

La campagne 2018 doit en grande partie son succès à la contribution de M. Sylvain Velomora, qui a accompagné l’équipe tout au long de son séjour et mis son expérience du terrain à disposition. Les prospections ont été menées en prenant bien soin d’informer les autorités locales et les habitants afin d’obtenir leur accord. Il est essentiel de respecter le système ancestral de croyances auquel la population est profondément attachée. Les anciennes carrières jouent un rôle important dans ce domaine (fig. 53). Les sites ont toujours été visités en compagnie de représentants des communautés locales⁴⁸.

Les coordonnées GPS de tous les sites ont été enregistrées. Cependant, conformément aux souhaits des chercheurs malgaches et des habitants de la région, ces données ne seront pas publiées⁴⁹. En agissant de cette manière, le but est de respecter le droit des communautés locales de contrôler l’accès à ces sites remarquables qui font partie de leur patrimoine et d’éviter que les dégradations et le pillage des objets mobiliers ne s’amplifient.

En 2018, il a été possible de visiter 19 sites d’extraction du chloritoschiste dans la région SAVA (acronyme pour Sambava, Antalaha, Vohémar et Andapa), auxquels s’ajoutent les deux emplacements visités en 2017 (fig. 58 et 59). La majorité des sites ont été localisés grâce aux données de la littérature ancienne, mais six autres sites ont



Fig. 53 Ensemble de fragments d'ébauche de couvercle et de récipient formant un autel à proximité de la carrière (Ambohimirahavavy – QV 19)

Fig. 54 Traces d'extraction verticales de blocs cylindriques. La surface supérieure du rocher montre les cercles tracés au compas. Les cannelures verticales sont des marques de ciseau. (Marobakoly – QV 04)

53



54

été ajoutés à la liste. Le plus souvent, ils ont été révélés par les enquêtes auprès des populations locales. Des renseignements concernant une dizaine d'autres carrières ont été collectés et ces emplacements feront l'objet de visites en 2019. Des fragments d'objet en chloritoschistes ont été récoltés lors des fouilles et des prospections⁵⁰.

3.2 Traces d'extraction et organisation spatiale des carrières

Les nombreuses carrières visitées présentent des vestiges similaires et forment un ensemble cohérent sur le plan technique. Certaines observations ont été faites de manière récurrente sur la majorité des sites. Partout, le chloritoschiste est extrait sous forme de blocs cylindriques principalement destinés à la production de marmites et d'autres types de récipients ou de couvercles (fig. 54). Chaque bloc est progressivement dégagé de la roche sur toute sa hauteur. Ce travail laisse sur la surface de longues cannelures verticales profondes et régulières. Le bloc est ensuite détaché du front de taille. Avant d'attaquer la roche, les carriers dessinent un tracé préalable sur la surface. Les cercles de différents diamètres sont obtenus à l'aide d'un compas et disposés de sorte à ce que la matière première soit exploitée de manière optimale (fig. 54).

Le plus souvent, l'extraction se fait dans des fosses circulaires s'enfonçant plus ou moins verticalement dans la roche. Les débris sont rejetés en périphérie (fig. 55). Lorsque les travaux sont importants, la forme rappelle celle d'un cratère. Les petites exploitations présentent des cratères de 5 à 10 m de diamètre. Ceux des plus grandes peuvent atteindre 20 ou 30 m. Un autre cas fréquent est l'exploitation de gros blocs dégagés par l'érosion naturelle en terrain plat ou éboulés le long d'une pente en terrain accidenté. Les fronts de taille abandonnés présentant des traces d'extraction circulaires ont frappé l'imagi-

⁵⁰ Quelques pièces proviennent d'Amboronala et de Sambava, quartier d'Antaimby, ainsi que de Mahilaka sur la côte ouest (Radimilahy 1998). Elles se rajoutent aux fragments trouvés à Benavony et Matavy en 2017. Leur étude est en cours.

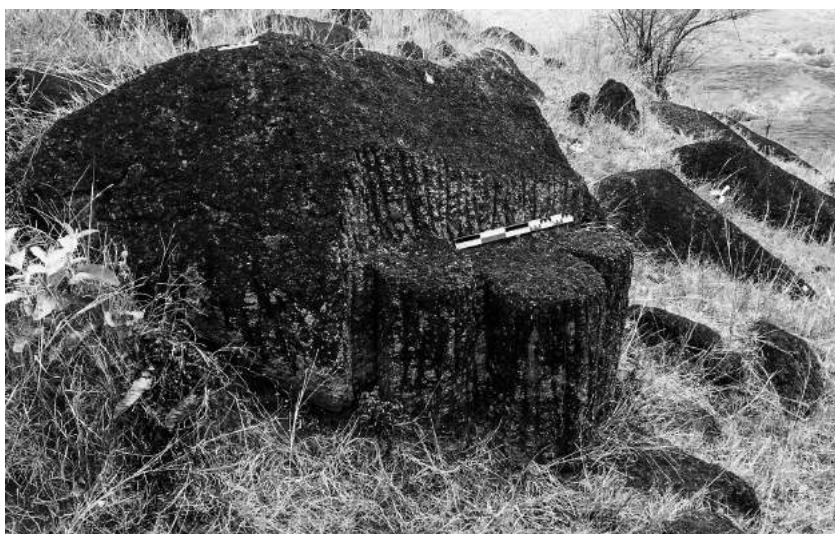
Fig. 55 Grande fosse d'extraction (25 x 30 m) bordée d'accumulations de déblais (Analafiana Nord – QV 20)

Fig. 56 Petit front de taille pour l'extraction de cylindres dont la forme évoque un siège. En Malgache, ces blocs typiques sont dénommés « antsezavato », ce qui signifie « chaise de pierre ». (Amboaimohehy – QV 06)

Fig. 57 Accumulation d'éclats de taille pluricentimétriques témoignant de la mise en forme des ébauches à partir des blocs de carrière (Bobalila – QV 12)



55



56



57

⁵¹ Depuis le début du 20^{ème} siècle, ces ébauches et ratés ont fait l'objet de ramassages. Les sites les plus faciles d'accès ont été complètement pillés. Malheureusement, rares sont les pièces qui ont été préservées dans des collections publiques, que se soit à Madagascar ou à l'étranger. On ne peut que déplorer cette perte définitive pour le patrimoine malgache et inciter les visiteurs potentiels à ne pas céder à la tentation.

nation des habitants de la région qui y voient des sièges taillés dans le rocher (fig. 56). Ils les désignent par le terme « antsezavato », littéralement « la chaise de pierre ». Ce nom, généralement utilisé pour désigner les anciennes carrières, revient fréquemment dans la toponymie et renvoie par ailleurs aux croyances ancestrales.

Dans les carrières ou leur immédiate proximité, on trouve des pièces en cours de travail : marmites tripodes, bols ou couvercles⁵¹. Ils ont été abandonnés à tous les stades d'avancement du travail de façonnage, sans doute lors de l'apparition d'un défaut ou d'une cassure (fig. 53). Ces ébauches montrent clairement que les pièces étaient soumises à un travail de mise en forme à proximité du site d'extraction. Si les dimensions

N°	Nom	Référence biblio.								Date visite	Surface [m ²]	Nb Cratère d'extraction	Volume estimé	Renvoi texte
		1	2	3	4	5	6	7	8					
QS 01	Fotsialanana			x						16.08.17	2400	2	xx	
QV 01	Betsiriry							x		20.08.17	3200	3	xx	
QV 02	Milanoa			Previously unknown						11.08.18	300	-	x	§ 3.3.1
QV 03	Tsarahiaka			Previously unknown						12.08.18	4000	1	xx	§ 3.4.5
QV 04	Marobakoly							x	x	12.08.18	20 000	-	xx	§ 3.4.6
QV 05	Ampijoroana		x							13.08.18	400	-	x	§ 3.3.3
QV 06	Amboaimohehy		x			x	x	x		14.08.18	80 000	3	xxx	§ 3.3.4
QV 07	Ambodimangabe			Previously unknown						16.08.18	600	1	x	§ 3.3.5
QV 08	Analafiana Sud		x						x	17.08.18	3900	12	xxx	§ 3.4.2
QV 09	Ambanimanasy							x	x	19.08.18	20	1	x	§ 3.5.2
QV 10	Toamasina							x		20.08.18	9000	2	xxx	§ 3.5.3
QV 11	Manjavila		x							21.08.18	800	1	xx	§ 3.5.1
QV 12	Bobalila		x		x			x	x	26.08.18	60 000	-	xxx	§ 3.5.4
QV 13	Andrafialava			Previously unknown						30.08.18	2500	-	x	§ 3.3.6
QV 14	Maradava		x							30.08.18	100	-	x	§ 3.3.2
QV 15	Antsohihy		x							31.08.18	4200	-	xx	§ 3.3.7
QV 16	Antsampanela			Previously unknown						01.09.18	< 100	1	x	§ 3.4.4
QV 17	Antsiatrobe			Previously unknown						01.09.18	250	1	x	§ 3.4.4
QV 18	Andilamena		x	x						02.09.18	15 000	2	xxx	§ 3.4.1
QV 19	Ambohimirahavavy							x		05.09.18	40 000	-	xxx	§ 3.5.5
QV 20	Analafiana Nord		x							17.08.18	5000	4	xx	§ 3.4.3
1: Mouren & Rouaix, 1913		5: de la Roche, 1956										Volume Estimé		m³
2: Gaudebout & Vernier, 1941		6: Vernier & Millot, 1971										Petit		x
3: Vernier, 1952		7: Vérin, 1975										Moyen		xx
4: Vernier, 1956		8: Vérin, 1986										Grand		xxx
														> 1000

58

et les formes des objets sont variables, les ébauches montrent toujours les mêmes types de traces de travail : les surfaces sont parcourues de cannelures parallèles grossières, tracées à l'aide d'un simple ciseau pointu et d'une masse⁵². Des amoncellements d'éclats de roche centimétriques, à bonne distance des fronts de taille, témoignent aussi de la mise en forme des ébauches sur place à partir des blocs cylindriques extraits dans la carrière (fig. 57). L'observation de ces tas de débris n'est que rarement possible car la couverture végétale est souvent trop dense. Dans l'état actuel de la recherche, ils n'ont été clairement identifiés que sur trois sites.

Dans les carrières, il n'y a pas d'ébauche portant des marques de tournage alors que les objets finis retrouvés sur les habitats et dans les nécropoles sont fréquemment tournés. On suppose donc que cette opération de finition était mise en œuvre ailleurs que sur les carrières, peut-être dans les villages de la côte. Jusqu'à maintenant, aucun atelier de tournage n'a été clairement identifié par le biais de vestiges archéologiques. Il n'y a pas beaucoup d'arguments pour décrire le type de tour utilisé et notamment pour discuter de l'utilisation d'un tour hydraulique ou manuel⁵³. À proximité de plusieurs carrières, des concentrations d'ébauches ont été observées au cours de la campagne 2018 près de petits ruisseaux. Il semble que l'eau joue un rôle dans le processus de production.

3.3 Les carrières au sud-ouest de Milanoa

La petite ville de Milanoa a servi de base pendant la plus grande partie de la mission 2018 pour étudier les carrières particulièrement nombreuses dans la région⁵⁴. Autour, le paysage montagneux semi-aride présente une végétation pauvre et de grandes étendues recouvertes d'herbes. La limite entre la zone au climat humide et subtropical

Fig. 58 Liste des carrières de chloritoschiste visitées en 2017 et 2018 dans la région SAVA au nord-est de Madagascar

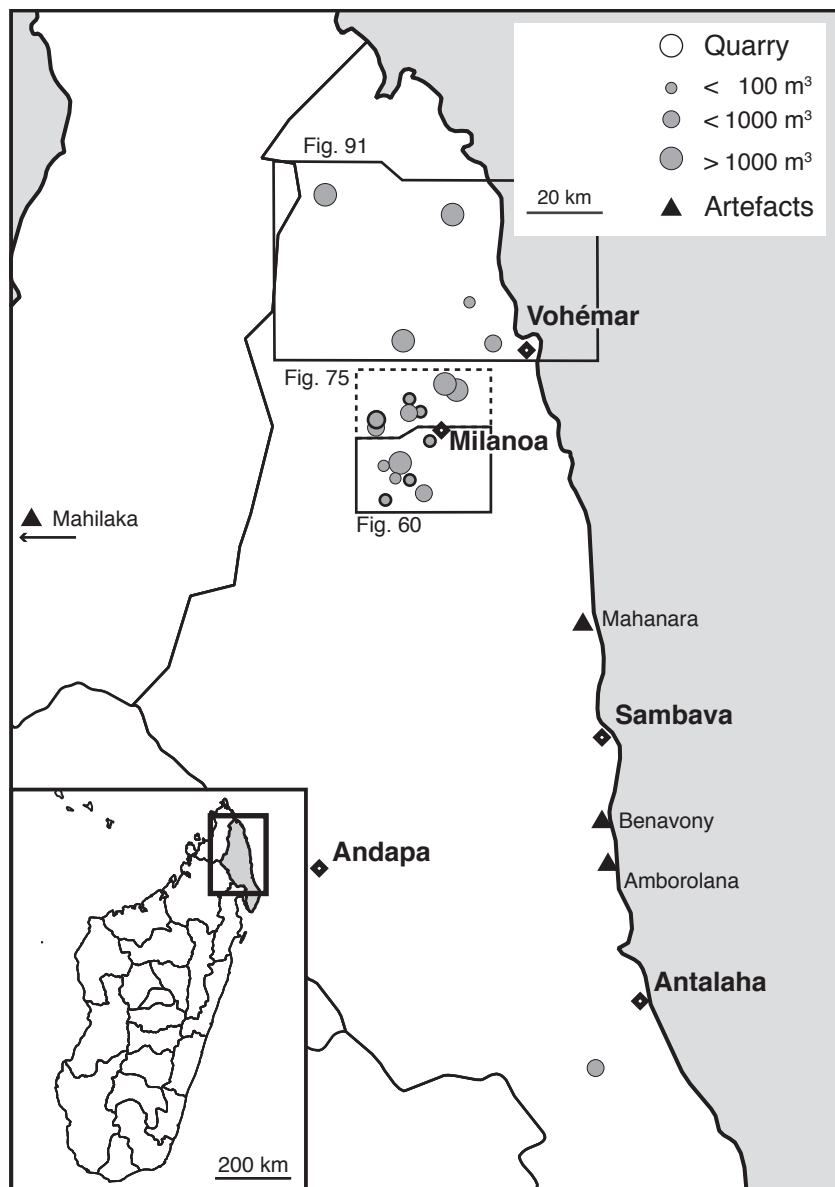
⁵² Il est probable que l'extraction se fait à l'aide d'outils de percussion posés (ciseau et massette) et non pas d'outils de percussion lancés (pic). L'étude des traces ne fait cependant que commencer et devrait permettre de décrire l'outillage.

⁵³ Le tour hydraulique était utilisé traditionnellement dans les Alpes pour la fabrication des vases en pierre ollaire (Lurati 1970, Mutz 1977). On suppose que cette technique remonte à la période romaine dans les Alpes, mais on n'a pas encore découvert de vestige archéologique permettant de l'affirmer. Dans le monde islamique, le tournage manuel est encore pratiqué en Iran (Konieczny 2018). L'étude des traces de travail sur les objets finis permettra sans doute d'avancer des hypothèses mieux étayées.

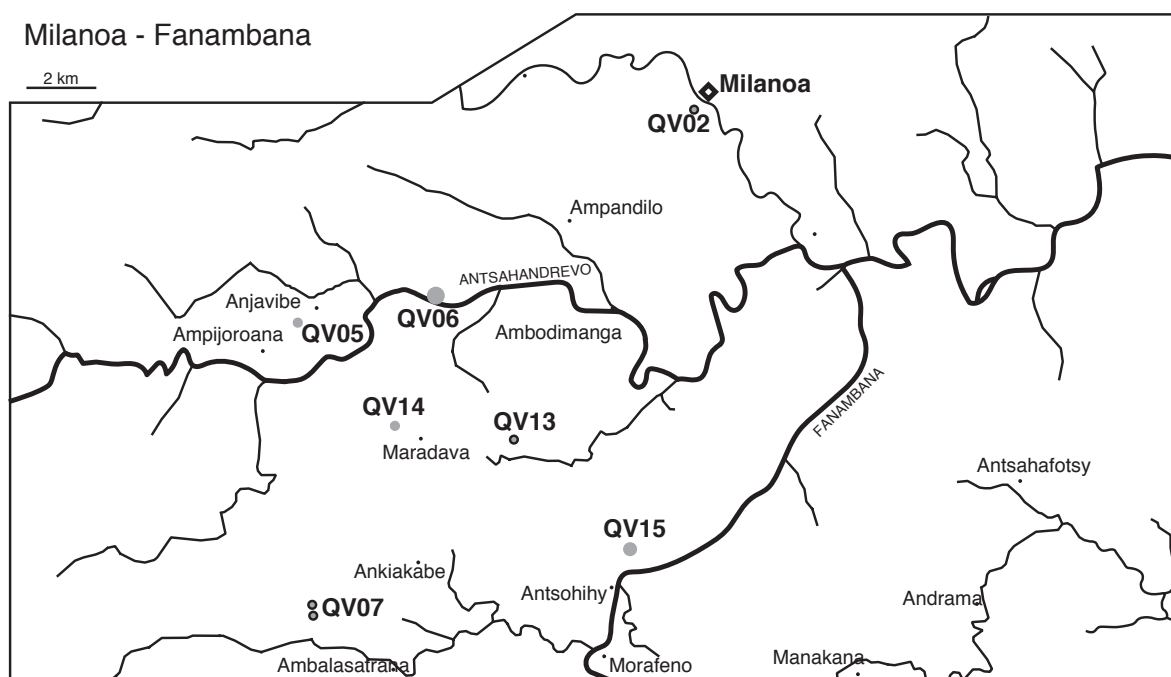
⁵⁴ En véhicule 4x4, il faut compter trois heures de route pour atteindre Milanoa. On y trouve des infrastructures de base.

Fig. 59 Carte de la région SAVA dans le nord-est de Madagascar centrée sur la localisation des 21 carrières de chloritoschiste visitées en 2017 et 2018. Les sites qui ne sont pas mentionnés dans la littérature ancienne sont marqués d'un trait gras. Les trois zones d'étude sont présentées plus en détail aux figures 60, 75 et 91.

Fig. 60 Carte de localisation des carrières au sud-ouest de Milanoa : vallées de la Fanambana et de l'Antsahandrevo. Les sites qui ne sont pas mentionnés dans la littérature ancienne sont marqués d'un trait gras.



59



60



61



62



63



64



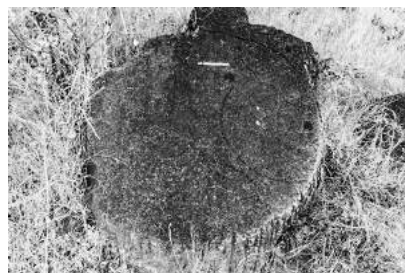
65



66



67



68

Fig. 61 Débris d'extraction présentant des traces de ciseau (Milanoa – QV 02)

Fig. 62 Bloc « antsezavato » avec trois cylindres (Maradava – QV 14)

Fig. 63 Bloc avec des traces de ciseau et une perforation permettant d'attacher une corde pour faciliter le transport (Ampijoroana – QV 05)

Fig. 64 Niche d'extraction quadrangulaire dans un front de taille (Amboaimohehy – QV 06)

Fig. 65 Vue générale de la colline d'Amboaimohehy (QV 06) depuis le sud. La rivière Antsahandrovo coule au premier plan. Le sommet de droite (est) est constitué de quartzites. Le sommet de gauche (ouest) est le centre de la zone d'extraction du chloritoschiste.

Fig. 66 Vue générale du grand front de taille au sommet du flanc sud de la colline d'Amboaimohehy (QV 06). La largeur du front de taille est de 40 m.

Fig. 67 Grand bassin quadrangulaire (1,43 x 0,94 x 0,48 m) taillé dans un bloc et abandonné en cours d'extraction (Amboaimohehy – QV 06)

Fig. 68 Très grand bloc cylindrique abandonné en cours d'extraction. Le tracé délimite un cercle de 1,3 m de diamètre. (Amboaimohehy – QV 06)

Fig. 69 Bloc avec une rainure quadrangulaire de 10 cm de large (Ampijoroana – QV 05)



69

se trouve un peu au sud, à la hauteur de la vallée de la Fanambana qui se jette dans l'océan Indien à une vingtaine de kilomètres au sud de Vohémar.

Au total, 7 carrières ont été localisées entre Milanoa et la rivière Fanambana, dont trois n'étaient pas connues précédemment (fig. 60, 58).

3.3.1 Milanoa – QV 02

Une bande de roches ultramafiques métamorphiques de 1500 m de long et 200 m de large, orientée sud-ouest – nord-est, s'étend près de Milanoa (BGS-USGS-GLW, 2008). En reconnaissance le long d'un chemin quittant la ville en direction du sud-ouest, nous avons découvert deux ensembles de vestiges liés à l'extraction du chloritoschiste (QV 02). Le premier, situé à la sortie de la ville, est une zone de 20 × 20 m couverte par une végétation dense où l'on peut voir un rocher en place et plusieurs blocs portant des marques de ciseau et des trous pour la traction (fig. 61). À une centaine de mètres de là, vers l'intérieur de la ville, une autre concentration de blocs présentant des traces de travail est visible dans une arrière-cour sur une surface de 5 × 5 m. Les conditions d'observation ne permettent pas de faire une description plus complète de ces deux sites. Jusqu'à maintenant, la présence de vestiges à Milanoa même n'est mentionnée nulle part.

3.3.2 Maradava – QV 14

Ce site est décrit en détail dans Gaudebout & Vernier (1941), sous le nom de « antsezavato » / « la chaise de pierre »⁵⁵. Il comporte un beau bloc (2,5 × 1 m) dans lequel sont taillés 3 grands cylindres et un quatrième plus petit (fig. 62). Un cinquième cylindre est décrit par Gaudebout et Vernier (1941), mais il a disparu. La base des cylindres correspond à une fracture dans la roche.

Le grand bloc « antsezavato » se trouve sur le flanc d'une colline, à proximité d'un ruisseau saisonnier. Sur les berges, on observe la présence de trois ébauches de vases tripodes ainsi que des déchets de production de couvercles. Selon le guide, ce ruisseau atteint un débit assez important pendant la saison des pluies.

3.3.3 Ampijoroana – QV 05

Nous avons identifié une carrière près d'Ampijoroana⁵⁶, village situé au sud-ouest de Milanoa sur la rive nord de la rivière Antsahandrevu. Le site se trouve à 1 km au nord-est, juste avant Anjavibe. Il fait partie d'une petite lentille de chloritoschiste orientée est-ouest (100 × 10 m). La zone d'extraction, qui mesure 30 × 5 m, se trouve au centre de la lentille, là où la roche est moins déformée et de meilleure qualité. Contrairement à la plupart des autres gisements, la roche d'Ampijoroana est schisteuse et présente de nombreuses fentes et fissures. La qualité semble médiocre. On a observé des traces de ciseau, des trous de traction et le négatif de l'extraction d'un couvercle (fig. 63, 69). Gaudebout et Vernier (1941) ont observé des tracés circulaires avec marque centrale, faits avec un compas, mais nous ne les avons pas retrouvés.

3.3.4 Amboaimohehy – QV 06

La carrière de chloritoschiste d'Amboaimohehy est la plus grande et la mieux connue de Madagascar. Le site est déjà mentionné dans une lettre de 1917 adressée par R. Dubosc et des descriptions en sont données par Gaudebout & Vernier (1941), de la Roche (1956), Vernier & Millot (1971) et Vérin (1975, 1986)⁵⁷. Outre les traces d'extraction des habituels cylindres de pierre pour la fabrication des marmites et autres vases, on observe à Amboaimohehy des vestiges différents qui montrent que la carrière a fourni des blocs pour des usages plus variés. Il y voit notamment des traces d'extraction correspondant à des pièces de très grande taille.

Le site se trouve sur la rive nord de la rivière Antsahandrevu, à 10 km au sud-ouest de Milanoa. Il est facilement accessible par la piste entre Ampijoroana et Milanoa. La

⁵⁵ Pour éviter les confusions entre les nombreux endroits appelés « antsezavato », nous avons choisi d'utiliser le nom du village voisin pour désigner les carrières.

⁵⁶ Ce site a été visité par Gaudebout & Vernier (1941) qui le mentionne sous le nom de Ambatompijoroana. Vérin (1975) reprend cette information. Le nom actuel du village est légèrement différent.

⁵⁷ Le site a été visité lors de nos prospections en 2013 (Serneels et al. 2018, p. 150).

colline d'Amboaimohehy s'élève à plus d'une centaine de mètres au-dessus des eaux de la rivière. Vue du sud, la colline possède deux sommets séparés par une crevasse creusée par l'érosion dans les gneiss latéritiques et les amphibolites (fig. 65). Le sommet oriental est constitué de quartzite, alors de la carrière de chloritoschiste se situe au centre du sommet occidental. Deux cratères d'extraction circulaires s'y trouvent. À l'intérieur de l'un d'eux, on voit une niche d'arrachement quadrangulaire, ce qui est une situation plutôt inhabituelle (fig. 64). En descendant du sommet vers le sud, on observe plusieurs terrasses et des fronts de taille superposés. Près du sommet, le front de taille le plus impressionnant mesure 40 m de long et 7 m de haut. La terrasse qui s'étend devant lui a une largeur de 10 m (fig. 66). Sur le flanc sud, on retrouve des traces d'extraction jusqu'au bas de la pente, mais il est parfois difficile de distinguer les terrassements liés à l'extraction qui sont masqués par les reliefs provoqués par la circulation des bovins à flanc de montagne.

Sur les flancs ouest et nord de la colline d'Amboaimohehy, on n'observe pas de terrasse ou de cratère d'extraction, mais par contre de nombreux blocs travaillés présentant des traces d'extraction de cylindres. On trouve toutes les traces caractéristiques des activités d'extraction des Rasikajy : un bloc « antsezavato » (fig. 56), de nombreux blocs marqués de tracés circulaires au compas, une quantité de débris de tripodes et de couvercles. C'est là que se trouve le fameux bassin monolithique de 1,43 × 0,94 × 0,48 m abandonné en cours de fabrication⁵⁸ (fig. 67). Un bassin similaire a été signalé aux Comores dans la ville de Sima, sur l'île d'Anjouan (Barreaux 1959). Il semble malheureusement avoir été détruit. La fonction de ces bassins reste un sujet de discussion ; ils pourraient être en relation avec le culte musulman. L'objet est impressionnant par sa taille et son poids. Son déplacement aurait été un travail difficile nécessitant une main d'œuvre importante et une organisation particulière. Un autre vestige inhabituel est un très grand cylindre de 1,3 m de diamètre et son tracé préliminaire partiellement dégagé (fig. 68). Enfin, il y a une série remarquable d'une vingtaine de pictogrammes⁵⁹.

La gneiss latéritique marque la limite de la carrière à l'est. Sur le second sommet, constitué de quartzites, on peut voir quelques débris qui ont dû être transportés là.

Le site d'Amboaimohehy est très étendu et présente une topographie complexe. Il est donc difficile d'établir une estimation précise du volume de roche extraite. En ne tenant compte que des fronts de taille et des terrasses les plus évidentes, on calcule un volume qui dépasse certainement les 2000 m³.

3.3.5 Ambodimangabe – QV 07

Le site d'Ambodimangabe est situé dans les montagnes, entre Ampijoroana au nord et Ambalatrana au sud. Ce site n'est pas mentionné dans la littérature.

Deux carrières s'y trouvent à 200 m l'une de l'autre. La limite sud du site est un petit ruisseau au bord duquel une ébauche de grand vase tripode (fig. 70) a été découverte. Le premier cratère d'excavation (diamètre 8 m, profondeur 0,5 m) se trouve à une centaine de mètres de là. Il est couvert d'une végétation dense. À l'intérieur du cratère, on peut voir des blocs en place présentant des traces de cylindres. À proximité, des débris épars couvrent une surface de 15 × 15 m. On y trouve de nombreux fragments de cylindre, de tripodes et de couvercles ainsi que de blocs de quartz⁶⁰ qui ont dû être apportés là par les carriers (fig. 71).

En direction du nord, un petit sentier se dirige vers la seconde carrière qui occupe le sommet d'une petite colline. La roche affleure sur une surface de 20 × 10 m. On ne voit pas de creusement, mais des ébauches et des blocs de toutes tailles portant des marques de ciseau sont dispersés alentour.

3.3.6 Andrafialava – QV 13

Une autre carrière, inconnue précédemment, a été découverte au sud du massif du Rangovato, dans une lentille de roches ultramafiques indiquée sur la carte géologique



70



71

Fig. 70 Ébauche d'une grande marmite tripode. Le volume interne a été partiellement dégagé en laissant un moignon central destiné au tournage. (Ambodimangabe – QV 07)

Fig. 71 Vue du rebord du cratère d'extraction et de l'accumulation de débris périphérique (Ambodimangabe – QV 07)

⁵⁸ Un dessin du bassin d'Amboaimohehy est présenté dans Vérin 1975, p. 758 et un schéma coté dans Gaudebout & Vernier 1941, p. 93.

⁵⁹ Quelques pictogrammes d'Amboaimohehy sont représentés dans Vérin 1975, p. 754 et Gaudebout & Vernier 1941, p. 94.

⁶⁰ Le quartz ou cristal de roche est aussi une matière première minérale qui a été exploitée par les Rasikajy et exportée dans le cadre du grand commerce de l'océan Indien (Pradines 2013 ; Horton et al. 2017).

Fig. 72 Bloc « antsezavato » avec les traces d'extraction de cylindres (Andrafialava – QV 13)

Fig. 73 Bloc avec une large rainure pour le découpage (Antsohihy – QV 15)

Fig. 74 Pictogramme en forme de fer à cheval (Antsohihy – QV 15)



72

à 2 km à l'est du village de Maradava (BGS-USGS-GLW 2008). La carrière d'Andrafialava comporte deux parties. Sur une petite crête, des blocs avec des marques de ciseau sont dispersés sur une aire de 50 × 50 m. À 50 m un peu plus au sud, le long d'un petit ruisseau, nous avons découvert deux blocs « antzesavato » en place (fig. 72). Deux amas d'éclats de taille sont recouverts d'herbe. Dans les ruisseaux aux environs du site, nous avons observé deux cylindres et de nombreux blocs marqués.

3.3.7 Antsohihy – QV 15

Sur le cours supérieur de la Fanambana, Gaudebout & Vernier (1941) mentionnent un site qu'ils n'ont pas pu visiter près d'« Ankijahely, à l'est du Rangovato ». Il y a bien un village d'Ankijahely à 6 km au sud du massif du Rangovato. Une importante lentille de roche ultramafique est portée sur la carte géologique, mais il s'est avéré que la roche est très dure, probablement inutilisable.

Cependant, avec l'aide du guide local, nous avons atteint une carrière située à 3 km au nord d'Ankijahely, près du hameau d'Antsohihy. La carrière couvre une surface de 200 × 200 m au sommet d'une petite colline. Il s'agit d'une exploitation des blocs métriques affleurant en surface (fig. 73). Deux de ces blocs portent des pictogrammes en forme de fer à cheval (fig. 74). Le reste de la colline est constitué de gabbros et de cumulats gabbroïques qui entourent un petit noyau de roches tendres. Les conditions d'affleurement permettent d'observer la transition entre la roche mère et la roche transformée par le métamorphisme.

La carrière d'Antsohihy est, elle aussi, bordée par un ruisseau. Le long de la berge, sur une surface de 20 × 5 m, de nombreuses ébauches de tripodes, de couvercles et de pots ont été découvertes. Ces débris ont pu être rassemblés à cet endroit pour les travaux agricoles, mais pourraient aussi indiquer une utilisation de l'eau dans le processus de production.

3.3.8 Les autres mentions dans la vallée de la Fanambana

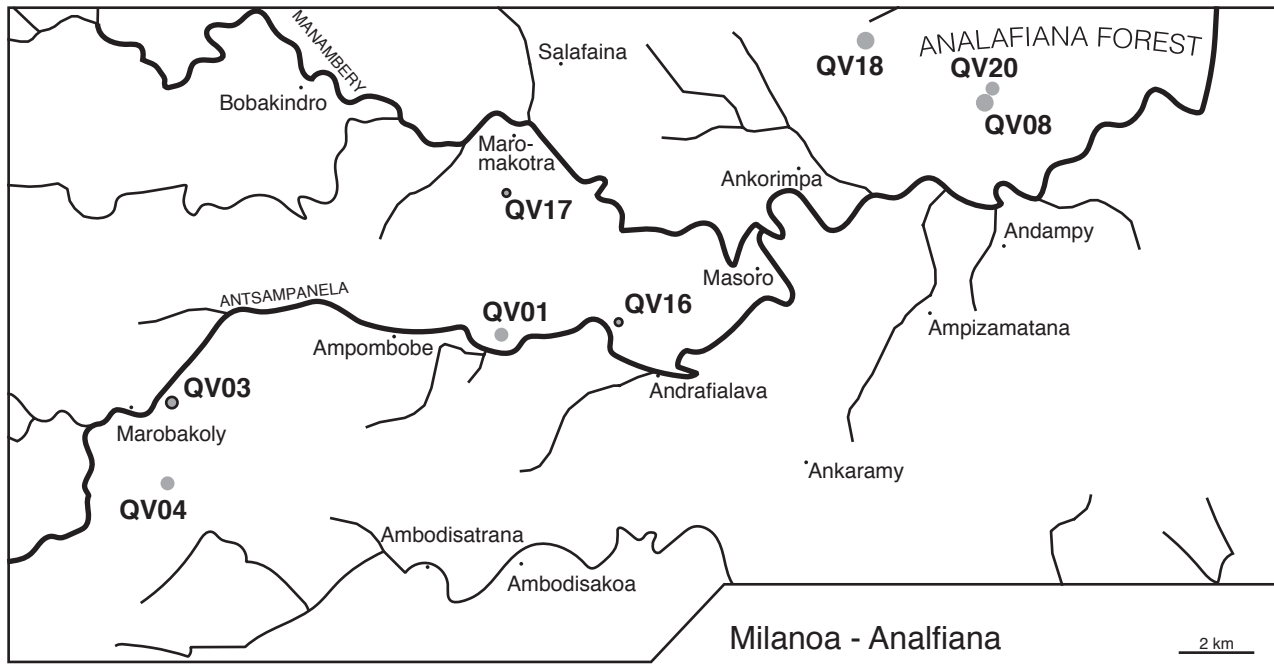
Deux autres carrières sont mentionnées le long de la vallée de la Fanambana. Gaudebout et Vernier (1941) parlent de « Makira et Ankelika, le long de la Fanambana », mais ne visitent pas ces sites. Vérin (1975) reprend cette information et indique qu'« elles ne sont pas décrites ». Nous n'avons donc pas pu trouver la moindre information concernant le site d'Ankelika. Par contre, Makira est bien le nom d'un village homonyme situé à la confluence de la rivière avec la Fanambana, au sud-est de Milanoa. Malheureusement, notre visite sur place n'a pas donné de résultat concluant. L'un des habitants



73



74



75

âgés a mentionné l'existence d'une carrière à Ambibonara, au nord-est, mais personne n'a accepté de nous conduire là-bas.

3.4 Les carrières entre Milanoa et la forêt d'Analafiana

Cette zone s'étend entre Milanoa au sud et les deux forêts sèches protégées de Salafaina et Analafiana au nord. Le large fleuve Manambery s'écoule vers l'est pour aller se jeter dans l'océan Indien un peu au sud de Vohémar. La rivière Antsampanela s'écoule parallèlement au Manambery jusqu'à leur confluence, à 10 km au nord de Milanoa. Les principaux villages sont établis le long des rivières. Il est difficile de parcourir l'arrière-pays car la topographie est encore plus accidentée qu'au sud de Milanoa.

Au total nous avons visité 7 sites dont 3 au moins n'étaient pas connus (fig. 58, 59, 75). Cette zone comporte au moins 3 sites d'importance majeure dont les volumes extraits excèdent les 1000 m³. Deux autres chantiers sont à peine moins importants. Enfin, les deux dernières localités, QV 16 et QV 17, sont des lentilles d'à peine 10 m de long. Les traces d'exploitation qu'on y observe montrent que les Rasikajy ont intensivement recherché les chloritoschistes, allant même jusqu'à s'intéresser à de très petits gisements.

Dans la partie ouest de la zone, deux sites près d'Antsampanela sont mentionnés par Vérin (1975): Betsiriry, près du village du même nom, et Marobakoly au sud de Tsarahiaka. Betsiriry (QV 01), a été visité en 2017 (Serneels et al. 2018, p. 151–152).

Mouren et Rouaix (1913) ainsi que Gaudebout et Vernier (1941) ont déjà mis en évidence l'importance des exploitations dans la forêt d'Analafiana avec un groupe de trois sites dans le sud et un quatrième dans le nord. Nous avons visité deux sites dans le sud et un troisième au nord-ouest de la forêt. D'autres prospections dans le nord n'ont permis de retrouver que quelques blocs avec des marques de travail mais pas de véritable carrière. Après notre départ, le guide local a localisé un site qui fera l'objet d'une visite en 2019.

Les descriptions anciennes sont trop peu précises pour pouvoir affirmer que nous avons visité les sites reconnus par les chercheurs précédents. Cependant, compte tenu du nombre, de la taille et de la proximité entre les sites, il est certain que la forêt d'Analafiana a joué un rôle très important dans l'industrie du chloritoschiste par les Rasikajy, d'autant plus que ce secteur est relativement proche de Vohémar.

Fig. 75 Carte de localisation des carrières entre Milanoa et la forêt d'Analafiana : vallées du Manambery et de l'Antsampanela. Les sites qui ne sont pas mentionnés dans la littérature ancienne sont marqués d'un trait gras.

Fig. 76 Bloc « antsezavato » avec traces d'extraction de cylindres (Andilamena – QV 18)



76

Fig. 77 Grand épandage de débris autour de la zone d'extraction principale (Analafiana Sud – QV 08)

Fig. 78 Ébauche de marmite tripode. Le volume interne a été partiellement dégagé en laissant un moignon central pour le tournage. (Analafiana Sud – QV 08)

3.4.1 Andilamena – QV 18

Dans la forêt d'Analafiana, la carrière d'Andilamena est le site qui se trouve le plus au nord. Il correspond à la localité « Ankorimpa Nord » de Gaudebout et Vernier (1941). La carrière se trouve à seulement 50 m de la piste entre Ankorimpa et Ampondra.

Les déblais forment un anneau de 40 m de diamètre et de 5 m de haut qui entoure une zone d'extraction dont le diamètre est d'une vingtaine de mètres et la profondeur de 5 m⁶¹. À l'intérieur de l'exploitation, on peut voir un beau « antsezavato » (fig. 76). Il y a beaucoup de blocs informes présentant des marques, mais nous n'avons trouvé que deux fragments de couvercle. Le site étant facile d'accès, on peut penser que les pièces les plus spectaculaires ont été emportées par des visiteurs. À l'intérieur de la grande fosse d'extraction, on peut voir un amas de petits éclats de débitage correspondant à un atelier de mise en forme.

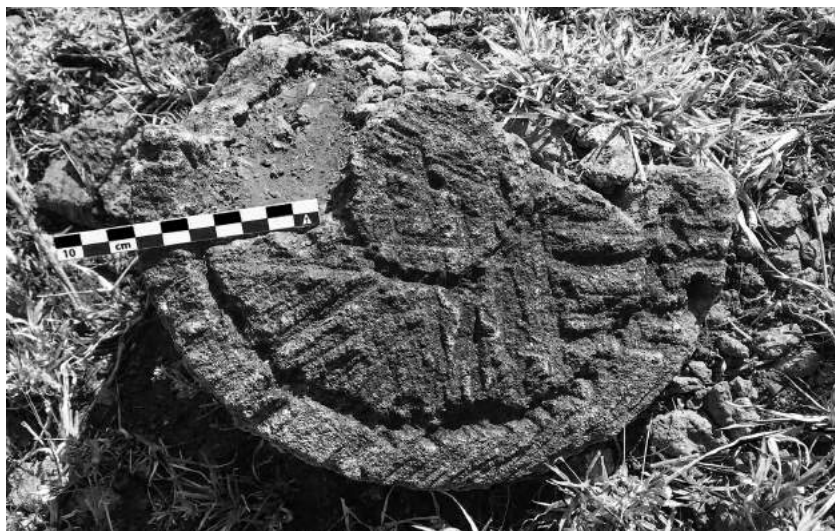
Une seconde fosse de 5 m de diamètre et de 0,5 m de profondeur se trouve à une distance de 75 m en direction du sud-ouest.

3.4.2 Analafiana Sud – QV 08

Ce site remarquable se trouve dans une clairière de la forêt, à 3 km au nord-ouest d'Andilana et à 1,5 km au nord-est du pic de Manipirano. La zone d'extraction occupe le sommet d'une colline et s'étend sur une surface de 100 × 40 m orientée est-ouest. Il y a 7 grands cratères (20 × 8 × 2 m) et 5 plus petits (5 × 5 × 1,5 m), séparés les uns des autres par des accumulations de débris. Les débris recouvrent littéralement une surface de 200 × 100 m (fig. 77). Nous avons trouvé des ébauches de marmites tripodes (fig. 78)



77



78

⁶¹ Le dénivelé total entre le sommet des déblais et le fond du creusement est de 10 m, c'est-à-dire environ 5 m en dessous de la surface originale. Cependant, le fond de la cuvette est très probablement partiellement comblé.



79

Fig. 79 Vue générale de la zone d'extraction d'Analafiana Nord (QV 20) avec des cratères jointifs et des accumulations de débris

Fig. 80 Petit cylindre (20 × 20 cm). Toutes les surfaces ont été soigneusement régularisées au ciseau. (Analafiana Nord – QV 20)

Fig. 81 Petit cylindre (20 × 20 cm). Une partie des surfaces ont été soigneusement régularisées au ciseau, mais le travail est inachevé. (Analafiana Nord – QV 20)

Fig. 82 Ébauche de couvercle (Analafiana Nord – QV 20)

Fig. 83 Bloc avec un tracé circulaire au compas (Antsampanela – QV 16)



80



81



82



83

et de couvercles, parfois avec des trous pour la traction, des cylindres, un fragment avec deux tripodes imbriqués et un bloc « antsezavato » présentant la trace d'un cylindre et deux marques circulaires.

Les informations fournies par Gaudebout et Vernier (1941) sont contradictoires. Ils indiquent la position du site correctement par rapport à la montagne Manipirano, mais la description des vestiges ne correspond pas.

3.4.3 Analafiana Nord – QV 20

À 350 m au nord-est d'Analafiana Sud, il y a une autre carrière couvrant une surface de 25 × 30 m comportant 5 fosses d'extraction de 1 à 2 m de profondeur (fig. 79, 55). Un épandage de débris couvrant une surface de 200 × 75 m entoure la zone d'extraction. À l'ouest, le site s'étend jusqu'à un petit ruisseau près duquel on retrouve des ébauches. Deux blocs cylindriques de petites dimensions montrent un travail soigneux de régularisation des surfaces fait au ciseau (fig. 80, 81). Un des blocs a été travaillé sur toutes les surfaces. Le second est en cours de travail. Cette situation inhabituelle indique que

Fig. 84 Cratère d'extraction (diamètre 8 m, profondeur 1 m) et déblais (Antsiatrabe – QV 17)

Fig. 85 Bloc portant des marques irrégulières de ciseau (Tsarahiaka – QV 03)

Fig. 86 La colline de Tsarahiaka (QV 03) et l'épandage de blocs portant des marques de travail

Fig. 87 Grand bloc dépassant au-dessus du sol coupé par une large rainure. Deux cylindres ont été partiellement dégagés. La surface supérieure porte des tracés circulaires de différents diamètres qui se recourent. (Marobakoly – QV 04)

les blocs étaient destinés à un autre usage que la production de marmites, peut-être s'agit-il de tambours de colonne. De nombreux autres objets découverts dans les déblais sont similaires à ceux d'Analafiana Sud (fig. 82).

Pour ce site également, il est impossible d'affirmer que les vestiges observés sont bien ceux décrits par Gaudebout et Vernier (1941).

3.4.4 Antsampanela – QV 16 et Antsiatrabe – QV 17

Ces deux sites se trouvent le long de la route entre Andrafialava et Bobakindro, au sud du Manambery. Compte tenu de leurs très petites dimensions, ils ne sont pas mentionnés dans la littérature.

QV 16 se trouve à 300m au nord d'Antananivo, un village situé sur la rive nord de la rivière Antsampanela. Il a été découvert par hasard lors de l'épierrement d'un champ. Une concentration de blocs montrant des traces de travail a été observée (fig. 83).

Le site d'Antsiatrabe (QV 17) est à 4 km au nord-ouest du précédent, juste avant le village d'Ampanakana. Il y a un cratère circulaire de 8 m de diamètre et 1 m de profondeur, entouré d'un anneau de déblais (fig. 84). Les habitants indiquent qu'il y avait là de nombreuses ébauches, mais elles ont probablement été emportées.



84



85



86



87

3.4.5 Tsarahiaka – QV 03

La carrière de Tsarahiaka a été découverte par hasard en se rendant à Marobakoly. Le village se trouve sur la rive sud de la Antsampanela. À 400 m à l'est, il y a un affleurement de chloritoschiste long de 200 m. Il forme une petite colline couverte de végétation. De nombreux blocs travaillés gisent alentour (fig. 86). Dans sa partie est, l'extraction est faite en surface, mais en direction du sud-est, il y a une paroi de 8 m de haut dont l'origine est incertaine. Il pourrait s'agir d'un véritable front de taille ou bien d'une structure d'origine naturelle. Des marques d'extraction ont été observées sur des blocs mais la végétation est trop importante pour avoir une vue d'ensemble (fig. 85).

3.4.6 Marobakoly – QV 04

À 2 km au sud de Tsarahiaka se trouve la colline de Marobakoly. Les travaux anciens sont localisés sur le flanc est. Avec une surface couvrant 34 000 m² environ, c'est le troisième des plus grands sites connus. Il est mentionné par Vérin (1975), mais n'avait pas été visité.

On accède à la carrière en suivant le chemin allant de Tsarahiaka vers le sud. Il débouche sur une plaine herbeuse en pente douce vers le sud où s'écoule un petit ruisseau. Trois grands blocs de pierre de 3 × 2 × 1 m émergent de la plaine. Ils ont été découpés par des rainures de 10 cm de large (fig. 87). Trois cylindres sont encore en place dans le bloc central qui porte aussi des tracés circulaires faits au compas (fig. 88, 89). Les tracés de différents diamètres se recoupent, reflétant ainsi sans doute les hésitations des carriers (fig. 89). Trois blocs portent aussi des pictogrammes pouvant correspondre à des lettres et à un dessin de tortue. En plus des blocs principaux bien visibles, de nombreux autres vestiges sont partiellement couverts par le sédiment et la végétation. L'un d'eux, en direction du ruisseau, montre un disque attaché à son soubassement correspondant à l'enlèvement d'un grand cylindre. La pièce a été détachée en attaquant la base dans deux directions jusqu'à ce que la partie centrale se brise (fig. 90).

Au nord-ouest, le flanc de la colline est couvert de débris jusqu'au sommet sur une surface de 200 × 120 m. On voit des cylindres, des marmites tripodes et des couverts ainsi que d'autres pictogrammes.

3.5 Les carrières au nord et à l'ouest de Vohémar

Six carrières sont mentionnées dans la grande zone qui s'étend de Vohémar à Ambilobe à l'ouest, et cinq d'entre elles ont été visitées en 2018 (fig. 91, 58).

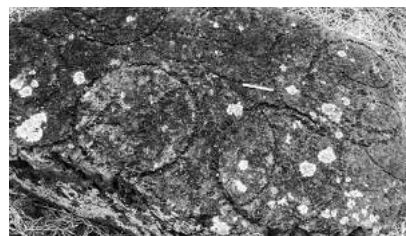
Alors que le climat, le paysage et la végétation ne changent pas significativement le long de la côte au nord de Vohémar, on observe une augmentation significative de l'aridité en direction de l'ouest, vers l'intérieur des terres. Du point de vue géologique, c'est à hauteur d'Ambilobe que se trouve la limite entre le socle cristallin, susceptible de renfermer du chloritoschiste, et les récents terrains sédimentaires du nord de Madagascar (de Wit 2003). Au nord-est d'Ambilobe, cette limite peut être tracée jusqu'à la baie de Lokia, le long de la chaîne de montagnes d'Andrafiarana.

À 20 km au nord de Vohémar, le fleuve Manambato se jette dans l'océan Indien. D'après les recherches anciennes, le bassin de la Manambato renferme des sites d'extraction du chloritoschiste, en particulier dans la zone d'Ambinany-Bemanevika, à une trentaine de kilomètres de Vohémar (Gaudebout & Vernier 1941 ; Vérin 1975). Sylvain Velomora (2017), dans le cadre de son mémoire de maîtrise, est parvenu à explorer cette région très difficile d'accès. Il a obtenu des renseignements concernant 8 carrières et a pu en visiter 6 personnellement. Il est prévu de compléter l'étude de ces sites en 2019.

À l'extrême ouest de la zone, dans le bassin du fleuve Mahavavy qui se jette dans le canal du Mozambique, une carrière a été signalée anciennement (Lods 1955). Il est également prévu de visiter cette localité en 2019.



88



89



90

Fig. 88 Grand bloc dépassant au-dessus du sol avec trois cylindres partiellement dégagés (Marobakoly – QV 04)

Fig. 89 Tracés circulaires faits au compas à la surface d'un bloc. Les tracés se recoupent et sont de dimensions différentes. (Marobakoly – QV 04)

Fig. 90 Base d'un cylindre de grand diamètre (46 cm) (Marobakoly – QV 04)

Fig. 91 Carte de localisation des carrières au nord et à l'ouest de Vohémar, dans les vallées du Manambato, du Manankolana et du Lokia

3.5.1 Manjavila – QV 11

La carrière de Manjavila est située aux portes de Vohémar, à quelque 8 km de distance seulement. Mouren et Rouaix (1913) sont les premiers à indiquer son existence. Ils décrivent deux zones d'extraction distantes de 500 m à l'extrémité nord du massif de Manjavila, près du village d'Ampasirabe. Gaudebout et Vernier (1941) confirment la présence d'un cratère, mais n'ont pas trouvé de trace du second site.

Nous avons retrouvé le cratère qui mesure 15 m de diamètre et est profond de 2 m. Sur les bords, les déblais contiennent des ébauches de couvercle et de pot. Un objet particulier est un cylindre présentant des traces de ciseau perpendiculaires à l'allongement, ce qui n'a jamais été observé ailleurs (fig. 92).

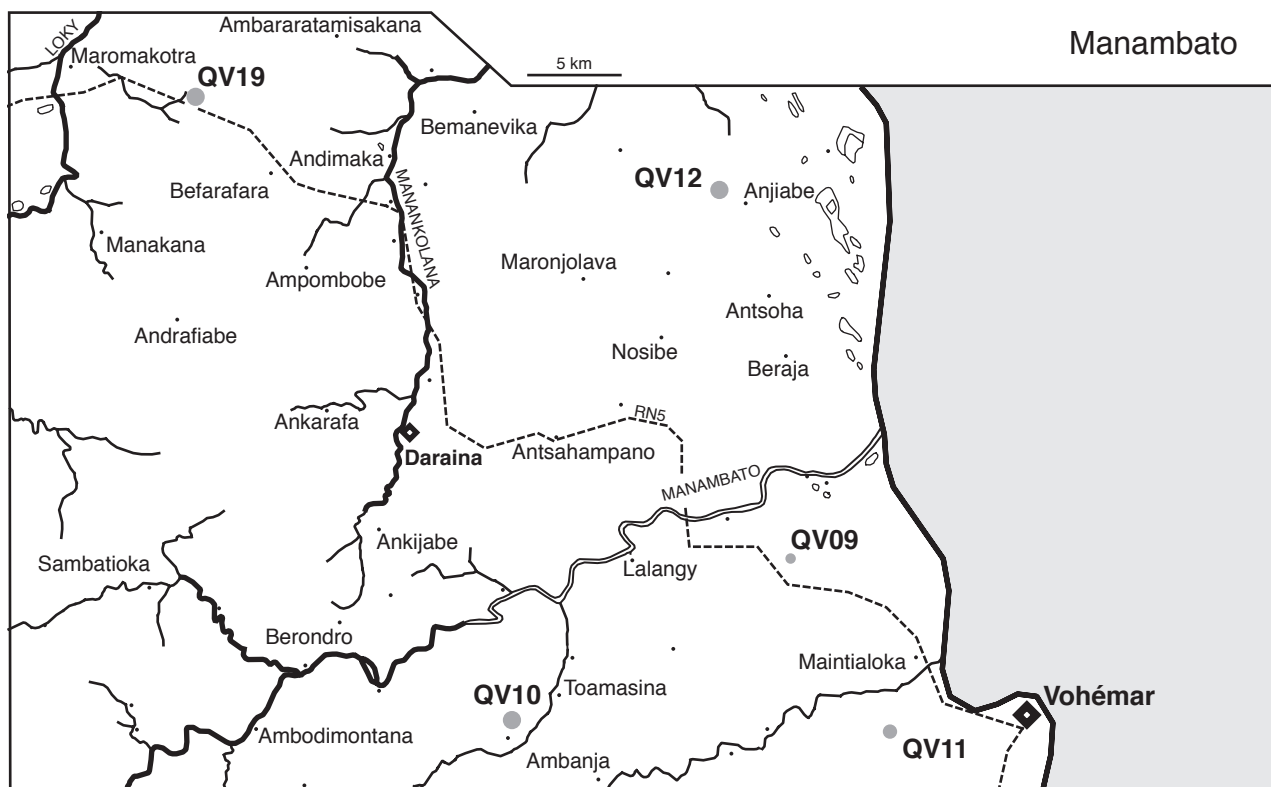
3.5.2 Ambanimanasy – QV 09

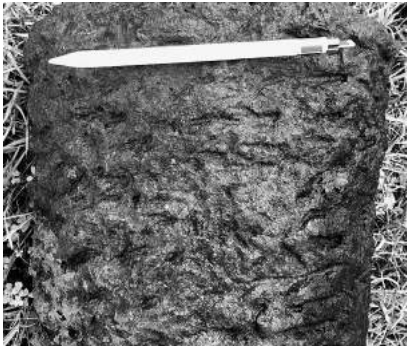
La carrière d'Ambanimanasy se trouve à 4 km au sud-est de Mahasoà, à 1 km au nord de la route principale, sur les berges de la petite rivière qui porte le même nom. Elle est facilement accessible à pied, comme l'indique Vérin (1975). On y trouve un cratère d'extraction avec un bloc « antsezavato » (fig. 93). Les déblais contiennent des blocs portant des traces de ciseau, mais nous n'avons pas découvert d'ébauche. Le propriétaire du terrain se souvient qu'il y en avait dans le passé.

3.5.3 Toamasina – QV 10

Toamasina est un autre site signalé par Vérin (1975), mais qu'il n'a pas visité. Nous l'avons découvert à 7 km au nord-ouest d'Ambanja, localité la plus proche accessible en 4x4. Il se trouve entre la limite septentrionale du massif d'Ankolamena et le village de Toamasina.

La carrière occupe le sommet d'une colline de 20 m de haut et de 200 m de long. Au sommet, il y a 2 cratères adjacents de 10x10x4 m et 15x15x7 m (fig. 94). À l'intérieur, on observe 4 blocs en place marqués par des traces d'extraction de cylindre et des tracés au compas (fig. 95). Un bloc détaché est percé d'un trou central, vraisem-





92



93

Fig. 92 Petit bloc cylindrique portant des marques de ciseau perpendiculaires à l'allongement (Manjavila – QV 11)

Fig. 93 Bloc « antsezavato » avec traces d'extraction de cylindres (Ambanimanasy – QV 09)

Fig. 94 La colline de Toamasina (QV 10)

Fig. 95 Cylindres en cours d'extraction (Toamasina – QV 10)

Fig. 96 Ébauche de marmite tripode. Le volume interne est partiellement dégagé. Le marquage du moignon central est souligné d'un double trait. Le diamètre du moignon central est très petit. (Toamasina – QV 10)



94



95



96

blement pour y fixer une corde pour pouvoir le traîner plus facilement. À l'extérieur, les pentes sont couvertes d'une grande quantité de débris. Il y a de nombreux cylindres partiellement creusés et soigneusement tracés au compas (fig. 96). Un bloc cylindrique porte des marques correspondant à une marmite tripode.

3.5.4 Bobalila – QV 12

Bobalila est sans aucun doute la carrière de chloritoschiste la plus spectaculaire dans le nord de Madagascar. Le site est mentionné par Gaudebout et Vernier (1941) et a été visité par Vernier (1956). Il est situé à 2 km au nord-ouest d'Anjiabe, un village relié à la RN5. Après avoir traversé une plaine d'inondation saisonnière, on arrive au pied de la colline de Bobalila, couverte de forêts. Tout en bas, dans une zone parcourue par plusieurs petits chéneaux de ruissellement, on trouve des ébauches de couvercle et de marmite tripode. En remontant la pente sur 20 m, on rencontre des débris portant des marques de ciseau et des épandages d'éclats de taille. Un peu plus loin, on atteint la partie la plus spectaculaire de la carrière. Deux grands blocs décagramétriques émergent

Fig. 97 Vue générale du front de taille du grand bloc de Bobalila (QV 12). Les cylindres ont au moins été extraits sur 5 rangées superposées. Une aire de travail se trouve sous le surplomb.

Fig. 98 Vue générale des deux grands blocs de Bobalila (QV 12) avec leur fronts de taille

Fig. 99 Vue de l'aire de travail sous le surplomb du grand bloc dans la carrière de Bobalila (QV 12)

Fig. 100 Traces d'usure inhabituelles sous le surplomb du grand bloc de la carrière de Bobalila (QV 12)

du sol. Ils portent des traces superposées de plusieurs rangées de cylindres. Le bloc amont est le moins élevé ; il mesure 10 x 5 x 1 m. Le second, de forme trapézoïdale, mesure 8 x 8 x 5 m. Sur les deux rochers, l'est de la face est couverte de traces d'extraction de cylindres allongés de diamètres variables (fig. 97, 98).

Autour des blocs et dans la pente en amont jusqu'au sommet de la colline, on observe encore de nombreux indices de travail : plusieurs blocs « antsezavato », de nombreux cylindres et des ébauches. La zone d'extraction s'étend sur une surface d'environ 300 x 200 m. Au moins trois grands amas d'éclats de taille sont visibles sous la végétation forestière (fig. 57). À l'aval du bloc le plus grand, un espace d'une dizaine



97



98



99

de mètres carrés est protégé par la roche en surplomb. Tout autour, les éclats de taille et les débris d'objets indiquent que l'emplacement a été utilisé comme aire de travail (fig. 99). Des marques inhabituelles sur la paroi en surplomb pourraient avoir été laissées par l'aiguisage des outils en fer (fig. 100).

Dans la partie basse de la carrière, l'exploitation se fait sur des gros blocs éboulés dans la pente. Il est probable que le chloritoschiste affleure dans la partie supérieure.

Bobalila est une carrière de grande ampleur. Elle présente des vestiges spectaculaires et variés, illustrant les différentes étapes de la chaîne opératoire. Dans l'ensemble, l'état de conservation paraît excellent. Les traces techniques sont bien visibles. Pour toutes ces raisons, il est prévu d'approfondir l'étude de ce site exemplaire au cours d'une campagne de relevé et de sondage en 2019. Il est aussi intéressant de développer la compréhension du contexte archéologique général de ce site. Jusqu'à maintenant, la région comprise entre Vohémar au sud et Irodo au nord, très peu peuplée et difficile d'accès, a été très peu étudiée par les archéologues. Elle pourrait receler des sites d'intérêt majeur pour la compréhension de la civilisation rasiakaj.



100



101

3.5.5 Ambohimirahavavy – QV 19

Ambohimirahavavy est la carrière la plus orientale que nous avons explorée. Elle se trouve à 40 km à l'intérieur des terres en venant de l'est. La ville la plus proche est Maromakotra sur la RN5. Le site a été visité et photographié par Vérin (1975).

Depuis la RN5, on accède au site en empruntant le lit asséché d'un cours d'eau saisonnier. Le climat est aride, la topographie est à peine ondulée et la végétation constituée de buissons secs. La partie centrale du site occupe une aire de 150 x 50 m où les blocs de chloritoschiste sont nombreux. Ils ont été exploités en surface (fig. 101). Seuls les blocs de plus de 1 m de long montrent des traces d'outil. Sur l'un d'entre eux, il y a un négatif de cylindre et un tracé circulaire au compas (fig. 102). Plusieurs ébauches ont été rassemblées sur un autel que nous n'avons pas été autorisés à toucher. L'assemblage comporte des ébauches de marmites tripodes, de bols et de couvercles (fig. 53). Entre les rochers, deux amas d'éclats de taille sont visibles.

La lentille de chloritoschiste est entourée par d'autres concentrations de blocs formant de petites éminences dans la plaine. Il s'agit principalement de roches gabbroïques, inutilisables pour la production de récipients. Une seconde concentration de chloritoschiste se trouve à 150 m au nord de la première. Trois autres accumulations de débris de taille, de 2 ou 3 m de diamètre chacune, se trouvent à moins de 200 m de la zone d'extraction (fig. 103). Des fragments d'ébauches sont dispersés alentour.

À Ambohimirahavavy, les marques de ciseau sont plus grossières que dans les autres localités plus au sud. Il est difficile d'affirmer s'il s'agit d'une particularité technique locale ou si c'est le résultat d'une altération plus forte dans un paysage plus ouvert.

3.6 Bilan des connaissances sur l'industrie du chloritoschiste dans le nord-est de Madagascar

Dans son travail de synthèse sur la civilisation rasiakajy, Pierre Vérin propose un état des connaissances sur l'artisanat du chloritoschiste acquises au cours d'un siècle de recherche (Vérin 1975). Ces données ont été reprises dans les publications ultérieures, mais sans apport supplémentaire significatif en ce qui concerne la région nord-est (Vérin 1986, 2011).

Concernant les carrières, les indices relevés dans la littérature sont de qualité très variable. Certains sites, en particulier ceux qui sont faciles d'accès, sont bien connus. Ils ont été décrits anciennement et visités régulièrement depuis lors. C'est le cas, par exemple, de la grande carrière d'Amboaimohéhy (QV 06). Les nouvelles prospections ont permis de valider les observations anciennes. Les traces d'extraction et le mobilier archéologique (ébauches, etc.) ont fait l'objet d'observations systématiques et de mesures. Des échantillons pétrographiques ont été recueillis pour développer une collection de référence pour les études de provenance. Les visites ont aussi pour but d'évaluer la faisabilité et l'intérêt scientifique d'autres interventions (sondages, relevés topographiques, etc.) qui pourraient être organisées dans le cadre de notre projet ou en collaboration avec des institutions malgaches. Dans certains cas, comme par exemple dans la forêt d'Analafiana (QV 08, 18 et 20) où il existe de nombreux vestiges, il y a des

Fig. 101 Vue générale de la zone d'extraction (Ambohimirahavavy – QV 19)

Fig. 102 Bloc avec des tracés circulaires au compas (Ambohimirahavavy – QV 19)

Fig. 103 Amas d'éclats de taille à proximité de la zone d'extraction (Ambohimirahavavy – QV 19)



102



103

confusions et les observations de terrain ne confirment que partiellement les données anciennes. Des travaux supplémentaires doivent être menés à bien pour préciser la localisation et l'importance de tous les vestiges.

D'autres sites sont moins bien connus. Ils n'ont fait l'objet que d'une seule visite, plus ou moins bien documentée, souvent ancienne. Les nouvelles prospections permettent de localiser ces sites avec précision, de compléter les descriptions et d'échantillonner les roches.

Dans d'autres cas, les seules données disponibles sont des vagues mentions indiquant le nom d'un village ou d'une région. Elles sont basées seulement sur des renseignements fournis oralement par des informateurs. Les nouvelles prospections mènent dans ce cas à la découverte de sites, parfois spectaculaires comme à Bobalila QV 12.

Certaines carrières qui sont indiquées dans la littérature n'ont pas pu être localisées lors des visites. Des travaux supplémentaires sont nécessaires.

Enfin, les prospections de la campagne 2018 ont permis de découvrir des sites inédits, soit au hasard des déplacements, soit grâce aux guides locaux et aux informateurs rencontrés dans les villages.

Globalement, les informations anciennes apparaissent fiables en ce qui concerne les localisations : dans la plupart des cas, les sites mentionnés existent vraiment et les observations nouvelles confirment les descriptions anciennes. De nouveaux sites ont par contre été découverts, ce qui démontre que l'inventaire est loin d'être complet.

Sur le plan de l'évaluation de l'importance des travaux d'extraction, les renseignements anciens sont souvent peu précis, mais de simples visites sur le terrain ne permettent pas de faire toutes les observations nécessaires pour une quantification précise des volumes extraits. Il sera nécessaire, à l'avenir, de mettre en place une méthodologie plus sophistiquée pour atteindre ce but. Il est prévu, en 2019, de procéder à l'étude approfondie d'un site d'extraction avec une équipe plus nombreuse (voir chap. 4). Les observations effectuées lors des visites pourront alors être utilisées pour établir une quantification plus précise.

Il apparaît d'ores et déjà que certains sites correspondent à des carrières très importantes où des volumes considérables ont été extraits (fig. 58). De manière très préliminaire, on peut estimer que chacun de ces grands sites a fourni au moins 1000 m³ de roche. Pour le moment, 6 sites ont été classés dans cette catégorie. Ils sont répartis sur l'ensemble du territoire prospecté. À l'opposé, il existe des carrières qui ont exploité des volumes très petits de moins de 100 m³. On compte 8 sites dans cette catégorie dont 3 étaient déjà mentionnés dans la littérature, mais les nouvelles recherches ont permis d'en découvrir encore 5 autres dans la région de Milanoa, qui a été prospectée plus en détail. Il est probable que les petits sites de ce genre sont en fait beaucoup plus nombreux mais difficiles à localiser et qu'ils n'ont pas été mentionnés dans la littérature ancienne. Il est pour le moment difficile de comprendre leur rôle économique par rapport aux grandes carrières et à la production dans son ensemble. Enfin, 7 carrières ont été classées dans la catégorie intermédiaire, entre 100 et 1000 m³.

On peut déjà conclure que plusieurs milliers de mètres cubes de roche ont été extraits dans le nord-est de Madagascar. Il s'agit donc clairement d'une production à grande échelle qui implique la fabrication de dizaines de milliers de pièces et l'emploi d'une main-d'œuvre considérable. En l'état actuel, les recherches sont encore insuffisantes pour aller plus loin : il n'est pas encore possible de faire une évaluation plus précise du volume total extrait ni même de dénombrer les sites d'extraction. Il faut plus de données et d'observations pour établir le rapport entre le volume extrait et le nombre d'objets finis.

Au sud-ouest de Vohémar, autour de Milanoa, les carrières sont nombreuses et certaines très importantes. Au nord et au nord-ouest de Vohémar, plusieurs grands sites d'extraction semblent isolés, mais les prospections n'ont en réalité pas été suffisantes pour confirmer cette situation. Enfin, au sud, on appréhende encore très mal la situation

dans l'arrière-pays de Sambava, mais il est probable que l'exploitation du chloritoschiste y était peu importante.

En l'état actuel des connaissances, la chronologie de la production est encore très mal définie. En surface, les sites d'extraction ne livrent pas de mobilier archéologique datable⁶². Pour le moment, il n'y a pas de relation clairement établie entre les carrières et d'éventuels habitats installés à proximité. En fait, aucun site d'habitat n'est signalé dans l'arrière-pays. Les seuls indices chronologiques proviennent des trouvailles d'objets finis en chloritoschiste dans les sites d'habitat côtiers ou dans les nécropoles associées. À Benavony, des fragments de chloritoschiste proviennent des niveaux de la phase d'occupation ancienne datée avant l'an mil⁶³ (fig. 52, Serneels et al. 2018). Des morceaux de vases et des tuyères en pierre ont été découverts dans les amas de scories datés entre 1000 et 1400 AD. Sur la côte ouest de Madagascar, le chloritoschiste est présent à Mahilaka, site urbain dont l'occupation est attestée entre le 10^{ème} et le 15^{ème} siècle AD (Radimilahy 1998, 2018). Enfin, le mobilier de la vaste nécropole de Vohémar comporte de nombreux objets en chloritoschiste, mais il est difficile d'attribuer une date précise aux différents objets (Gaudebout & Vernier 1941a ; Vernier & Millot 1971 ; Rakotoarisoa & Allibert 2011). On peut penser au moins qu'une partie d'entre eux étaient encore en usage aux 15^{ème} et 16^{ème} siècles, c'est-à-dire au cours de la phase tardive de la civilisation rasikajy.

Les vestiges observables dans les carrières attestent pratiquement toujours de la production de récipients⁶⁴. Les marmites tripodes sont fréquentes, mais il y a aussi des vases dépourvus de pied. Les couvercles sont aussi présents presque partout. Il y a des ébauches pour d'autres types de récipients, mais elles sont nettement moins nombreuses. Les autres catégories d'objets ne sont que rarement clairement attestées. Sur le site d'Amboaimohéhy QV 06, de très grandes pièces ont été fabriquées, en particulier des bassins rectangulaires (fig. 67). Parmi les sites visités, c'est le seul où cette situation est évidente, mais on ne peut pas toujours exclure cette possibilité sur d'autres sites car on observe parfois des blocs inhabituels⁶⁵. On n'a pas encore identifié de carrière avec des ébauches ou des traces d'extraction correspondant aux buses de cuvelage de puits telles que celles qui sont visibles à Angolovato près de l'embouchure de la Mahanara (Vérin 1986, p. 265 ; Serneels et al. 2018, p. 152–153)⁶⁶. La question de l'utilisation du chloritoschiste pour la construction se pose également⁶⁷.

Les carrières fournissent de nombreuses informations pour appréhender la technique de l'extraction du chloritoschiste. Les tracés préliminaires indiquent un souci d'organisation et d'anticipation. Souvent, les carriers prennent soin d'obtenir des blocs de formes régulières et de dimensions définies, en particulier des cylindres permettant de produire des pièces basses (diamètre > hauteur), des marmites tripodes (diamètre = hauteur) et des doubles tripodes (diamètre = 1/2 hauteur). Mais il y a aussi des blocs de formes quelconques qui sont plus difficiles à interpréter. Certaines pièces sont percées d'un trou de quelques centimètres de diamètre qui a pu servir à fixer une corde pour déplacer le bloc par traction.

À proximité immédiate des carrières, mais pas directement sur les fronts de taille, des amas d'éclats centimétriques entassés pourraient correspondre à des débris résultant de la mise en forme des ébauches à partir des blocs extraits. Cette étape de travail se déroule certainement dans le périmètre des carrières, comme en témoignent les très nombreux fragments d'ébauches. Sur plusieurs sites, les prospections ont mis en évidence des concentrations d'ébauches localisées à proximité de petits cours d'eau proches des zones d'extraction. Une raison technique pourrait expliquer cette organisation spatiale. Il est possible que l'on utilise de l'eau à une étape de la production. En l'absence constatée de trace de tournage sur les ébauches des carrières, aucun bon argument ne permet d'invoquer l'utilisation d'un tour hydraulique pour la finition des surfaces à proximité des carrières. Par contre, les observations permettant de situer spatialement les opérations de tournage manquent toujours. Il est possible qu'elles

⁶² Nous espérons que des sondages permettent de retrouver des charbons de bois en relation avec les activités d'extraction.

⁶³ On signale aussi la présence de fragments de chloritoschiste à Irodo dans un contexte précoce (Battistini & Vérin 1967), ainsi que sur les sites de la phase précoce « Dembéni » à Mayotte et aux Comores (Wright 1984, 2016).

⁶⁴ De nombreuses mesures observations ont été réalisées sur les ébauches (formes, dimensions, etc.) Les données sont en cours d'élaboration pour décrire la gamme des récipients produits.

⁶⁵ Par exemple les blocs d'Analafiana Nord QV 20, voir fig. 80 et 81.

⁶⁶ Ce sont des pièces monolithes cylindriques de 84 cm de diamètre et 124 cm de long. Un autre puits en chloritoschiste est mentionné à Bemanevika (Vérin 1986, p. 266), mais il n'est plus visible actuellement.

⁶⁷ Des traditions orales rapportent l'existence de pont en chloritoschiste, mais les éléments matériels manquent pour étayer ces histoires.

aient eu lieu au sein des habitats côtiers, mais cela n'est pas prouvé. À travers les pictogrammes et les tracés préparatoires, on pressent des formes d'organisation de la production.

Les premiers résultats des recherches permettent de poser des questions sur l'organisation sociale de la production du chloritoschiste. Il est clairement confirmé qu'il s'agit d'une activité à grande échelle qui se poursuit pendant plusieurs siècles, c'est-à-dire à long terme. Les volumes extraits sont considérables. La main-d'œuvre nécessaire pour l'extraction, la mise en forme et le transport des produits dépassent certainement le cadre d'une production domestique. Les sites d'habitat côtiers et les populations qui y habitent jouent certainement un rôle dans l'organisation de la production. Mais il y a bien peu d'éléments pour décrire ce rôle de manière précise.

4. Synthèse et perspective

Les deux premières campagnes de recherches sur le terrain dans le nord-est de Madagascar se sont déroulées dans de bonnes conditions. Elles ont permis de collecter un grand nombre de données scientifiques. De bonnes relations ont été tissées entre les partenaires scientifiques et avec les autorités locales.

Les fouilles des ateliers métallurgiques apportent de nombreuses informations sur les aspects techniques, même si les vestiges découverts sont relativement peu spectaculaires (voir chap. 2.8). Les données récoltées permettent d'ores et déjà de définir la matière première et la technique de réduction. Les datations ¹⁴C fixent un cadre chronologique. Les prospections montrent que la zone de production est relativement étendue et comporte plusieurs dizaines d'ateliers. Ces données sont en cours d'élaboration et seront confrontées aux résultats des analyses de laboratoire. Elles permettent de renouveler complètement les connaissances sur le district de production du fer du nord-est de Madagascar.

Dans la région sud, autour de Sambava, nous espérons pouvoir continuer à densifier les prospections pour approcher une meilleure quantification de la production. À cet égard, il s'avère très efficace de susciter la collaboration de jeunes chercheurs locaux et de les intégrer au projet. S'ils ont reçu la formation de base qui leur permette de reconnaître et décrire les vestiges métallurgiques, ils peuvent recueillir beaucoup plus efficacement les informations auprès des populations locales. Hormis les sites de réduction qui laissent des vestiges caractéristiques, les amas de scories, facilement identifiables, on ne dispose que de très peu d'informations sur les sites et les méthodes d'extraction du minerai. De même, en ce qui concerne les activités de forgeage, les recherches n'ont pas encore donné de résultat. Pour le moment, il n'y a pas d'indication sur la présence de site métallurgique dans l'arrière-pays, mais peut-être que n'est-ce là que le reflet de l'état de la recherche.

Pour bien comprendre le district de Sambava, il est aussi indispensable d'évaluer la situation dans la région nord. Pour le moment, aucun site de réduction du minerai de fer n'y a été identifié. Si cette situation reflète effectivement la réalité et non seulement l'état de la recherche, il apparaîtra alors que le district de Sambava est le seul à avoir approvisionné la population rasiakajy. Les relations d'interdépendance entre les différents terroirs et l'intégration économique à l'échelle régionale pourront dès lors être discutées.

Les recherches sur les carrières de chloritoschiste n'ont vraiment débuté qu'en 2018 et la campagne de prospection a donné des résultats très satisfaisants (voir chap. 3.6). Les visites sur le terrain permettent d'évaluer la documentation ancienne et de l'intégrer. La collection d'échantillons pétrographiques de référence est mise en place et les analyses de laboratoire sont lancées pour développer un outil pour les études de provenance.

L'interprétation des observations de terrain reste délicate car on ne dispose pas encore d'une étude de site approfondie. Pour cette raison, la campagne de recherches

2019 sera principalement orientée vers l'étude détaillée d'une grande carrière de chloritoschiste. À l'aide d'un relevé topographique d'ensemble, de sondages stratigraphiques et de l'étude systématique des traces de travail, on espère développer une grille d'interprétation technique et quantitative utilisable pour évaluer les autres sites explorés en prospection. Le site de Bobalila QV 12 (voir chap. 3.5.4), offre des conditions idéales pour cette approche. Le site a été très peu fréquenté et semble intact. Il est passablement étendu et présente une belle variété de vestiges, en particulier des aires de taille et les amas d'éclats associés ainsi que de superbes fronts de taille. Il se trouve dans une région très mal connue sur le plan archéologique, mais possédant un fort potentiel. L'étude du contexte régional permettra de mieux comprendre l'occupation du sol par les populations rasikajy.

Remerciements

Notre séjour s'est déroulé dans de bonnes conditions grâce au concours et à la participation des autorités et responsables administratifs :

- Le Ministère de la Culture, de la Promotion de l'Artisanat et de la Sauvegarde du Patrimoine représenté par Monsieur le Ministre, le Directeur Général de la Culture, le Directeur du Patrimoine, le Représentant du Ministère de la Culture au niveau de la région SAVA (Sambava – Antalaha – Vohémar – Andapa) ;
- Le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique représenté par le Secrétaire Général, le Directeur Général de la Recherche Scientifique ;
- Le Chef de la Région SAVA représenté par le Secrétaire Général de la Région ;
- Les Maires et les Adjoints au Maire de Farahalana, Bemanevika, Milanoa, Vohémar et Anjiabe ;
- Le Directeur du Centre Universitaire Régional de la SAVA (CURSA) à Antalaha, le Docteur Benitsiafantoka Joseph.

Les personnalités suivantes nous ont apporté leur appui tant sur le plan matériel que scientifique :

- Le Professeur Rafolo Andrianaivoarivony de l'Université d'Antananarivo ;
- Le Professeur Jean Omer Beriziky ;
- Monsieur Georges Radebason de l'Université d'Antsiranana.

Les autorités traditionnelles et les populations locales nous ont toujours fait bon accueil, en particulier dans les localités où nous avons séjourné et travaillé plusieurs jours : Amborolana, Bemanevika, Milanoa et Anjiabe. Nous remercions aussi les propriétaires des terrains d'Amboronala, Ambodimadiro et Bemanevika sur lesquels les travaux de recherches archéologiques ont été effectués et qui nous ont honorés de leur hospitalité et de leur accueil. Nous remercions également les nombreux guides et informateurs locaux qui ont répondu à nos questions.

Bibliographie

- BALL, V., 1881 : *A manual of the Geology of India, Part III. Economic Geology*. Calcuta.
- BARREAUX, M., 1959 : *L'auge de Sima*. Bulletin de l'Académie Malgache, n.s. 36, p. 93–99.
- BATTISTINI, R., VÉRIN, P., 1967 : *Irodo et la tradition vohémarienne*. Revue de Madagascar 36, p. 17–32.
- BEAUJARD, P., 2007 : *L'Afrique de l'Est, les Comores et Madagascar dans le système-monde avant le XVI^e siècle*. In D. Nativel, F.V. Rajaonah (éds.) : *Madagascar et l'Afrique. Entre Identité insulaire et appartenances historiques*. Paris : Karthala, p. 29–102.
- BGS-USGS-GLW 2008 : *Revision de la cartographie géologique et minière des zones Nord et Centre de Madagascar*. Antananarivo : République de Madagascar, Ministère de l'énergie et des Mines.
- CLIST, B., 1995 : *New field data on the ancient iron metallurgy of Madagascar*. Nyame Akuma 43, p. 23–27.
- DE BARROS, P., 1986 : *Bassar. A quantified, chronologically controlled, regional approach to a traditional iron production center in West Africa*. Africa 56, p. 152–174.
- DECOMBEIX, P.-M., DOMERGUE, C., FABRE J.-M., GORGUES, A., RICO, C., TOLLON, F., TOURNIER, B., 2000 : *Réflexion sur l'organisation de la production du fer à l'époque romaine dans le bassin supérieur de la Dure, au voisinage des Martyrs (Aude)*. Gallia 57, p. 23–36.
- DE WIT, M.J., 2003 : *Madagascar. Heads It's a Continent, Tails It's an Island*. Annual Review of Earth and Planetary Sciences 31.1, p. 213–248.
- GAUDEBOUT, P., VERNIER, E., 1941a : *Notes à la suite d'une enquête sur les objets en pierre de la région de Vohémar*. Bulletin de l'Académie Malgache NS 24, p. 91–94. 1941b : *Notes sur une campagne de fouille à Vohémar « Mission Rasikajy 1941 »*. Bulletin de l'Académie Malgache NS 24, p. 100–114.
- GRIFFIN, W., 2011 : *Notes on the Chlorite-Schists Industry of Madagascar's Southeast Coast*. In Rakotoarisoa & Allibert 2011, p. 222–273.
- HAJDAS, I., 2008 : *Radiocarbon dating and its applications in Quaternary studies*. Quaternary Science Journal 57.1-2, p. 2–24.
- HORTON, M., BOIVIN, N., CROWTHER, A., GASKELL, B., RADIMILAHY, C., WRIGHT, H., 2017 : *East Africa as a Source for Fatimid Rock Crystal. Workshop from Kenya to Madagascar*. In A. HILGNER, S. GREIFF, D. QUAST (éds.) : *Gemstones in the First Millenium AD*. Mainz : Römisch-Germanisches Zentralmuseum, p. 103–118. (RGZM-Tagungen 30).
- HOU, B., KEELING, J., VAN GOSEN, B.S., 2017 : *Geological and Exploration Models of Beach Placer deposits – Integrated from Case-studies of southern Australia*. Ore Geology Reviews 80, p. 437–459.
- HUMPHRIS, J., REHREN, TH., 2014 : *Iron production and the Kingdom of Kush. An introduction to UCL Qatar's research in Sudan*. In A. Lohwasser, P. Wolf (éds.) : *Ein Forscherleben zwischen den Welten. Zum 80. Geburtstag von Steffen Wenig*. Berlin, p. 177–190. (Mitteilungen der Sudanarchäologischen Gesellschaft zu Berlin, Sonderheft).
- KONIECZY, M.G., 2018 : *Notes on the production of stone cooking pots in Mashhad, Iran*. In PHILLIPS & SIMPSON 2018, p. 226–237.
- KUSIMBA, C.M., 1996 : *The social context of iron forging on the Kenya Coast, Africa*. Journal of the International African Institute 66.3, p. 386–410.
- KUSIMBA, C.M., KILLICK, D., 2003 : *Iron Age ironworking on the Swahili coasts of Kenya*. In C.M. KUSIMBA, S.B. KUSIMBA (éds.) : *East African Archaeology. Forgers, Potters, Smiths and Traders*. Philadelphia : University Museum of Pennsylvania, p. 99–116.
- KUSIMBA, C.M., KILLICK, D., CRESWELL R.G., 1994 : *Indigenous and imported metals at Swahili sites on the coast of Kenya*. MASCA Papers in Science and Archaeology 3, p. 243–265.
- LODS, W., 1955 : *Note sur un atelier « Rasikajy » dans la région d'Ambilobe*. Naturaliste Malgache 7.2, p. 219–221.
- LURATI, O., 1970 : *L'ultimo lavaggio della Val Malenco*. Basel : Schweizerische Gesellschaft für Volkskunde. (Sterbendes Handwerk 24).
- MATTHES, S., KRÄMER, H., 1955 : *Die Amphibolite und Hornblendegneise im mittleren kristallinen Vor-Spessart und ihre petrogenetische Stellung*. Neues Jahrbuch für Mineralogie. Abhandlungen 88, p. 225–272.
- MATTHES, S., OKRUSCH, M., RÖHR, CH., SCHÜSSLER, U., RICHTER, P., VON GEHLEN, K., 1995 : *Talc-chlorite-amphibole felses of the KTB pilot hole, Oberpfalz, Bavaria : protolith characteristics and phase relationships*. Mineralogy and Petrology 52, p. 25–59.
- MOUREN, A., ROUAIX, R., 1913 : *Industrie ancienne des objets de Vohémar*. Bulletin de l'Académie Malgache 12, p. 3–12.
- MUTZ, A., 1977 : *Die Technologie der alten Lavezdreherei*. Schweizerisches Archiv für Volkskunde 73, p. 42–62.
- PHILLIPS, C.S., SIMPSON, ST.J., (éds.) 2018 : *Softstone Approaches to the study of chlorite and calcite vessels in the Middle East and Central Asia from prehistory to the present*. Oxford : Archaeopress. (British Foundation for the study of Arabia Monographs 20).
- PISTOLESI, C., 2006 : *La miniera di Baratti. Lo sfruttamento delle scorie etrusche al 1915 al 1969*. Pisa : Felici.
- PRADINES, S., 2013 : *The Rock Crystal of Dembeni. Mayotte Mission Report 2013*. Nyame Akuma 80, p. 59–72.

PRADINES, S., HERVIAUX, G., 2015 : *Dembéni, un site urbain bipolaire ? Mayotte, rapport intermédiaire 2014*. Nyame Akuma 83, p. 128–141.

RADIMILAHY, C., 1998 : *Mahilaka. An archaeological investigation of an early town in northwestern Madagascar*. Uppsala. (Studies in African Archaeology 15). 2018 : *Mahilaka*. In St. Wynne-Jones, A. LaViolette (éds.) : *The Swahili world*. London : Routledge, p. 285–290.

RADIMILAHY, C., CROSSLAND, Z., 2015 : *Situating Madagascar. Indian Ocean dynamics and archaeological histories*. Azania. Archaeological Research in Africa 50.4, p. 495–518.

RAKOTOARISOA, J.-A., ALLIBERT, C., (éds.), 2011 : *Vohémar, cité-état malgache*. Paris : Institut National des Langues et Civilisation Orientales. (Études Océan Indien 46–47).

ROBION-BRUNNER, C., 2010 : *Forgerons et sidérurgie en pays dogon. Vers une histoire de la production du fer sur le plateau de Bandiagara (Mali) durant les empires précoloniaux*. Francfort/Main : Africa Magna. (Journal of African Archaeology Monograph Series 3).

ROCHE, H. DE LA, 1956 : *Les talcschistes chloriteux ou « soapstones » de la région de Vohémar*. Antananarivo. (Service géologique A.995).

SCHREURS, G., RAKOTOARISOA, J.-A., 2011 : *The archaeological site at Vohémar in a regional geographical and geological context*. In Rakotoarisoa & Allibert 2011, p. 27–49.

SERNEELS, V., 2011 : *La production des vases en chloritoschistes*. In Rakotoarisoa & Allibert 2011, p. 357–364. 2016 : *The massive production of iron in the Sahelian belt. Archaeological investigations at Korsimoro (Sanmatenga – Burkina Faso)*. Materials and Manufacturing Processes 32.7-8, p. 900–908.

SERNEELS, V., MOREL, M., NITSCHKE, C., RADIMILAHY, C., RAKOTOARISOA, J.-A., RASOARIFETRA, B., SCHREURS, G., 2018 : *Pierre et Fer à Madagascar (1). Vestiges sidérurgiques de Benavony et de la rivière Matavy*. In SLSA : Rapport annuel 2017, p. 109–156.

VELOMORA, S., 2017 : *Approche historique de la civilisation Rasikajy du Nord-Est de Madagascar, vue à travers l'exploitation du chloritoschiste : des origines au XVI^e siècle*. Mémoire de Maîtrise d'Histoire, Département d'Histoire, Université de Toliara.

VÉRIN, P., 1975 : *Les échelles du commerce sur les côtes nord de Madagascar*. Thèse d'État, Université de Lille. 1986 : *The History of Civilization in North Madagascar*. Rotterdam, Boston : Balkema. 2011 : *Recherche sur les ateliers de chloritoschistes*. In Rakotoarisoa & Allibert 2011, p. 51–74.

VERNIER, E., 1952 : *Note sur un nouvel atelier Rasikajy*. Le Naturaliste Malgache 6.1, p. 97–100. 1956 : *Notes sur deux ateliers Rasikajy de la région de Vohémar*. Le Naturaliste Malgache 8.2, p. 278–279.

VERNIER, E., MILLOT, J., 1971 : *Archéologie Malgache. Comptoirs musulmans*. Paris : Muséum d'Histoire Naturelle.

WILKINSON, C.K., 1973 : *Nishapur. Pottery of the Early Islamic Period*. New York : MetPublications.

WRIGHT, H.T., 1984 : *Early seafarers of the Comoros Islands. The Dembeni phase of the IXth–Xth centuries AD*. Azania. Archaeological Research in Africa 19, p. 81–128. 2018 : *The Comoros and their early history*. In St. Wynne-Jones, A. LaViolette (éds.) : *The Swahili world*. London : Routledge, p. 266–276.

ZHAO, B., 2011 : *Vers une expertise plus fine et une approche plus historique de la céramique chinoise de la nécropole de Vohémar*. In Rakotoarisoa & Allibert 2011, p. 91–106.