

Pierre et Fer à Madagascar (4) – Nouvelles données sur l'exploitation du territoire

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

Résumé

En 2020, en raison de la pandémie, il n'a pas été possible d'organiser une campagne de recherche sur le terrain avec une équipe internationale dans le nord-est de Madagascar. Les investigations se sont poursuivies malgré tout. Plusieurs missions de prospection ont été menées à bien par les chercheurs résidents dans le nord-est. Ils ont complété la carte des carrières de chloritoschiste (8 sites) et celle des amas de scories de réduction (13 sites/39 amas). À Antananarivo, les chercheurs de l'université ont repris l'étude de l'ensemble du mobilier céramique provenant des fouilles précédentes, et ont effectué une recherche systématique sur les objets en chloritoschiste issus de toutes les collections accessibles. Enfin, à Fribourg, les analyses de laboratoire se sont poursuivies, sur les scories métallurgiques et les chloritoschistes.

^A Département de Géosciences, Université de Fribourg, Suisse

^B Département Sciences de la Nature et de l'Environnement, Université d'Antsiranana, Madagascar

^C Université d'Antananarivo, Madagascar

^D AMA – Association Malgache d'Archéologie

^E Institut für Geologie, Université de Berne, Suisse

^F Département d'Histoire, Université de Toliara, Madagascar

¹ 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).

² Université de Toliara : Sylvain Velomora. Université d'Antsiranana : Walker Chisoël Jaony, Hervé Totobemahefa. CURSA d'Antalaha : Herlin Fahatrara Tovonay Bezara.

Chauffeur (Vohémar) : Abdul Tsiandopy.

³ Université d'Antananarivo, Madagascar : Chantal Radimilahy, Bako Rasoarifetra, Jimmy Andrianarivelo, Judith Christa Raharinoro, Andritiana Laharta Rakotomavo, Narindra F. Rakotondraso, Isabella Rakotosafy, Luciana Rakotosafy, Annita Oniravaka Ramanankierana, Hary Miora Randrianjafy Andriamparany, Nelas Fanny Sabe et Masilaza Tongazara.

⁴ Université de Fribourg, Suisse : Vincent Serneels, Mélissa Morel, Christoph Nitsche et Josip Lujic. Université de Berne, Suisse : Guido Schreurs, Sandra Lösch, Christine Cooper.

⁵ Ces missions « métallurgie » (15–25 janvier 2020/4–25 mai 2020/14 août–4 septembre 2020, soit en tout 50 jours de terrain) ont été menées à bien par W. C. Jaony et H. Totobemahefa, en concertation avec M. Morel.

⁶ Ces missions « chloritoschiste » (9–20 juin 2020/17–25 novembre 2020, soit en tout 20 jours de terrain) ont été organisées par S. Velomora avec l'aide de trois étudiants, W.C. Jaony, H. Totobemahefa et F. H. Tovonay Bezara, ainsi que d'A. Tziandopy comme chauffeur. Ch. Nitsche s'est chargé de la coordination.

1. Introduction et déroulement des travaux en 2020

Les trois campagnes de recherches sur le terrain (2017–2019), réalisées dans le cadre du projet « Pierre et Fer à Madagascar », ont permis de renouveler les connaissances sur la production du fer et des vases en pierre tendre dans le nord-est de Madagascar (Serneels *et al.* 2018, 2019, 2020)¹. Plus généralement, ces nouvelles données de terrain contribuent à une meilleure connaissance de la population qui occupait ce territoire au cours du second millénaire de notre ère.

Malheureusement, à cause de la pandémie qui s'est déclarée en 2020, il a été impossible d'envoyer une équipe internationale sur le terrain. Les travaux se sont donc poursuivis selon d'autres modalités. Les chercheurs basés dans le nord-est de Madagascar² ont pu mener à bien des missions de prospection pour pénétrer dans des zones difficiles d'accès (fig. 1). Une seconde équipe, basée à Antananarivo³, a pu reprendre les inventaires de la céramique provenant de nos fouilles et celui des récipients en chloritoschiste. Enfin, en Suisse⁴, les travaux d'élaboration des résultats et de caractérisation des matériaux sur les scories, les roches et les céramiques ont été intensifiés.

Trois missions⁵ ont permis de continuer l'exploration de la partie méridionale de la zone d'étude, entre la ville de Vohémar et le cap Masoala au nord de la baie d'Antongil, principalement à la recherche d'amas de scories, mais aussi plus généralement de traces d'occupations anciennes. Les conditions de déplacement sont très difficiles et les trajets ont été entrepris le plus souvent en moto, parfois à pied ou en pirogue. Des enquêtes orales ont été menées auprès des villageois et, dans la mesure du possible, des visites ont été effectuées à l'emplacement des sites archéologiques mentionnés par les informateurs.

Les résultats confirment que la frange côtière a été densément occupée : pratiquement toutes les embouchures de rivières montrent des traces d'habitat. La production de fer est importante dans toute la zone, comme en témoignent les nombreux amas de scories.

Deux autres missions⁶ ont permis de poursuivre l'inventaire des carrières de chloritoschiste dans l'arrière-pays de Vohémar. L'objectif était de confirmer sur le terrain certaines indications reçues oralement. Les 8 nouvelles carrières découvertes en 2020 sont réparties dans l'ensemble de la zone de production à l'Ouest de Vohémar, y compris sur ses franges au nord et au sud.

Une visite de courtoisie a été organisée au village d'Anjiabe, qui avait accueilli notre équipe pendant la campagne d'août 2019.



1

À Antananarivo, l'équipe de l'ICMAA (Institut de Civilisation Musée d'Art et d'Archéologie de l'Université d'Antananarivo), sous la direction de C. Radimilahy et B. Raosarifetra, a pris en charge la réalisation d'un inventaire complet du mobilier céramique découvert au cours des trois campagnes précédentes. Le stockage de cette collection a été réorganisé. L'équipe a aussi assuré l'inventaire de l'ensemble des éléments en chloritoschiste des collections déposées dans la réserve externalisée du bâtiment annexe de Faravohitra. Ces pièces ont fait l'objet d'une description détaillée.

Nous remercions tout particulièrement à cette occasion la Fondation Suisse-Liechtenstein pour les recherches archéologiques à l'étranger car elle a généreusement attribué un crédit spécial permettant aux équipes malgaches de travailler malgré les conditions actuelles difficiles. Le crédit ordinaire a été reporté pour pouvoir mener à bien une mission avec une équipe internationale en 2021.

En Suisse, les travaux d'élaboration des données et d'analyse des matériaux⁷ se sont poursuivis dans le cadre du projet soutenu par le Fonds National Suisse de la Recherche scientifique (FNS)⁸. L'équipe bénéficie du soutien du Département de Géosciences de l'Université de Fribourg. Nous remercions aussi le Service Archéologique de l'État de Fribourg de son aide technique, en particulier pour la conservation d'objets en métal découverts en 2019.

2. Bilan des prospections dans le nord-est

2.1 La zone d'étude

La zone d'étude s'étend sur 450 kilomètres de long, entre le cap d'Ambre, à l'extrême nord de l'île de Madagascar, et le cap Masoala, à l'extrémité sud de la péninsule qui ferme la baie d'Antongil⁹ (fig. 2).

Au nord, les premiers 150 kilomètres du littoral oriental sont caractérisés par une côte assez accidentée comportant de nombreuses baies, des îles côtières et des récifs coralliens. Le substratum géologique est constitué d'une succession de roches sédimentaires et volcaniques récentes. C'est une zone au climat sec.

Sur les 250 kilomètres suivants, la seconde portion du littoral comporte une bande côtière, de 1 à 10 kilomètres de largeur, constituée de dunes de sable quaternaire qui viennent couvrir les gneiss et autres roches métamorphiques du socle ancien d'âge protérozoïque (Domaine de Bemarivo). Localement, des édifices volcaniques se sont mis en place à la fin du Crétacé, sur la bordure orientale du vieux socle¹⁰. De nombreux cours d'eau, une vingtaine, s'écoulent d'ouest en est, depuis les crêtes du massif montagneux central (2500 mètres d'altitude) jusqu'à la mer. Ces fleuves servent de voie de pénétration naturelle vers l'arrière-pays. Leurs embouchures permettent d'ancrer les bateaux à l'abri de la houle marine, et ils peuvent souvent être remontés en pirogue. Au nord de Vohémar le climat est sec. À Sambava, 100 kilomètres plus au sud, le climat est humide. La transition est très abrupte.

Fig. 1 Travaux 2020 à Madagascar

À gauche : déplacement en moto lors de la mission de prospection en direction du cap Masoala pendant la saison des pluies

À droite : études du mobilier céramique et chloritoschiste par les étudiants malgaches dans la réserve de l'ICMAA à Antananarivo

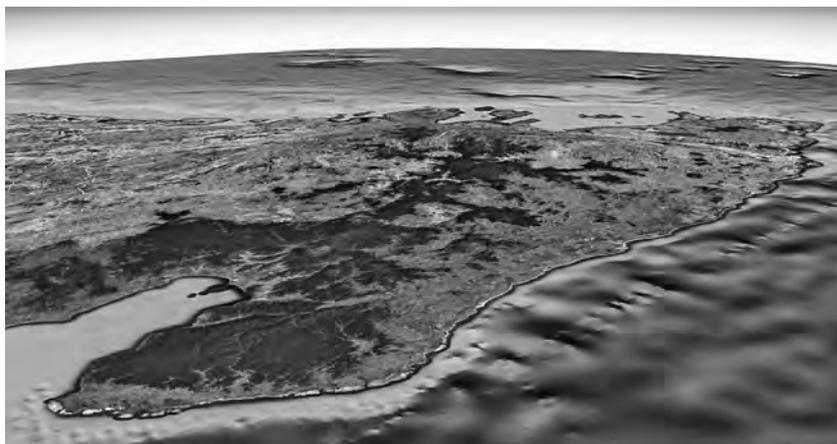
⁷ Chloritoschistes : thèse de doctorat en cours par Christoph Nitsche (voir 5.4). Scories de fer : thèse de doctorat en cours par Mélissa Morel (voir 5.3). Céramique : travail de master en cours par Josip Lujic.

⁸ Metals, Stones and Pots by the Rasikajy : technological transfer and exchange network in North Eastern Madagascar (circa 700–1700 AD). Projet FNS 105211_172794.

⁹ La zone nord fait partie de la région de Diana, et la zone sud se trouve dans la région de la Sava.

¹⁰ Cette activité volcanique est liée à la fracturation et à la séparation entre l'Inde et Madagascar.

Fig. 2 Vue de la zone d'étude entre le cap Masoala au sud et le cap d'Ambre à environ 450 kilomètres de distance vers le nord



2

Enfin, la dernière partie du littoral, sur un peu plus de 50 kilomètres, correspond à la péninsule de Masoala, dont le substrat géologique est granitique et d'âge archéen (craton d'Antongil). La frange sableuse y est beaucoup plus étroite et le rivage est en grande partie bordé par un récif corallien. Une dizaine de petits cours d'eau se jettent dans l'océan. Le climat y est très humide.

Dans cette région, de nombreux vestiges archéologiques témoignent de la présence d'une ancienne population islamisée, les Rasikajy¹¹, dont le souvenir est encore bien vivant dans la mémoire collective (Vérin 1986). Notre projet vise principalement à mettre en évidence l'exploitation des matières premières minérales par cette population, et nos prospections ont essentiellement ciblé les carrières de chloritoschiste et les ateliers de réduction du minerai de fer. À de nombreuses reprises au cours de nos visites, nous avons également identifié d'autres traces d'occupation, surtout des tessons de céramique qui indiquent la présence d'habitats. Les cartes et les listes de sites (fig. 3 à 8) permettent de visualiser la répartition spatiale des carrières de chloritoschiste, des amas de scories de fer et des habitats repérés dans la zone d'étude.

La répartition des ressources minérales exploitables est étroitement liée à la nature des roches qui constituent le substratum, et donc à l'histoire géologique de la région. Les chloritoschistes sont des roches ultramafiques métamorphiques et, dans l'arrière-pays de Vohémar, les carrières sont présentes exclusivement dans l'unité géologique de la « Suite du Manambato », qui fait partie du bloc septentrional du domaine du Bemarivo (Thomas *et al.* 2009). Cette unité géologique est particulièrement bien développée dans la zone au sud-ouest de Vohémar, mais elle se prolonge pratiquement jusqu'à Ambilobe, sur le versant occidental de Madagascar. Sur le plan géologique, tous les terrains de la Suite du Manambato sont susceptibles de renfermer des gisements de chloritoschiste exploitables. Malheureusement, on ne sait rien de précis sur d'éventuelles exploitations dans le centre et sur le versant ouest, parce que ces régions sont très difficiles d'accès.

Il est très probable que les latérites très ferrugineuses qui ont été exploitées comme minerai de fer se sont formées par altération des roches volcaniques basiques mises en place lors de la séparation de l'Inde et de Madagascar à la fin du Crétacé. Tout au moins, la répartition des amas de scories le long de la côte, dans la partie sud de la zone d'étude, coïncide assez bien avec la répartition de ces roches (Melluso *et al.* 2003).

La présence d'or est attestée dans la majeure partie de la région étudiée, comme c'est le cas dans toutes les zones de socles granitiques anciens à Madagascar (De Launay 1903). Les gisements de roche primaires ne semblent pas avoir été exploités anciennement. Pour les gîtes en alluvions qui sont très nombreux et faciles à exploiter, il n'y a pas de preuve directe d'une exploitation ancienne, mais cela n'est pas à exclure. Les gisements aurifères de Betsiaka-Andavakoera, près des sources du fleuve Loky, ont été exploités au début du 20^{ème} siècle (Besarie 1961). Des alluvions aurifères ont pu être présentes plus bas dans la vallée de ce fleuve et dans celle du Mananjeba. Il y a des indices aurifères dans d'autres

¹¹ Sous le nom de « Rasikajy », nous désignons la population islamisée qui était établie dans le nord de Madagascar et participait au grand commerce de l'océan Indien. Voir Beaujard 2007, Vérin 1986.

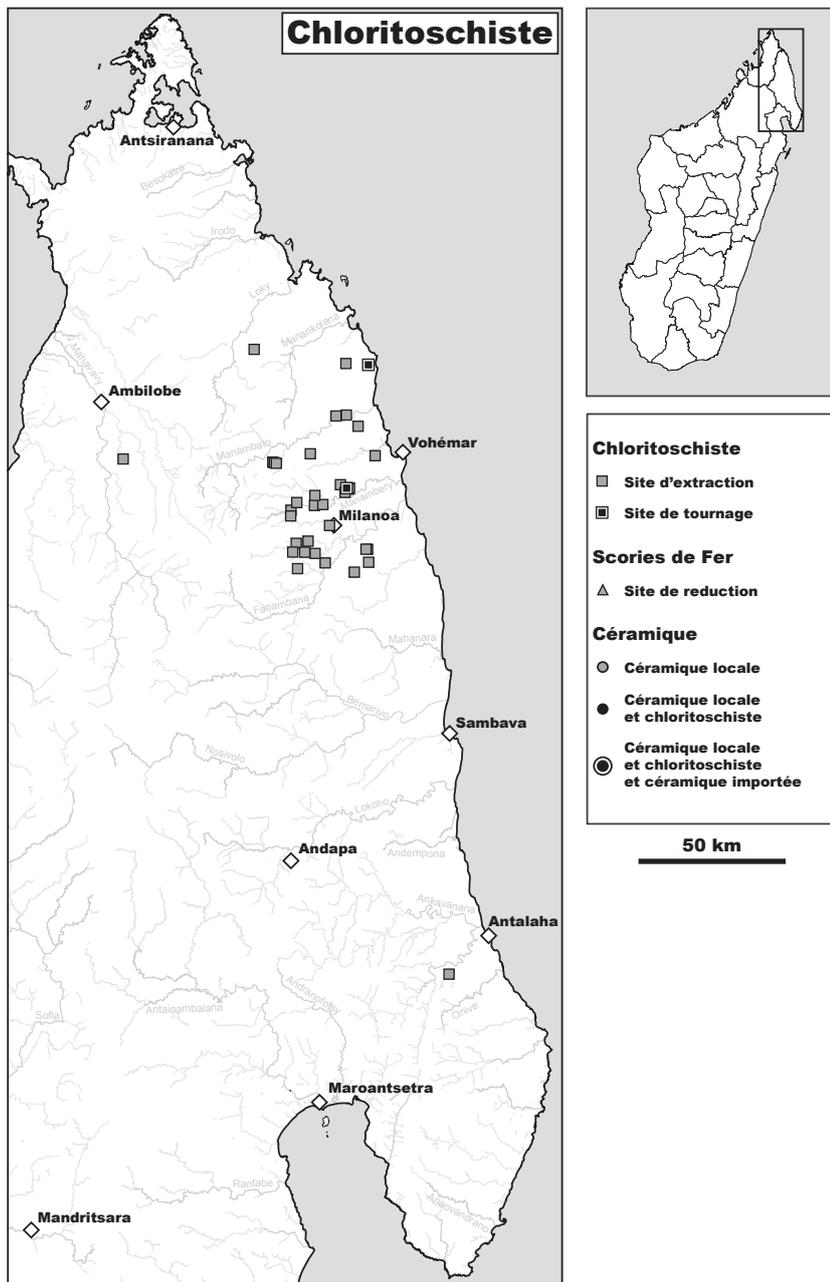


Fig. 3 Carte des carrières de chloritoschiste (voir liste fig. 6)

3

secteurs également. Malheureusement, l'identification des traces d'exploitation ancienne est très difficile, d'autant plus que l'orpaillage artisanal est actuellement pratiqué en de nombreux endroits.

Le cristal de roche, soit le quartz transparent et limpide¹², est fréquent dans les roches du socle cristallin de Madagascar. La région nord-est est réputée pour ses cristaux de grande taille. C'est dans les alluvions des principaux fleuves que les pièces les plus intéressantes étaient récoltées avant la mise en exploitation des gisements en roche primaires¹³. Les sources historiques européennes attestent clairement l'exportation du quartz de Madagascar dès la fin du 16^{ème} siècle. Les découvertes de pièces cassées sur le site de Dembény, sur l'île de Mayotte, montrent que cette ressource circulait déjà avant l'an mil par le canal du commerce de l'océan Indien (Pradines 2019). À cette époque, il s'agit probablement d'une marchandise de grande valeur. Dans le cas du cristal de roche également, les traces de l'exploitation ancienne par ramassage ou extraction dans les sédiments fluviaux sont particulièrement difficiles à identifier sur le terrain. Par contre, les fouilles d'habitat peuvent permettre de découvrir des fragments de cristal de roche¹⁴. On n'a malheureusement pas encore pu fouiller d'atelier de débitage du quartz.

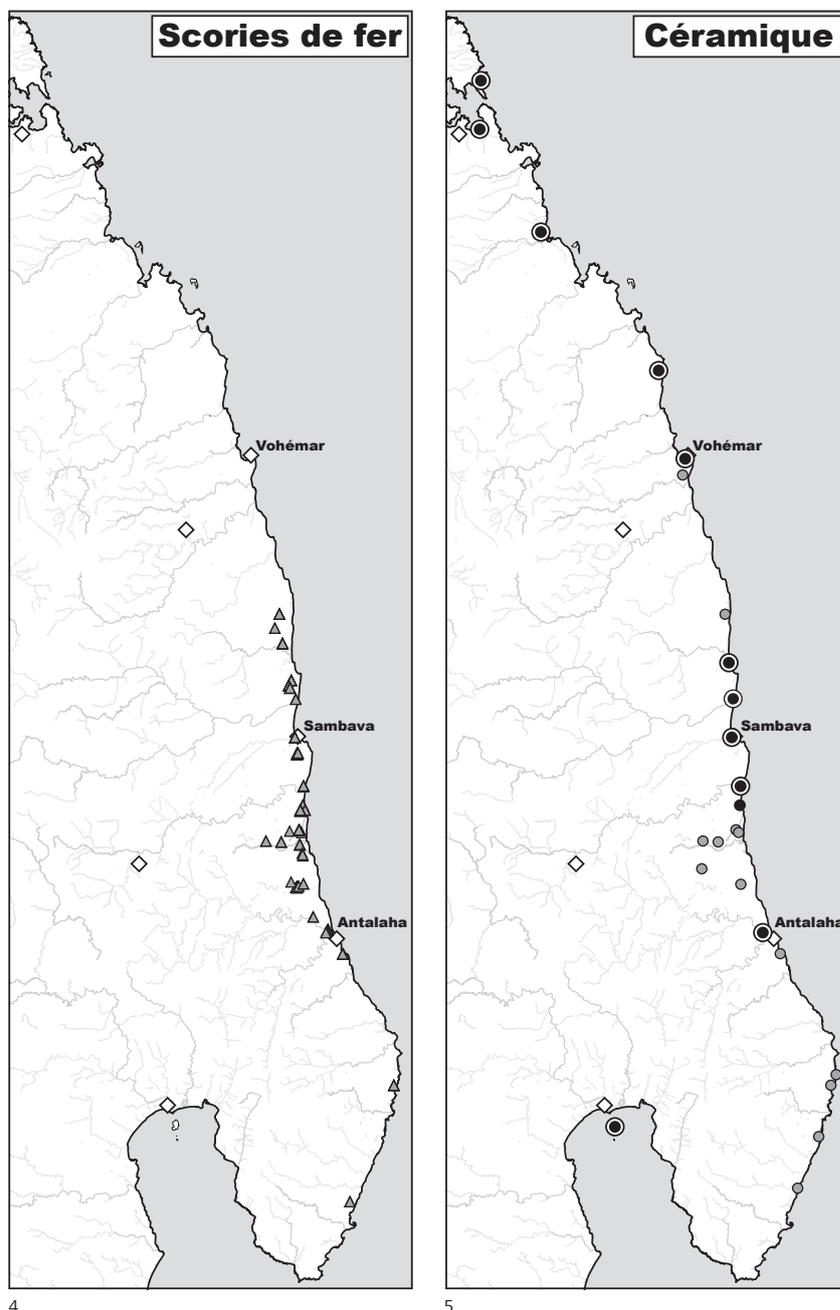
¹² Le cristal de roche est aussi appelé quartz hyalin.

¹³ Les alluvions fournissent des blocs de bonne qualité qui ont résisté au transport fluvial. Voir Lacroix 1922, vol. 1, p. 214–215, et vol. 2, p. 109–117. Cet auteur cite explicitement les fleuves Loky, Manambery, Fanambana, Bermarivo et Manahara. On trouvera aussi dans cet ouvrage des indications historiques sur l'exportation du cristal de roche malgache à partir du 17^{ème} siècle.

¹⁴ Dans les sondages réalisés sur l'habitat de Benavony en 2017, nous avons eu la chance de récolter quelques fragments de cristal de roche (Serneels et al. 2018).

Fig. 4 Carte des groupes d'amas de scories de réduction du minerai de fer (voir liste fig. 7)

Fig. 5 Carte des habitats anciens (voir liste fig. 8)



4

5

2.2 Les nouveaux sites découverts lors des prospections en 2020

Les prospections effectuées en 2020 ont permis de découvrir 8 nouvelles carrières de chloritoschiste. Ce sont donc 33 sites d'extraction qui ont été mis en évidence depuis le début des recherches (fig. 3 et 6).

Au sud-ouest de Vohémar, 6 nouvelles carrières de chloritoschiste ont pu être visitées en 2020. Ces sites supplémentaires confirment le caractère extensif et systématique de l'exploitation dans cette région. Le secteur de la forêt d'Analfiana, le plus proche du port de Vohémar, montre une densité particulièrement élevée de sites d'extraction dont les produits pouvaient être acheminés assez facilement jusqu'à la rivière Manambery, et ensuite transportés en pirogue vers l'aval. Un peu plus loin, dans le bassin de la rivière Fanambana, l'importance du secteur d'extraction autour du massif de Rangovato se confirme également. Enfin, deux carrières supplémentaires ont été découvertes un peu plus au sud. Au nord de Vohémar, dans la vallée de la Manambato, deux nouveaux sites ont été localisés.

Au cours des campagnes antérieures, nous avons principalement orienté la prospection des carrières de chloritoschiste sur la base des nombreuses indications relevées dans

Code	Nom	Référence Biblio	Rapport année [pp.]	Surface [m ²]	Nr. Cratères	Volume estimé [m ³]	Buses et/ou bassins	Tournage
QS01	Fotsialanana	3	2017 [151–152]	2400	2	10–100		
QV01	Betsiriry	7	2017 [151–152]	3200	3	10–100		
QV02	Milanoa	inédit	2018 [349]	300	–	<10		
QV03	Tsarahiaka	inédit	2018 [356]	4000	1	10–100		
QV04	Marobakoly	7, 8	2018 [356]	20 000	–	10–100		
QV05	Ampijoroana	2	2018 [349]	400	–	<10		
QV06	Amboaimohehy	2, 5, 6, 7	2018 [349–350]	80 000	3	>100	x	
QV07	Ambodimangabe	inédit	2018 [350]	600	1	<10		
QV08	Analafiana Sud	2, 8	2018 [353–354]	3900	12	>100		
QV09	Ambanimanasy	7, 8	2018 [357]	20	1	<10		
QV10	Toamasina	7	2018 [357–358]	9000	2	>100		
QV11	Manjavila	2	2018 [357]	800	1	10–100		
QV12	Bobalila	2, 4, 7, 8	2018 [358–359]	60 000	–	>100		(x)
QV13	Andrafialava	inédit	2018 [350–351]	2500	–	<10		
QV14	Maradava	2	2018 [349]	100	–	<10		
QV15	Antsohihy	2	2018 [351]	4200	–	10–100		
QV16	Antsampanela	inédit	2018 [355]	<100	1	<10		
QV17	Antsiatrabe	inédit	2018 [355]	250	1	<10		
QV18	Andilamena	1, 2	2018 [353]	15 000	2	>100		
QV19	Ambohimirahavavy	8	2018 [360]	40 000	–	10–100		
QV20	Analafiana Nord	2	2018 [354–355]	5000	4	10–100		
QV21	Ambilanivivato	2	2019 [328–329]	3500	–	10–100	x	
QV22	Andrianabe	9	2019 [330–331]	3600	–	10–100		
QV23	Beambatry I	2	2019 [331–332]	12 000	1	>100	x	
QV23a	Beambatry II	inédit	2019 [332]	1000	–	<10		
QV23c	Beambatry III	inédit	2019 [333]	2500	–	10–100		
QV24	Manirirano	inédit	2019 [334–335]	3000	–	10–100		x
QV25	Lavanono	inédit	2020	2500	1	10–100		
QV26	Madirobe	inédit	2020	n.a.	1	>100		
QV27	Ambaniriana	inédit	2020	10 000	–	10–100		
QV28	Ampasimandroatra	inédit	2020	n.a.	–	n.a.		
QV29	Ambatobe	inédit	2020	n.a.	–	n.a.		
QV30	Ambilanivato II	inédit	2020	n.a.	–	n.a.	x	
QV31	Ambinanitelo	inédit	2020	n.a.	–	n.a.		
QV32	Andranotakatra	inédit	2020	n.a.	1	n.a.		

6

les travaux des chercheurs précédents (Vérin 1986 ; Mouren & Rouaix 1913 ; Gaudebout & Vernier 1941a ; etc.). Nos observations confirmaient globalement les données anciennes, même lorsque celles-ci n'étaient basées que sur des indications orales pour des sites qui n'avaient jamais été visités physiquement. Au contraire, les 8 nouvelles carrières identifiées en 2020 dans l'arrière-pays de Vohémar sont des sites inédits, indiqués par les populations locales, ce qui montre qu'il y a probablement encore d'autres exploitations anciennes qui ne sont pas recensées. De plus, les régions qui se trouvent plus à l'intérieur des terres mais où la même unité géologique appelée « Suite du Manambato » est attestée, sont également susceptibles de renfermer des gisements qui ont pu être exploités. Les carrières de Beambatry (QV23), qui se trouvent à 45 kilomètres de la côte, ou bien celle d'Andrianabe (QV22, Lods 1955), sur la rivière Mahavavy, sur le versant occidental de l'île, ne sont peut-être pas des exceptions. Jusqu'à maintenant, ces zones n'ont pratiquement pas été prospectées.

Fig. 6 Liste des carrières de chloritoschiste (voir carte de répartition fig. 3)

Références bibliographiques

- 1 : Mouren & Rouaix, 1913
- 2 : Gaudebout & Vernier, 1941
- 3 : Vernier, 1952
- 4 : Vernier, 1956
- 5 : de la Roche, 1956
- 6 : Vernier & Millot, 1971
- 7 : Vérin, 1975
- 8 : Vérin, 1986
- 9 : Lods, 1955

Ce sont 39 nouveaux amas de scories, répartis en 13 groupes, qui ont été découverts en 2020. Ils s'ajoutent à la centaine d'amas qui avaient déjà été repérés précédemment (fig. 4 et 7). Il faut rappeler qu'au début de l'enquête, les mentions dans la littérature archéologique se limitaient à seulement quatre localités, le nombre d'amas n'étant pas spécifié.

L'expérience montre que le souvenir de ces lieux de production anciens est encore vivant dans la mémoire collective, en particulier à travers la toponymie. Une grande partie des endroits où se trouvent des amas de scories sont désignés par des toponymes composés à partir du mot « Taimby », qui désigne les scories en langue malgache. On trouve en particulier des lieux dénommés *Taimby*, *Antaimby* (« le lieu des scories ») et *Betaimby* (« beaucoup de scories »).

La limite nord de l'aire de répartition des sites métallurgiques se trouve probablement à une vingtaine de kilomètres au sud de la ville de Vohémar. Par contre, nous avons maintenant la preuve que l'aire de production s'étend de manière quasiment continue jusqu'à l'extrémité sud de la zone étudiée. Elle pourrait même se prolonger au-delà, sur le pourtour de la baie d'Antongil¹⁵. La majorité des sites sont implantés dans les terrains sableux de la bande côtière ou dans les premières collines basses.

En 2020, on a lancé les premières tentatives d'exploration du territoire plus en profondeur à l'intérieur des terres, en remontant quelques rivières. Dans la région au climat humide du sud, l'accès est beaucoup plus difficile que dans le nord, à cause des nombreux bas-fonds marécageux et de la densité de la végétation. En amont d'Ampanantova, le long d'un affluent de la rivière Andempona, il a été possible de localiser des amas de scories à une distance de 15 kilomètres du rivage. De même, d'autres ateliers de réduction du minerai de fer ont été reconnus à quelques kilomètres en amont du lac d'Ampaha, et aussi le long de la rivière Ankavanana. Il n'a pas encore été possible de pénétrer plus loin.

Petit-à-petit, la carte des sites d'habitat s'enrichit également (fig. 5 et 8). Les sites majeurs étaient déjà connus de nos prédécesseurs (Vérin 1986), mais les enquêtes orales et les visites sur le terrain ont permis de rajouter de nombreux points sur la carte. Dans certains cas, lorsque la présence d'artefacts en chloritoschiste tournés ou bien de céramiques importées est avérée, il est possible d'attribuer ces localités à la culture des Rasikajy¹⁶. Par contre, les sites qui ne livrent que de la céramique locale sont plus ambigus. Dans l'état actuel des connaissances, l'occupation humaine est bien documentée le long de la côte. Dans l'intérieur du pays, on ne signale pas la présence de sites d'habitat, mais ces zones n'ont pratiquement pas été prospectées.

3. État des connaissances dans la zone d'étude

3.1 L'extrême nord : du cap d'Ambre jusqu'à l'embouchure du Loky

Les terrains sédimentaires et volcaniques qui forment l'extrême nord de l'île ne sont pas favorables à la présence de ressources minérales. Il ne peut pas y avoir de carrières de chloritoschiste. Aucun minerai de fer n'est décrit dans la littérature géologique et il n'y a pas de mention d'amas de scories de fer dans la littérature archéologique. Seules quelques scories éparses, probablement des scories de forge, sont mentionnées sur l'habitat d'Irodo (Battistini & Vérin 1967). Le climat est très sec, ce qui ne convient guère à la pratique de l'agriculture. Par contre, la côte découpée offre de multiples mouillages abrités pour les navires, en particulier la magnifique baie de Diego Suarez/Antsiranana. On connaît plusieurs sites d'habitat ancien le long du littoral et des traces de fréquentation dans l'arrière-pays, en particulier dans la gorge d'Andavakoera (Dewar & Wright 1993 ; Dewar *et al.* 2013).

Plus au sud, le bassin du fleuve Loky correspond à la dépression d'Andrafiarana, qui sépare le socle gneissique ancien au sud de la couverture sédimentaire et volcanique récente au nord. Cette zone reste presque complètement inexplorée d'un point de vue archéologique¹⁷. Elle revêt cependant un intérêt particulier car, en amont de la rivière, se trouve un secteur aurifère bien attesté¹⁸. Les gisements primaires, sous forme de filonnets de quartz et barytine aurifères, sont présents dans les terrains qui forment la bordure du

¹⁵ Une de nos collaboratrices, Judith Raharinoro, qui travaille dans la région de Maroantsetra, mentionne des toponymes « Taimby » dans sa région. Des scories ont également été découvertes lors des sondages effectués sur l'île de Nosy Mangabe (Vérin 1986), mais il peut s'agir de scories de forge.

¹⁶ Nous sommes conscients qu'il est simpliste de définir l'identité d'un groupe social sur la seule base de quelques éléments de la culture matérielle mais, dans l'état actuel de la recherche, on ne peut guère faire beaucoup mieux.

¹⁷ Vérin n'a pas pu explorer l'embouchure du Loky, comme ce fut apparemment aussi le cas des chercheurs précédents.

¹⁸ Non seulement il existe encore actuellement une importante activité d'orpaillage artisanal dans ce secteur mais, au début du 20^{ème} siècle, une véritable mine d'or a été exploitée avec un certain succès à Andavakoera (Besarie 1961).

Secteur	Nombre d'amas	Numéro d'amas	GPS		Type d'intervention	Volume amas	Type d'assemblage
			X	Y			
		INY110	39L402480	8467504	Visite	Petit	Culot ?
		INY120	39L402468	8467491	Visite	Petit	Culot ?
		INY130	39L402463	8467483	Visite	Petit	Mixte
		INY140	39L402469	8467481	Visite	Petit	Mixte
	5	INY150	39L402451	8467479	Visite	Petit	Culot ?
		INY210	39L400901	8462497	Visite	Indéterminé	Indéterminé
Inosy	2	INY220	39L400898	8462478	Visite	Indéterminé	Indéterminé
		MHN110	39L403566	8457063	Visite	Indéterminé	Indéterminé
		MHN120	39L403562	8457066	Visite	Indéterminé	Indéterminé
		MHN130	39L403555	8457062	Visite	Indéterminé	Indéterminé
		MHN140	39L403549	8457065	Visite	Indéterminé	Indéterminé
		MHN150	39L403546	8457058	Visite	Indéterminé	Indéterminé
Mahanara Nord	6	MHN160	39L403581	8457040	Visite	Indéterminé	Indéterminé
Bemanevika	15	BMK	Voir Serneels et al., 2019				
Sambava – Antaimby	5	ATB	Voir Serneels et al., 2019				
Matavy	19	MTY	Voir Serneels et al., 2019				
Benavony	5	BNY	Voir Serneels et al., 2019				
Amboronala	12	MBR	Voir Serneels et al., 2019				
Ambodimadiro	14	DMD	Voir Serneels et al., 2019				
Ambodipont Limite	8	APL	Voir Serneels et al., 2020				
	5	PTV100					
	3	PTV200	Voir Serneels et al., 2019				
		PTV310	39L398144	8387156	Visite	Moyen	Culot
Ampanantova	2	PTV320	39L398164	8387146	Visite	Moyen	Culot
Ambodipont Isahana	3	ISH100	Voir Serneels et al., 2020				
		MPH110	39L408787	8371108	Visite	Indéterminé	Indéterminé
	2	MPH120	39L408780	8371110	Visite	Indéterminé	Indéterminé
		MPH210	39L408827	8370727	Visite	Indéterminé	Culot
		MPH220	39L408829	8370715	Visite	Indéterminé	Culot
		MPH230	39L408829	8370701	Visite	Indéterminé	Culot
	4	MPH240	39L408813	8370702	Visite	Indéterminé	Culot
		MPH310	39L408513	8370782	Visite	Petit	Culot
		MPH320	39L408513	837078	Visite	Petit	Culot
		MPH330	39L408512	8370788	Visite	Petit	Culot
	4	MPH340	39L408505	8370812	Visite	Petit	Culot
		MPH410	39L409339	8371209	Visite	Indéterminé	Culot
	2	MPH420	39L409376	8371183	Visite	Moyen	Mixte
	1	MPH510	39L406798	8372725	Visite	Petit	Mixte
		MPH610	39L411037	8372052	Visite	Indéterminé	Indéterminé
Ampaha	2	MPH620	39L411030	8372080	Visite	Indéterminé	Indéterminé
	3	TLH100					
	3	TLH200					
	3	TLH300	Voir Serneels et al., 2020				
		TLH410	39L414347	8360393	Visite	Indéterminé	Indéterminé
		TLH420	39L414449	8360386	Visite	Indéterminé	Coulée
Antalaha	3	TLH430	39L414403	8360369	Visite	Indéterminé	Mixte
Ambodikakazo	8	KKZ	Voir Serneels et al., 2020				
		CPM110	39L442094	8300913	Visite	Indéterminé	Mixte
		CPM120	39L442105	8300910	Visite	Indéterminé	Mixte
		CPM130	39L442099	8300904	Visite	Indéterminé	Mixte
Antsiragnamatso	4	CPM140	39L442092	8300911	Visite	Indéterminé	Mixte
		CPM210	39L427256	8259733	Visite	Indéterminé	Indéterminé
Marifinaritra	2	CPM220	39L427265	8259711	Visite	Indéterminé	Indéterminé
TOTAL	145						

Secteur	Date de la visite	Sources	GPS		Métallurgie		Chloritosciste	Biens d'importation
			X	Y	Réduction	forge		
Antravy	2019		39L320474	8655737			x	x
Amoasinandriana	2019	Wright & Radimilahy	39L320159	8638525		x	x	x
Irodo	2019	Battistini & Vérin, 1967	39L341473	8602289		x	x	x
Andrangana	2019					x	x	x
Lac Sahaka	2019		39L380800	8553300				
Vohemar		Schreurs, 2011	39L391513	8522335			x	x
Inosy	2020		39L405445	8467397				
Mahanara	2017	Vérin, 1975 (pp. 845–853)	39L406799	8450245			x	x
Bemanevika	2018	Vérin, 1975 (pp. 854–859)	39L408297	8437504	x		x	x
Sambava-Antaimby	2018	Vérin, 1975 (pp. 860–861)	39L407906	8423847	x		x	x
Benavony	2017	Vérin, 1975 (pp. 862–872)	39L410957	8406592	x		x	x
Amboronala	2018	Vérin, 1975 (p. 873)	39L410740	8399854	x		x	
Ambodipont Limite	2018		39L410360	8390220	x		x	
Ambodipont								
Limite-Antintezampako	2019		39L409449	8391164	x			
Ampanantova-Antoaka	2018		39L403386	8386852	x			
Ampanantova-Vohotsarivo	2019		39L398166	8387152	x			
Andampy-Be	2020		39L397818	8377326				
Ampaha	2020		39L411168	8371902	x			
Ankavanana-Masimdrano	2019		39L418740	8354845	x		x	x
Ambodikakazo	2019		39L424727	8347401	x			
Tanambao	2020		39L443906	8304653				
Antsiragnamatso	2020		39L442105	8300910	x			
Antsahambavy	2020		39L438028	8282735				
Marifinaritra	2020		39L430908	8264471				
Nosy Mangabe		Vérin, 1975 (pp. 879–889)	39L367332	8285771		x ?	x	x

8

Fig. 7 Liste des amas de scories de réduction du minerai de fer (voir carte de répartition fig. 4)

Fig. 8 Liste des habitats anciens (voir carte de répartition fig. 5)

socle et la base de la couverture. L'or se trouve également dans les alluvions. La question de l'exploitation de l'or par les Rasikajy est posée depuis longtemps, mais demeure en suspens en raison de l'absence d'indices matériels.

La vallée du Loky est aussi une voie de communication très importante puisque c'est elle qui permet de traverser l'île le plus facilement de la côte orientale à la côte occidentale, en passant par la ville moderne d'Ambilobe (fig. 3). La route nationale emprunte encore la haute vallée du Loky avant d'obliquer en direction de Vohémar.

À l'heure actuelle, le seul site archéologique identifié est une carrière de chloritoschiste (QV19) proche de Maromokotra. Ce site se trouve à plus de 40 kilomètres de la côte mais probablement sur un axe de communication important. L'embouchure du Loky, qui n'a pas encore été prospectée, devrait logiquement avoir accueilli un établissement Rasikajy qui aurait pu prospérer grâce au cristal de roche et peut-être à l'or des alluvions de ce fleuve.

3.2 Le bassin du Manambato

Le Manambato est un cours d'eau important qui s'enfonce profondément dans les terres (fig. 9). L'embouchure actuelle se trouve à 20 kilomètres au nord de Vohémar, mais à cet endroit la bande côtière sableuse subit actuellement une forte ablation et l'érosion marine y est intense. Il est fort probable qu'à une époque plus ancienne, le cours du Manambato remontait en direction du nord jusqu'au lac Sahaka et se jetait dans l'océan encore plus loin (Serneels *et al.* 2020).

Nos recherches ont mis en évidence un important établissement à Andragana, dans les dunes situées entre le lac Sahaka et la côte. Ce site d'habitat est certainement en relation avec la carrière de chloritoschiste de Bobalila (QV12) étudiée en détail en 2019. Des éclats



9



10

Fig. 9 Le vallée de la Manambato à 10 kilomètres en amont de son embouchure

Fig. 10 Ampasimandroatra (QV28) : concentration de débris de taille

Fig. 11 Andranotakatra (QV32) : dépression correspondant à un cratère d'extraction partiellement comblé



11

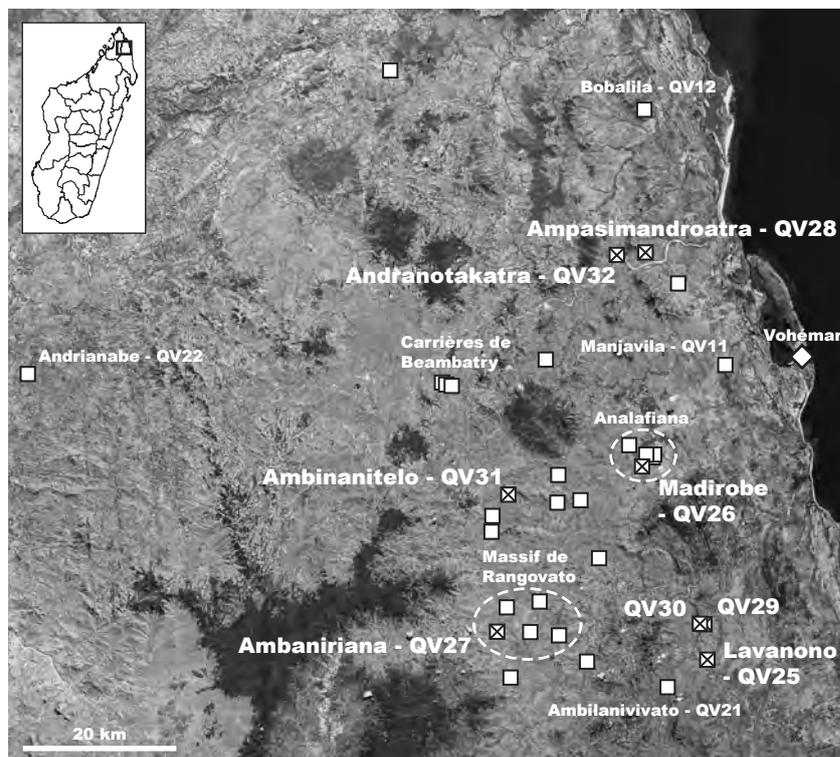
résultants du travail de la pierre de même que des ébauches en chloritoschiste ont été découverts dans les sondages à l'emplacement de l'habitat, attestant le transport des ébauches depuis la carrière. La région qui se trouve plus au nord est pratiquement inconnue sur le plan archéologique.

En remontant le Manambato vers l'ouest, il y a plusieurs sites d'extraction du chloritoschiste (QV9, 28 et 32). Les deux nouvelles carrières se trouvent sur la rive nord proche du village de Morafeno où la RN5 enjambe le Manambato. Ampasimandrotra (QV28), à 2 kilomètres à l'est de la RN5, occupe une petite colline couverte de gros blocs présentant des traces d'extraction de cylindre avec plusieurs accumulations de débris provenant de la mise en forme des ébauches (fig. 10). De l'autre côté de la route, à environ 800 mètres de distance, se trouve la carrière d'Andranotakatra (QV32). Dans la partie centrale, une dépression peu profonde correspond à un ancien cratère d'extraction partiellement comblé (fig. 11). Plusieurs concentrations de débris sont visibles aux alentours du cratère.

3.3 Vohémar et son arrière-pays

La ville moderne de Vohémar/Iharana occupe une presqu'île qui ferme au sud une grande baie protégée par un récif de corail. C'est le meilleur port en eau profonde au sud de Diego Suarez/Antsiranana. À l'extrémité nord de la péninsule, une grande nécropole de

Fig. 12 Répartition spatiale des carrières de chloritoschiste dans l'arrière-pays de Vohémar. Les sites découverts en 2020 sont indiqués.



12

plusieurs centaines de tombes a livré un riche et abondant mobilier archéologique qui a été remarqué dès le début du 20^{ème} siècle. En 1941–42, le site a fait l'objet d'une opération de fouille archéologique de grande envergure qui a révélé toute la richesse de la société Rasikajy (Gaudebout & Vernier 1941b ; Vernier & Millot 1971 ; Schreurs sous presse). Des traces d'occupation diffuses ont été repérées aux alentours, mais malheureusement, les recherches n'ont pas encore permis d'identifier l'emplacement d'un véritable site d'habitat. La taille et la richesse de la nécropole semblent indiquer que Vohémar était l'établissement le plus important le long de la côte est (Schreurs & Rakotoarisoa 2011).

À Vohémar même et dans les environs, alors que plusieurs chercheurs ont sillonné ce secteur, il n'y a pas de site métallurgique identifié. Au contraire, c'est dans l'arrière-pays de Vohémar que se trouve la plus grande concentration de carrières de chloritoschiste (fig. 12). Le site le plus proche est à moins de 10 kilomètres, dans les collines qui surplombent la ville (QV11).

À une dizaine de kilomètres au sud de Vohémar, un fleuve important, le Manambéry, se jette dans l'océan. En remontant ce cours d'eau, on atteint le secteur de la forêt d'Analafiana où 5 sites d'extraction ont été localisés dans une zone de 3 x 3 kilomètres (QV8, 18, 20, 24 et 26). Il en existe probablement d'autres car la végétation très dense pourrait bien les masquer. Ce groupe de carrières se trouve à une vingtaine de kilomètres de Vohémar à vol d'oiseau. Sur le site de Manirirano (QV24), les découvertes effectuées en 2019 démontrent l'existence d'un atelier destiné à la finition des marmites par la technique du tournage. Plusieurs petits blocs cylindriques qui portent des traces résultant de l'utilisation d'un tour y ont été découverts. Cette opération de finition était donc menée à bien sur place, au moins pour une partie des pièces.

En 2020, un nouveau site a été identifié au sud-ouest du massif, à Madirobe (QV26). Il comporte un grand cratère d'extraction entouré d'une large bande de débris avec de nombreuses ébauches de marmites tripodes et de couvercles (fig. 13 et 14). On retrouve la même organisation de l'espace de travail sur les autres sites du secteur. Des blocs portent des traces de travail « en écaille de poisson », produites par un ciseau large et plat, qui sont inhabituelles (fig. 15). Des traces similaires ont été observées sur des blocs dans la carrière voisine de Manirirano (QV24, Serneels *et al.* 2020, p. 334).



13

Fig. 13 Madirobe (QV26) : épandage de débris sur le flanc du cratère

Fig. 14 Madirobe (QV26) : l'intérieur du cratère d'extraction est envahi par une végétation dense

Fig. 15 Madirobe (QV26) : bloc portant des traces de travail en écailles de poisson



14



15

Plus en amont le long de la Manambery, se situent encore d'autres points d'extraction. Le site d'Ambinanitelo (QV31) a été découvert en 2020. Il se trouve à flanc de coteau surplombant la vallée de l'Antsampanela. Trois autres sites ont déjà été identifiés dans cette vallée (QV1, 3 et 16). À Ambinanitelo, l'exploitation se fait en surface sur des blocs (fig. 16, 17 et 18).

Le Fanambana est le fleuve suivant ; c'est aussi un cours d'eau important. Il donne accès à un ensemble de cinq carrières autour du pic de Rangovato (QV5, 6, 13, 14 et 27). Parmi celles-ci, il faut en particulier mentionner le site d'Amboaimohehy (QV6) où la topographie indique que l'exploitation a été d'une très grande ampleur. En plus des marmites habituelles, cette carrière a certainement produit des pièces de grande taille, comme l'atteste la présence d'un énorme bassin quadrangulaire.

En 2020, une carrière supplémentaire a été identifiée à Ambaniriana (QV27), au sud-ouest de ce massif. La zone d'extraction occupe une surface de 100×100 mètres sur le flanc d'une colline. Ce sont les gros blocs jonchant la surface qui ont été exploités (fig. 19). Plusieurs d'entre eux portent des tracés préparatoires dont le diamètre atteint 40 centimètres, ce qui correspond à une taille supérieure à la moyenne pour les marmites (fig. 20). On retrouve de tels tracés de grande taille sur le site voisin d'Amboaimohehy (QV6).

La visite a aussi permis d'identifier un pictogramme constitué de deux cercles tangents de diamètres différents (fig. 21). Des pictogrammes similaires ont déjà été observés à Amboaimohehy (QV6) et à Amibilanivato (QV21). Il est probable que ces dessins servaient à indiquer aux carriers comment ils devaient exploiter le bloc. Ces pictogrammes pourraient révéler que les ouvriers suivaient les directives données par un spécialiste qui décidait de

Fig. 16 Ambinanitelo (QV31) : blocs avec deux niveaux d'extraction de cylindres superposés

Fig. 17 Ambinanitelo (QV31) : trace circulaire correspondant à l'extraction d'un cylindre

Fig. 18 Ambinanitelo (QV31) : ébauche de marmite tripode abandonnée

Fig. 19 Ambaniriana (QV27) : le guide local se tient au milieu du champ de blocs



16



17



18



19

la marche à suivre. Celui-ci devait sans doute s'appuyer sur son expérience et une observation attentive des blocs afin de tenir compte de la présence de fissures, de zones de roche altérée ou de variations de la dureté. Il marquait ensuite les blocs à l'aide d'un ciseau avant de laisser les carriers se mettre à l'ouvrage.

À une distance de 2 kilomètres au nord de la carrière de Ambaniriana, au lieu-dit Antanantanana, à flanc de colline, des traces de ciseau verticales ont été observées sur des blocs épars de chloritoschiste à grain grossier, mais il n'y a pas de vestiges d'extraction à proprement parler. Il pourrait s'agir de marques laissées par des prospecteurs venus tester la qualité de la roche. Vu l'absence de trace d'exploitation ou d'ébauche, on peut penser que la qualité n'a pas été jugée satisfaisante. Cette découverte indique que les prospecteurs Rasikajy ont parcouru la région à la recherche des meilleurs gisements.

La petite ville de Milanoa occupe une position stratégique sur un axe de circulation terrestre qui, profitant d'une dépression topographique, permet de passer d'une vallée à l'autre. En passant par Milanoa, le groupe de carrières du massif du Rangovato se trouve à un peu plus de 50 kilomètres de Vohémar. Pour le transport des blocs lourds, c'est sans doute la voie fluviale de la Fanambana qui a été privilégiée.

Quelques carrières se situent plus au sud, en dehors du bassin de la Fanambana. Le site de Ambilanivato I (QV21) est particulièrement remarquable car il a livré des traces d'extraction de buses de grand diamètre destinées à la construction de puits. Trois autres



20

Fig. 20 Ambaniriana (QV27) : tracé préliminaire de grand diamètre (40 cm) pour la délimitation d'un cylindre destiné à la fabrication d'une marmite

Fig. 21 Ambaniriana (QV27) : pictogramme avec deux cercles tangents

Fig. 22 Lavanono (QV25) : ébauche de marmite utilisée comme base de pilier dans une construction contemporaine du village de Lavanono

Fig. 23 Lavanono (QV25) : l'équipe de prospection sur le site d'extraction

Fig. 24 Ambatobe (QV29) : ébauche de marmite



21



22



23



24

carrières ont été visitées en 2020 dans ce secteur (QV25, 29 et 30). La carrière de Lavanono (QV25) ne se trouve qu'à quelques dizaines de mètres de l'un des principaux affluents de la rivière Ampanobe qui se jette dans l'océan au sud du cap Anorontany à 15 kilomètres au sud de l'embouchure de la Fanambana. C'est un maigre cours d'eau, mais en saison des pluies, il a pu être utilisé pour le transport.

L'ancienne carrière QV25 se trouve à la périphérie du village moderne de Lavanono. Les habitants du village ont récupéré un grand nombre de débris provenant de l'ancienne carrière pour s'en servir comme matériau de construction (fig. 22). Le site se présente comme une colline mesurant environ 100 mètres de diamètre, avec un cratère central d'environ 50 mètres de diamètre (fig. 23). Dans le cratère, divers blocs portant des traces de travail attestent de l'extraction de cylindres pour la production de marmites. Ce site révèle des points communs avec celui de Toamasina (QV10). L'organisation de l'extraction est similaire, de même que le style des ébauches. On remarque en particulier des tracés préparatoires

Fig. 25 Ambilanivivato II (QV30) : ébauche de buse cylindrique de grand diamètre en cours d'extraction. Une ébauche de couvercle a été posée sur le sommet du bloc central qui n'a pas été abattu.

Fig. 26 Ambilanivivato II (QV30) : ébauche de buse cylindrique de grand diamètre en cours d'extraction. La paroi est fissurée.

très fins et réguliers délimitant les volumes à excaver. Ils semblent marqués à l'aide d'un compas. On retrouve aussi ce style sur certains sites de la forêt d'Analfiana (QV8 et QV20), sur ceux de Beambatry (QV23) et à Manjavila (QV11). Ailleurs, les tracés sont beaucoup plus grossiers et faits au burin.

Deux autres exploitations, à 500 mètres l'une de l'autre, ont été visitées en 2020. La carrière orientale, appelée Ambatobe (QV29), est couverte par une végétation dense sous laquelle on peut apercevoir quelques ébauches et des blocs portant des traces d'extraction (fig. 24). La carrière occidentale, Ambilanivivato II (QV30), conserve un vestige très spectaculaire. Il s'agit une buse cylindrique de 80 centimètres de diamètre (fig. 25 et 26). La surface externe porte des traces de ciseau verticales très régulières dans la partie supérieure. La zone interne a été partiellement évidée mais en laissant au centre un cylindre d'une trentaine de centimètres de diamètre. Ce cylindre interne était peut-être destiné à la production d'une marmite. Sur le côté, la pièce est fendue, ce qui explique sans doute son abandon.

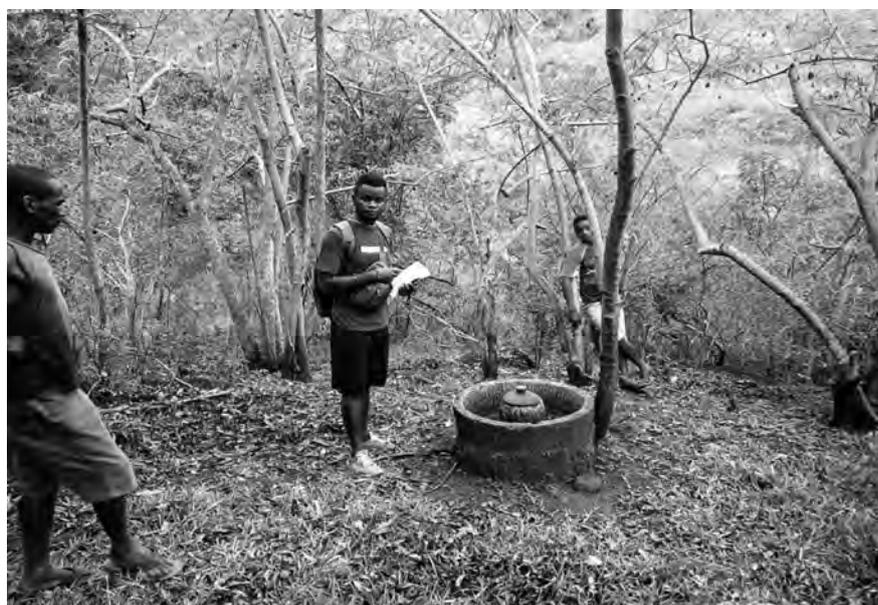
Jusqu'à maintenant, des traces d'extraction de grandes buses de ce type n'ont été observées que dans deux autres carrières. La première, QV21 se trouve à une dizaine de kilomètres seulement en aval de QV30. Curieusement, les deux sites portent exactement le même nom : Ambilanivivato. La troisième carrière comptant des buses se trouve de l'autre côté de la zone de production, au nord-ouest ; c'est le site de Beambatry (QV23).

Traditionnellement, on interprète ces grandes buses comme des éléments de cuvelage pour des puits. À l'emplacement du site d'habitat proche de l'embouchure de la rivière Mahanara, au lieu-dit Angolovato, on peut voir encore aujourd'hui trois buses de ce type¹⁹. L'une gît par terre en position horizontale, la seconde est en position verticale, à demi enfouie dans le sol. Elle repose sur la troisième, elle aussi en position verticale et que l'on peut voir depuis l'intérieur seulement. Un second puits est mentionné sur le site de Bemanevika, mais il n'est plus visible. Les motivations qui ont pu pousser les Rasikajy à construire ces monuments restent mystérieuses²⁰.

La bande côtière au sud de Vohémar jusqu'au lac Inosy, n'a pas encore fait l'objet d'une prospection spécifique, en particulier les embouchures des deux grands fleuves, Manambery et Fanambana. La question de l'existence de sites d'habitat dans cette partie de la côte ne peut donc pas encore être tranchée. En 2020, il a tout de même été possible de recueillir quelques informations sur ce secteur auprès des populations. Au village d'Amboanio, près de l'embouchure de la Fanambana, les villageois indiquent l'existence d'une nécropole et d'un ancien habitat mais il n'a pas été possible de se faire conduire sur place.

¹⁹ Cette structure impressionnante est décrite par Vérin 1986 et présentée aussi dans Serneels et al. 2018.

²⁰ Il est incontestable que la construction d'un puits en buse de chloritoschiste demande un investissement considérable en termes de temps et de travail. À l'opposé, l'utilité de ces puits ne saute pas aux yeux. Enfin, ce mode de construction n'est pas du tout habituel. Il reste donc très difficile de comprendre ces monuments.



25



26

Jusqu'à maintenant, à l'intérieur des terres, aucun site d'habitat n'a été identifié, y compris dans les secteurs des carrières. Ces chantiers impressionnants ont pourtant nécessité une main d'œuvre considérable. Compte tenu de sa position favorable, il est possible que le site de la ville actuelle de Milanoa ait été occupé anciennement. Les preuves archéologiques manquent encore.

3.4 Le lac Inosy et la rivière Mahanara

Le lac Inosy est situé à environ 40 kilomètres au sud de l'embouchure de la puissante rivière Fanambana. Il s'agit d'une belle étendue d'eau de forme ovale couvrant environ 1 km², séparée de la mer par une bande sableuse d'à peine 200 mètres de large (fig. 27). Le lac est alimenté par les nombreux écoulements mineurs qui parcourent l'arrière-pays, mais par aucun cours d'eau majeur. Le trop plein s'écoule de manière divagante en direction du nord sur une dizaine de kilomètres avant de déboucher dans l'océan.

Ce lac est un lieu abrité sur lequel on se déplace facilement en pirogue. Quelques tessons de céramique locale ont été observés sur les berges. Les informateurs locaux mentionnent l'existence d'une nécropole sur l'île au milieu du lac, mais l'information n'a pas été vérifiée. Le village actuel d'Anjala se trouve à 2 kilomètres au sud-ouest du lac. Entre les deux, les terres ont très largement été converties en plantation de palmes, ce qui a un impact certain sur la conservation des vestiges archéologiques.

Concernant la métallurgie du fer, cinq amas de scories (INY100) ont pu être identifiés lors des prospections dans un lieu appelé « Antaimby », à 4,5 kilomètres de la côte. Les amas sont de petite taille puisqu'ils mesurent approximativement 2–3 mètres de diamètre en surface. Ils sont couverts d'une végétation basse qui empêche d'avoir une vue complète de l'assemblage. Les scories de fond de fourneau sont très largement majoritaires. Quelques scories coulées d'une dizaine de centimètres de long sont observées en surface dans les amas INY130 et 140. Des tessons de céramique y sont associés en surface.

Vers le sud, sur la piste menant au village de Masomamangy, d'autres épandages de scories (INY200) ont été observés de même que des concrétions ferrugineuses.

La Mahanara est un fleuve d'importance moyenne mais, un peu avant de se jeter dans l'océan, il draine les eaux d'une vaste étendue marécageuse, le marais d'Andranojoby. Des traces d'occupation ancienne ont été repérées au niveau de l'embouchure, sur les berges et sur les îlots (Vérin 1986, p. 260). On suppose la présence d'un habitat important. Par contre, il n'y a pas d'amas de scories à proximité immédiate des vestiges d'habitat.

En remontant la Mahanara sur 7 kilomètres, on atteint le village de Ambodimanga. À un kilomètre de là se trouve un autre lieu-dit, « Antaimby ». Le terrain est très perturbé par l'implantation de cultures, mais il est tout de même possible de distinguer six amas de scories de petite taille (MHN100). Les scories de fond de four sont très largement majoritaires mais très fragmentées. Quelques pièces complètes permettent de confirmer que la morphologie est similaire aux scories habituelles.

Des fragments de tuyères en pierre (chloritoschiste fortement rubéfié ?) et d'autres fabriquées avec un matériau blanchâtre (argile ?) sont présents. Les tuyères présentent la forme classique décrite pour le nord de Madagascar, soit un cylindre d'une dizaine de centimètres de diamètre percé d'un conduit étroit de 1,5 centimètres de diamètre.

À environ 25 kilomètres à l'intérieur des terres, près du village d'Ambolomireona, au lieu-dit Ambatondolo, il existe des grottes funéraires.

3.5 De l'embouchure du Bemarivo jusqu'à Antalaha

Le village moderne de Bemanevika est installé sur la rive nord du fleuve Bemarivo, l'un des cours d'eau les plus puissants de la région, qui s'enfonce profondément à l'intérieur des terres, sur plus de 100 kilomètres (fig. 28). Cette vallée n'a pas encore pu être explorée.

Un établissement ancien occupe un cordon dunaire parallèle au rivage (Vérin 1986, p. 226–267). Les prospections réalisées en 2018 et 2019 ont permis de mettre en évidence un amas de scories à proximité de l'habitat ancien (BMK420), et une quinzaine d'autres

Fig. 27 Le lac Inosy

Fig. 28 Troupeau de zébus traversant le Bemarivo à Bemanevika



27



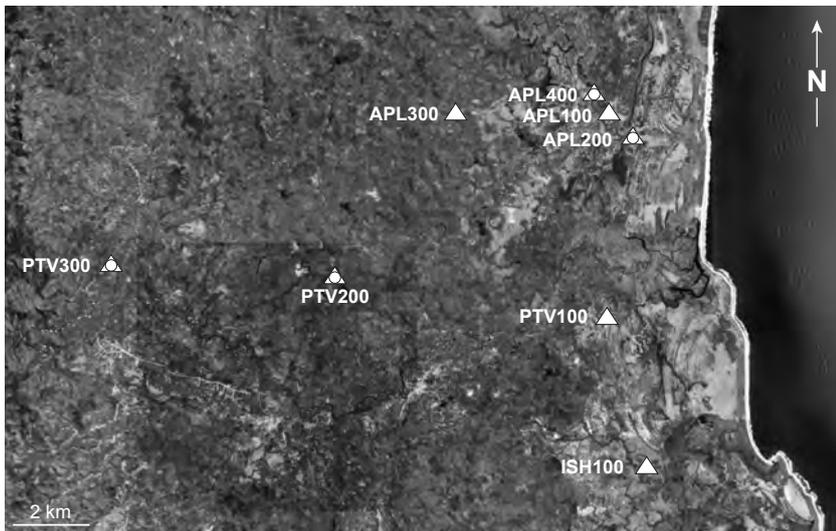
28

amas répartis en trois secteurs sur une dizaine de kilomètres en direction du nord (BMK100, 200 et NDG100). Des affleurements de latérite ont été exploités dans les premières collines qui surplombent la plaine sableuse côtière. La petite rivière qui alimente la lagune d'Ampasimbato est appelée « Taimby ».

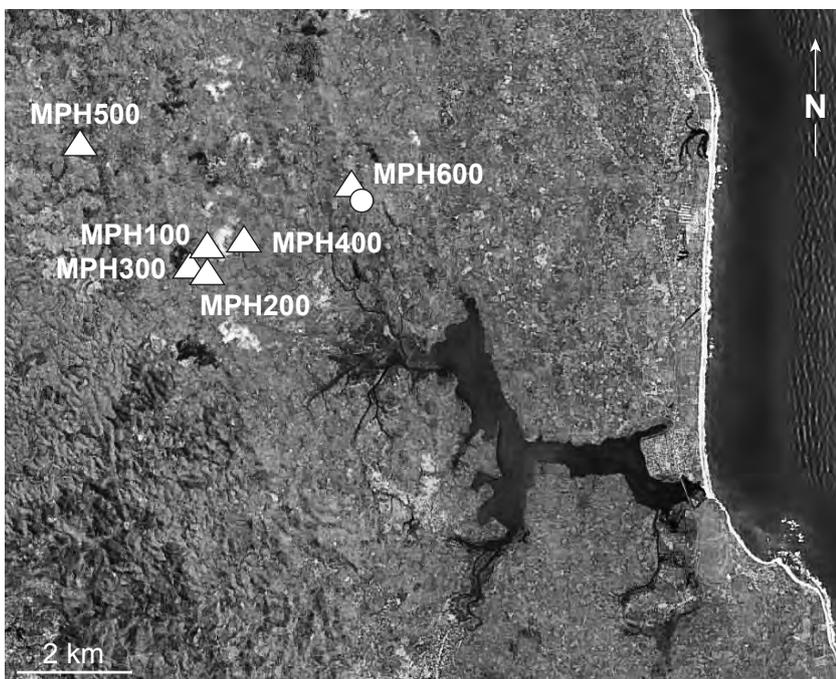
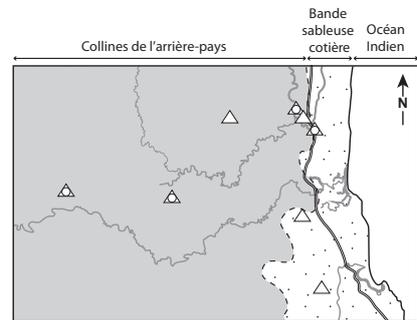
À Sambava, trois petites rivières convergent et se déversent dans l'océan à travers une embouchure commune. Le plus vieux quartier de la ville moderne a conservé le nom de « Antaimby ». De modestes vestiges d'occupation avaient été signalés précédemment. En 2018, nos visites mettaient en évidence plusieurs concentrations de scories (ATB) et d'importants épandages de tessons de céramique dans les ruelles de ce quartier.

À partir de Sambava, en remontant la rivière Matavy sur 6 kilomètres, on atteint une terrasse sableuse qui est occupée par un groupe d'amas de scories (MTY) mais sans aucune trace d'occupation si ce n'est quelques tessons mélangés aux scories. Le site a été étudié en 2017.

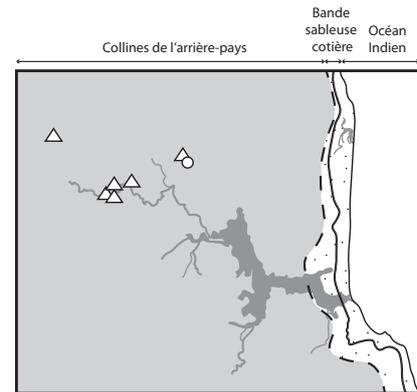
La Lokoho est une rivière importante, et un habitat Rasikajy est installé à son embouchure, sur un cordon sableux entre les villages modernes de Benavony et Antanadava (Vérin 1986, p. 268–274). Notre équipe a pratiqué des fouilles sur ce site en 2017, à la fois pour explorer les zones d'habitat et pour étudier les amas de scories (BNY). La vallée de la Lokoho permet d'atteindre la dépression d'Andapa, un site isolé dans les montagnes mais propice à l'occupation humaine. Il n'y a cependant aucun élément archéologique qui indique un peuplement ancien aussi loin de la côte.



29



30



Plus au sud, un groupe d'amas de scories (MBR), situé immédiatement au sud du village moderne d'Amboronala, a fait l'objet d'une étude approfondie en 2018. Sur la berge nord d'un petit cours d'eau, on note la présence de quelques tessons qui pourraient indiquer un habitat. À l'est du village, un autre groupe d'amas a été identifié au cours de la même campagne, au lieu-dit Ambodimadiro (DMD).

Plus loin, la route recoupe successivement trois autres petits cours d'eau (fig. 29). Le premier porte le nom de Limite et forme effectivement la limite entre les territoires dépendant de Sambava au nord et de Antalaha au sud. Au niveau du village d'Ambodipont Limite, 8 amas de scories (APL) avaient été identifiés en 2019, ainsi que 2 concentrations de tessons.

La seconde rivière porte le nom d'Andempona. Un groupe de 5 amas de scories est proche de la route (PTV100). Un peu plus en amont, à Antoaka, il y en a 3 autres (PTV200). En 2020, un troisième groupe a été identifié près du village de Vohotsarivo, au lieu-dit « Betaimby » (PTV300). Ces amas de scories semblent en surface n'être constitués que de scories de fond de four. Des fragments de tuyères en pierre (chloritoschiste ou gneiss rubéfié), et d'autres en matériau céramique, ont aussi été observés. Enfin, des tessons de poterie locale à pâte grossière sont associés à ces vestiges métallurgiques.

Fig. 29 Répartition des amas de scories et des concentrations de céramiques le long de la rivière Andempona

Fig. 30 Répartition des amas de scories et des concentrations de céramiques dans les environs du lac Ampaha

Fig. 31 Ampaha : forge moderne utilisant une tuyère ancienne en pierre, récupérée sur les amas de scories de réduction proches



31

Une dizaine de kilomètres au sud, à Andampy-Be, au pied des montagnes, une concentration de céramiques a été localisée. Il s'agit de céramique locale à pâte rouge grossière, mais les décors sont inhabituels par rapport à la céramique ramassée sur d'autres sites de la côte. Une petite scorie en forme de culot a également été trouvée, mais on n'a pas détecté d'amas. Ces vestiges indiquent l'existence d'un site d'habitat à une bonne distance de la côte. Les observations ne permettent cependant pas d'en préciser la chronologie. En particulier, il n'y a pas d'objet caractéristique de la culture matérielle des Rasikajy, comme les récipients en chloritoschiste ou les vases en céramique importés.

À hauteur de la troisième petite rivière, au village d'Ambodipont Isahana, un autre groupe de trois amas de scories a été repéré en 2019 (ISH100).

À une vingtaine de kilomètres au sud, les eaux de ruissellement s'accumulent et forment la lagune d'Ampaha, dont le trop-plein se déverse directement dans l'océan (fig. 30). Au nord-ouest de ce lac, plusieurs groupements d'amas de scories ont été localisés au cours des prospections de 2020. On remarque aussi partout la présence d'un substratum latéritique qui contient des concrétions ferrugineuses. Dans le village d'Ankarango, deux concentrations de scories sont présentes (MPH100). Les pièces sont globalement très fragmentées, mais il y a des scories écoulees en cordons, ainsi que quelques scories de fond de four. Par contre, de nombreuses tuyères complètes, taillées dans une roche métamorphique, ont été retrouvées sur ce site. Elles ont la forme caractéristique d'un cylindre court percé d'un tuyau en forme d'entonnoir. Un forgeron encore actif dans ce village récupère ces tuyères anciennes pour les utiliser dans sa propre forge. Il positionne la tuyère horizontalement au niveau du foyer et la relie par deux tuyaux en fer aux soufflets. Ce sont des soufflets à piston cylindriques, en bois creusé. Ils sont placés verticalement et mesurent une soixantaine de centimètres de haut (fig. 31). Ce type de soufflerie est fréquent à Madagascar. Il a déjà été décrit par les observateurs du 19^{ème} siècle (fig. 32). Il s'apparente très clairement aux soufflets utilisés en Indonésie (Marschall 1964).

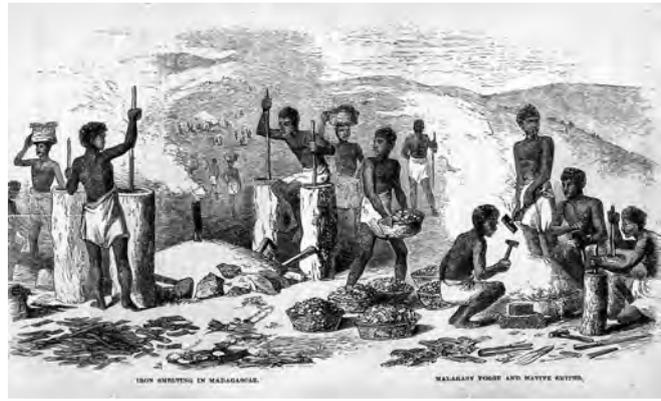
À environ 500 mètres vers le sud se trouvent de nombreuses céramiques locales ainsi qu'un autre groupe d'amas de scories (MPH200). Les déchets métallurgiques découverts sur place sont extrêmement fragmentaires, ce qui est certainement dû à l'impact des pratiques agricoles puisque ces amas se trouvent dans des cultures de riz. Néanmoins, quelques pièces permettent de confirmer l'utilisation de la même technologie de réduction du minerai de fer qu'ailleurs dans la région.

Les tuyères en forme de cylindres courts sont majoritairement en pierre, mais il y a aussi quelques pièces en céramique. L'un des fragments présente une forte scorification sur un côté, ce qui correspond à l'empreinte de la paroi dans laquelle était insérée la tuyère (fig. 33). Dans ce cas, il s'agit d'une paroi argileuse, ce qui coïncide avec la nature du substratum local. Les structures de réduction semblent donc être de simples fosses creusées dans le sol, indépendamment de la nature du substratum, argileuse dans l'arrière-pays ou sableuse dans la bande côtière. De la même manière, la morphologie des scories en fond de four confirme la présence d'une tuyère unique (Serneels *et al.* 2019, p. 337).

Non loin de là, quatre amas de scories de petite taille ont été observés (MPH300) avec les mêmes caractéristiques d'assemblage, soit des tuyères en pierre (chloritoschiste ou gneiss) et des scories de fond de four.

Une quatrième concentration de scories se trouve à quelques centaines de mètres plus au nord (MPH400), en association avec de la céramique locale. Sur ce site, les scories sont beaucoup plus massives bien qu'elles présentent les caractéristiques morphologiques habituelles (fig. 34). Le diamètre de ces scories est d'une trentaine de centimètres et l'épaisseur atteint la quinzaine de centimètres. Sur une pièce, il est possible d'observer un départ de scorie coulée contenue dans un canal.

En direction du nord (MPH500), non loin d'un village appelé « Betaimby », des concentrations de scories, à la fois coulées et de fond de four, ont également été localisées. Malheureusement, à cause de l'agriculture, les couches archéologiques ont été très largement remaniées et il est difficile de délimiter l'extension des amas.



32

Enfin, à l'est du village de Bekony, en longeant la rivière Ampahana, une dernière concentration de scories a été observée au sommet d'une colline (MPH600). Les scories sont très fragmentaires mais semblent être de morphologie de fond de four. Ici également, il y a des tuyères en pierre et des céramiques locales (fig. 35).

3.6 Les environs de la ville d'Antalaha et la péninsule de Masoala

Plusieurs amas de scories avaient déjà été identifiés en 2019 dans les environs de l'embouchure commune des rivières Ankavanana et Ankavia, qui se rejoignent juste avant de se jeter dans l'océan au nord de la ville moderne d'Antalaha (fig. 36). Ces amas de scories sont associés à des sites d'habitat (TLH100, 200, 300). Dans le village de Masimdrano, des fragments de chloritoschiste et des tessons de céramique importée avaient été collectés en même temps que de la céramique locale.

En 2020, l'équipe de prospection a tenté de remonter le plus loin possible la rivière Ankavanana. À environ 10 kilomètres, dans le village d'Androranga, trois nouveaux amas de scories ont été découverts (TLH400). Ces scories se situent au milieu des habitations modernes. Il est intéressant de noter la présence dominante des scories coulées. Plus en amont, sur quelques kilomètres, on observe seulement des latérites avec des concrétions ferrugineuses, mais pas de scories.

Au sud-ouest d'Antalaha, en remontant la rivière Ankavia²¹ sur une dizaine de kilomètres, on trouve la carrière de chloritoschiste de Fotsilanana (Q51) qui a été visitée en 2017. Les vestiges observés sur place ne laissent planer aucun doute quant à l'identification du site comme carrière, ce qui avait du reste déjà été mentionné anciennement (Vernier 1952). Pour le moment, ce site est complètement isolé, à 150 kilomètres au sud de la région où se trouvent toutes les autres carrières connues. De plus, d'après les cartes géologiques, la carrière de Fotsilanana est localisée dans l'unité géologique du craton d'Antongil, c'est-à-dire clairement en dehors de l'unité géologique de la Suite du Manambato, dans laquelle se trouvent toutes autres carrières étudiées à ce jour.

D'autres gisements de roches ultramafiques métamorphiques existent à Madagascar, en dehors de la zone de Vohémar (De la Roche 1956). Certains d'entre eux ont pu être utilisés à différentes époques. C'est en particulier le cas dans la vallée de la rivière Imana, affluent du fleuve Mananjary, une région située à 1000 kilomètres au sud de Vohémar, sur la côte est. Des traces d'extraction ont été observées sur le terrain, et quelques objets taillés ont été récoltés en fouilles (Griffin 2009, 2011 ; Pannetier 1974)²². Ailleurs, les recherches n'ont pas été suffisantes pour arriver à une conclusion aussi claire. Il est possible qu'il y ait des roches utilisables pour la fabrication de récipients dans le craton d'Antongil. Cela pourrait être le cas de la roche de Fotsilanana. Il y a des roches ultramafiques au nord de Toamasina/Tamatave (Giraudon 1959). Quelques indices archéologiques évoquent une production de récipients en pierre dans cette région, en particulier dans le bassin de la rivière Mananara (Wright & Fanony 1992).

Fig. 32 Exemples d'utilisation des soufflets à piston verticaux à Madagascar

À gauche : carte postale de 1906 montrant une forge traditionnelle avec une paire de grands soufflets à piston chez les Antandroy (sud de Madagascar)

À droite : gravure imprimée en 1858 montrant un fourneau de réduction du minerai de fer semi-enterré, activé à l'aide de deux paires de grands soufflets à piston, et une forge avec une seule paire de petits soufflets (Ellis 1858)

²¹ Il y a aussi des exploitations artisanales d'orpaillage en amont de la rivière Ankavia.

²² Dans le village d'Ambohitsara, à l'embouchure du fleuve Fanantara, à une cinquantaine de kilomètres au nord de la ville de Mananjary, se trouve l'un des objets les plus étranges et les plus fameux de Madagascar, la statue du vatolambo (ou vatomasina) qui est taillée dans du chloritoschiste et représente un quadrupède massif (éléphant, potamochère ou autre?). Voir Molet & Vernier 1956.

Fig. 33 Amas de scories MPH200 sur la rivière Ampaha : fragment de tuyère avec fragment de paroi argileuse scorifiée

Fig. 34 Amas de scories MPH400 sur la rivière Ampaha : scories en fond de four massives, visibles en surface

Fig. 35 Site de Bekony MPH600 sur la rivière Ampaha : céramique locale. Décors en chevrons : lignes incisées ou ponctuations

Fig. 36 Répartition des amas de scories et des concentrations de céramiques le long des rivières Ankavanana et Ankavia, au nord de la ville d'Antalaha

En 2019, un groupe de huit amas de scories avait été découvert à 5 kilomètres au sud de la ville d'Antalaha, au niveau du village d'Ambodikakazo (KKZ), et des indications concernant la présence d'autres vestiges, encore plus au sud, avaient été recueillies. En 2020, des prospections ont été menées en direction du cap Masoala pour vérifier ces informations. Elles ont été réalisées dans des conditions météorologiques particulièrement mauvaises, rendant les déplacements très difficiles. Au cours des enquêtes orales, les informateurs ont mentionné à plusieurs reprises l'existence d'amas de scories, sans qu'il soit possible d'aller vérifier sur le terrain si ces témoignages étaient fondés. Malgré tout, quelques sites d'habitat et des ateliers métallurgiques ont pu être visités (fig. 4 et 5). Des concrétions latéritiques ferrugineuses ont été observées régulièrement tout au long de la côte, jusque dans l'extrême sud de la péninsule.

Au village de Tanambao, il y a des céramiques locales ainsi qu'une tuyère en pierre. Les enquêtes orales mentionnent aussi l'existence de scories, sans qu'aucune n'ait été observée. En continuant vers le sud, au village d'Antsiragnamatso (CPM100), il y a des concentrations de scories qui sont associées à de la céramique locale et des tuyères en



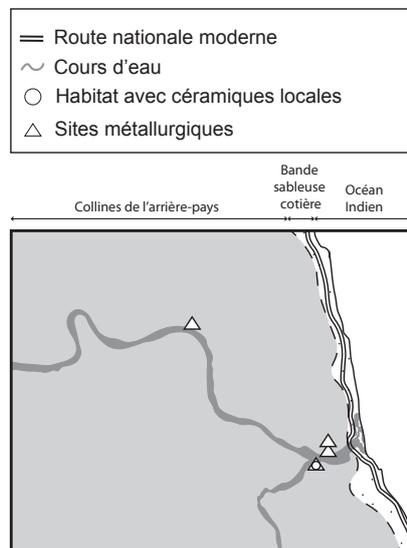
33



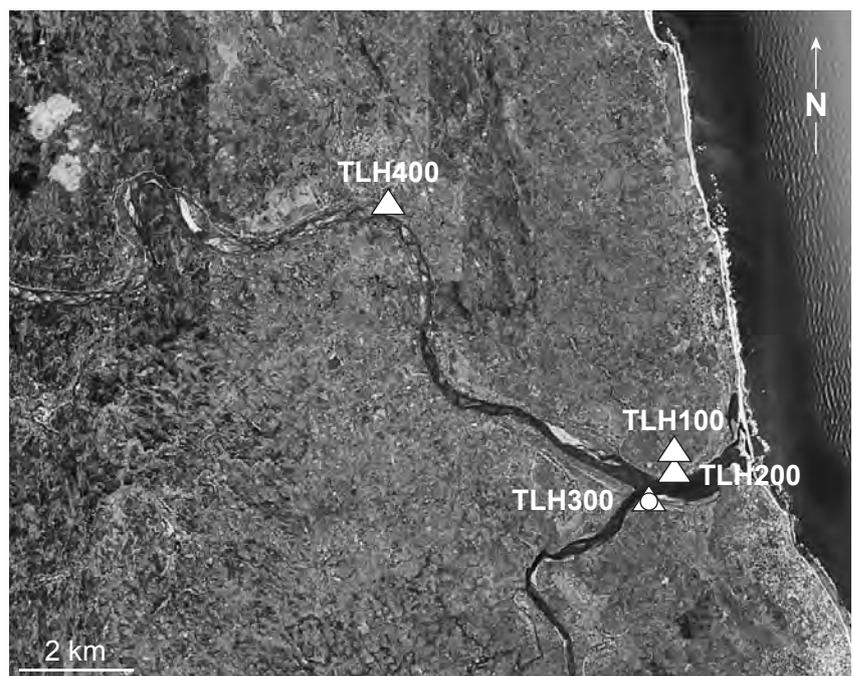
34



35



36



Pierre. Enfin, sur la piste entre Marifinaritra et Anjagnazagna, des scories ont été localisées (CPM200). Elles sont très fragmentaires et il est donc difficile de caractériser leur morphologie. C'est le point le plus méridional qui a pu être atteint en 2020.

4. Réflexions sur l'occupation du territoire et l'organisation de la production

Tout au long de la côte est, on constate la présence de sites d'habitat installés à proximité de la mer. Typiquement, ces sites sont installés légèrement en retrait par rapport au rivage, sur les berges des embouchures des nombreux cours d'eau qui drainent l'arrière-pays. Cette position est favorable car il est important de disposer d'un mouillage abrité tout proche de l'établissement, et aussi de bénéficier d'une voie de pénétration vers l'intérieur des terres.

Les sables qui constituent une bonne partie de la bande côtière sont peu fertiles, mais on trouve toujours des bas-fonds où s'accumulent les alluvions, permettant de développer un peu d'agriculture. Aujourd'hui, il y a de nombreuses rizières, mais on ne peut pas encore déterminer à quelle période cette culture a pris de l'ampleur. Les grands herbages naturels qui recouvrent les terrains sableux sont propices à l'élevage.

La mer offre des ressources importantes sous la forme de poissons, de tortues ou de coquillages. Cependant, une partie de la côte est battue par les vents, et la pêche en mer n'est pas toujours aisée. Dans les récifs de corail côtiers et dans les nombreux lacs et lagunes, il est beaucoup plus facile de pêcher. Les oiseaux d'eau, très nombreux, sont aussi des proies intéressantes. Les prairies et les forêts abritent de nombreuses espèces. Il est possible que les animaux aient été peu farouches, surtout au début de l'implantation humaine.

Pour des communautés relativement peu nombreuses, le terroir fournit des ressources alimentaires en abondance.

Pour le moment, sur le plan des vestiges archéologiques, on perçoit à peine une présence humaine antérieure à l'arrivée des marins qui parcourent le sud de l'océan Indien à partir du 7^{ème} ou du 8^{ème} siècle de notre ère (Dewar *et al.* 2013). L'horizon de peuplement le plus ancien reste discret. Les données chronologiques du site d'Irodo devraient faire l'objet d'une confirmation dans le cadre d'une fouille stratigraphique (Battistini & Vérin 1967). À Benavony, il y a une première phase d'occupation antérieure à l'an mil, mais dont il est difficile de fixer le début (Serneels *et al.* 2019, p. 341). Par contre, l'occupation est dense entre le 11^{ème} et le 15^{ème} siècle. À cette époque, les habitats principaux sont tous occupés, l'exploitation du chloritoschiste bat son plein et la production du fer est active. Le commerce est florissant, comme l'atteste la richesse de la nécropole de Vohémar en particulier, mais cette situation est confirmée par de nombreuses autres découvertes archéologiques. Au 18^{ème} siècle, la côte est occupée, comme en témoignent les marins européens de passage, mais on ne perçoit pas de dynamisme économique particulier. La zone paraît être en déclin.

La frange côtière fut densément occupée. Dans les zones qui ont pu être prospectées de manière plus intensive, toutes les embouchures sont habitées. À côté de quelques établissements principaux, on peut mettre en évidence un réseau de sites moins prestigieux. Pour ce qui est de l'intérieur des terres, il reste difficile de se prononcer. Les carrières de chloritoschiste constituent des vestiges très caractéristiques et relativement faciles à repérer. De plus, elles sont surtout présentes dans la zone climatique sèche, où les paysages sont assez ouverts et les déplacements pas trop difficiles. On en trouve jusqu'à 50 kilomètres à l'intérieur des terres, ce qui atteste d'une fréquentation importante. Par contre, les prospections n'ont pas permis de découvrir de sites d'habitat dans l'intérieur du pays. Dans la zone climatique humide, les déplacements à l'intérieur sont extrêmement difficiles et les recherches n'ont pas suffisamment progressé pour qu'on puisse déjà émettre un avis.

L'exploitation du chloritoschiste semble démarrer dès la première phase d'installation des sites côtiers. Tout au moins, à Benavony, les niveaux précoces ont livré quelques arte-

facts. Les objets en chloritoschiste qui sont présents dans les couches de la fin du 1^{er} millénaire à Dembéni (Mayotte), proviennent sans doute en majorité de Madagascar, mais pas forcément de la région de Vohémar. Les marmites tripodes typiques de Vohémar, avec leurs décors en groupes de stries symétriques, ne sont pas présentes à Dembéni alors qu'elles forment l'écrasante majorité des artefacts récoltés dans les habitats de la côte nord-est, ainsi que des ébauches abandonnées dans les carrières.

On constate que l'extraction a été pratiquée à une assez grande échelle. Tout au moins, les carrières sont nombreuses et les artisans ont consenti des efforts importants pour rechercher des ressources, confectionner des objets et les transporter jusqu'au rivage. Il est encore trop tôt pour formuler une estimation de la production, mais la fouille de la carrière de Bobalila permettra d'aborder cette question à travers une modélisation prudente. Il est aussi trop tôt pour conclure quant à l'importance économique de l'exportation de ces récipients en pierre. En particulier, les publications récentes semblent indiquer que les sites archéologiques du Moyen Orient n'ont pas livré de pièces qui puissent être clairement assignées aux types très particuliers et bien attestés à Vohémar (Phillips & Simpson 2018).

La production typique de Vohémar montre une grande homogénéité. Les vestiges d'extraction sont très similaires et montrent une bonne maîtrise technique de même qu'une excellente connaissance du matériau. Le nombre d'ébauches abandonnées en cours de travail semble être très élevé. Cette étape présente sans doute de grandes difficultés. La technique du tournage semble utilisée systématiquement pour la finition des surfaces. Globalement, la production des objets repose sur une chaîne opératoire complexe, faisant appel à un outillage spécialisé en fer et à un appareil assez compliqué, le tour. Il faut sans doute une main d'œuvre abondante et compétente pour organiser cette industrie. Les transports sont effectués sur de longues distances et parfois pour des pièces très imposantes, comme les grands bassins ou les buses.

Sur le plan du développement de la technique, dans l'état actuel des connaissances, on ne perçoit pas de phase de mise au point progressive. Apparemment, les savoir-faire sont très rapidement adaptés aux réalités locales. Il n'y a pas de signe d'une évolution de la technique.

Les marmites tripodes et leurs couvercles représentent de loin la majorité des pièces produites, mais on voit aussi apparaître quelques éléments aux formes différentes. Certaines carrières semblent spécialisées dans la production de très gros objets, en particulier les spectaculaires buses de cuvelage de puits. Si la gamme des produits est restreinte et stéréotypée, elle se distingue par une grande originalité. La technique du tournage est connue au Moyen Orient, mais elle n'est que très rarement mise en œuvre de manière systématique. Les marmites tripodes sont d'un type très original que l'on ne retrouve pas ailleurs dans le monde²³. Les décors en groupes de stries obtenues par tournage sont eux aussi originaux²⁴. De même, la production d'énormes buses cylindriques monolithiques taillées ne connaît pas de parallèle.

La production du fer n'est attestée qu'à partir du 11^{ème} siècle. Les quelques fouilles entreprises ne sont pas assez nombreuses pour démontrer qu'il n'y a pas de vestiges plus anciens, mais cette hypothèse paraît la plus vraisemblable. On peut penser qu'au cours de la première phase d'occupation, l'approvisionnement en fer a été assuré par des importations. Par la suite, les habitants ont apparemment identifié des minerais d'excellente qualité mais ils n'ont mis en œuvre qu'une technique médiocre. Curieusement, alors que différentes techniques sophistiquées sont pratiquées dans plusieurs régions bordant l'océan Indien, entre autres en Afrique, en Inde et au Sri Lanka, aucune d'entre elles ne prendra pied dans le nord-est de Madagascar. Au contraire, on utilise de piètres foyers ouverts pour réduire de faibles quantités de minerai, apparemment de manière assez médiocre. Un autre aspect encore est troublant : l'utilisation de tuyères en pierre perforées. Cela paraît un mode de fabrication difficile à mettre en œuvre, alors que presque partout à travers le monde, on utilise des tuyères en céramique. Il est très étrange de constater que les métallurgistes du nord-est de Madagascar ont développé une solution originale complexe pour la ventilation,

²³ Chez les Rasikajy, il existe aussi des marmites tripodes en céramique locale.

²⁴ Ce type de décor n'apparaît pas dans la céramique locale.

alors que des moyens plus simples ont été mis en œuvre par la plupart des autres sociétés. Malheureusement, les fouilles n'ont livré aucun indice permettant d'identifier le dispositif de soufflerie. Évidemment, les soufflets en forme de pistons verticaux que l'on voit dans les forges traditionnelles malgaches reflètent une influence indonésienne. Par contre, il n'y a pas d'argument pour évaluer à partir de quelle époque elle se fait sentir et si ces soufflets particuliers ont été utilisés sur les sites étudiés.

Il est encore trop tôt pour donner une estimation de la production de fer dans le district. Il est déjà acquis que, s'il y a de nombreux ateliers de réduction, ce sont toujours des sites de faible ampleur. La masse totale de scories restera donc très limitée par rapport aux productions de masse que l'on connaît dans plusieurs régions d'Afrique et d'Europe. Dans l'état actuel des connaissances, il ne semble pas que l'industrie sidérurgique locale ait pu produire des surplus significatifs de fer. Il semble s'agir d'une production pouvant couvrir les besoins locaux tout au plus. Cela est d'autant plus probable qu'il faut prendre en compte une consommation relativement importante, liée à l'utilisation d'un outillage en fer dans le cadre de la production des récipients en chloritoschiste. Même si l'on peut considérer ces roches comme tendres, les outils doivent subir une usure rapide. Il y a peut-être une relation de cause à effet entre l'intensification de la production des récipients en pierre et le développement de la sidérurgie.

5. Travaux de laboratoire

5.1 Inventaire systématique des artefacts en chloritoschiste

Cette opération vise à établir un inventaire aussi complet que possible de tous les artefacts en chloritoschiste déposés dans les collections archéologiques à Antananarivo. Le but est d'obtenir une carte de répartition générale pour tout le pays et une meilleure vision de la variabilité typologique de cette catégorie de mobilier. Cet inventaire pourra aussi servir de base pour compléter l'approche pétrographique et identifier d'autres régions où des roches similaires ont pu être exploitées. C'est aussi l'occasion d'organiser un stockage raisonné des objets dans des conditions qui assurent leur conservation.

Dans un premier temps, la collection entreposée dans la réserve externalisée de l'ICMAA (bâtiment annexe de Faravohitra) a fait l'objet d'une étude systématique²⁵. À plus long terme, toutes les autres collections archéologiques devraient être étudiées de la même manière.

L'inventaire a pris en compte les pièces récoltées au cours des missions de notre équipe dans le nord-est. À terme, il est prévu de constituer une collection de référence pétrographique aussi complète que possible des sites d'extraction. Il est aussi important de collecter des pièces représentatives des ébauches, ratés et débris de taille provenant de certaines carrières²⁶. En 2019, un bel ensemble issu des sondages effectués à Bobalila a pu être transporté à Antananarivo et il a fait l'objet d'un inventaire en 2020. Il faut aussi assurer l'entreposage des fragments récoltés lors des prospections et des sondages sur les sites d'habitat.

L'inventaire a aussi pris en compte les pièces récoltées par divers chercheurs au cours du 20^{ème} siècle et déposées dans le bâtiment. Après nettoyage, ces objets ont été systématiquement enregistrés au moyen de fiches descriptives et d'une documentation sous forme de dessins et photos. Des rayonnages pour le rangement ont été aménagés.

La grande majorité des pièces de la collection ancienne proviennent des fouilles de la nécropole de Vohémar (fig. 37). Ce ne sont pas moins de 149 objets qui peuvent être clairement attribués grâce à des marquages anciens. Une partie des pièces sont entrées dans la collection en 1941, à la suite des grandes fouilles de Gaudebout et Vernier. D'autres portent des marques apposées en 1948 après les campagnes de Millot et Poirier. Enfin, quelques artefacts ont été incorporés en 1970. Il y a une pièce marquée Vohémar-Ankeakaratsy et deux autres portant la mention AT-Voh qui pourraient aussi provenir de la nécropole.

²⁵ C. Radimilahy, B. Rasoarifetra, J. Raharino : Rapport des travaux de laboratoire Programme Pierre et Fer à Madagascar, 2021, p. 1–8 (non publié).

²⁶ Dans la situation actuelle, il semble important de constituer une collection de référence déposée dans une institution publique car les carrières font l'objet d'un ramassage sauvage par les gens de passage. Les nombreuses ébauches qui sont encore visibles sur place aujourd'hui risquent à court terme de disparaître sans laisser de trace. Le problème est particulièrement sensible pour les grosses ébauches à un stade avancé du travail de taille qui présentent un intérêt pour les touristes. Nous sommes aussi conscients que ces objets patrimoniaux doivent être protégés sur place.

Collection ancienne ICMAA-Fa				chlorito-								Axe	Informe	
				schistes	Marmite	Couvercle		Coupe		Autre				
				total	ébauche	objet	ébauche	objet	ébauche	objet	ébauche	objet		
1	Vohémar	1948	nécropole	149	15	68	19	13	6	6	4	3	13	2
	Vohémar-Ankeakaratsy	1970 ?	nécropole ?	1		1								
	AT-Voh	nd	nécropole ?	2	1				1					
2	Mahilaka-Sambirano	1949 ?	habitat	2	1								1	
3	Irodo-Tafiampasta	nd	habitat	6										6
4	Ambanimanasy	1970	QV09	4	2		1						1	
5	Ambohimirahavavy	1970	QV19	2	1									1
6	Bobalila	1970	QV12	1	1									
7	Anivorano-Est	nd	?	1								1		
				168										

37

Fig. 37 Inventaire d'une collection ancienne d'artefacts en chloritoschiste déposée dans la réserve externalisée de l'ICMAA à Farahovitra/Antananarivo

Quelques pièces ont été récoltées dans des carrières situées dans l'arrière-pays de Vohémar. Il y a une petite collection de fragments trouvés à Irodo sur le site de Tafiampatsa, probablement par Battistini (Vérin 1975, p. 735–736 ; Serneels *et al.* 2020, p. 346–347). Deux pièces ont été ramassées à Mahilaka, vraisemblablement par Poirier et Millot. Un fragment de bassin porte la mention « Anivorano-Est », mais ce site n'est pas encore clairement identifié.

5.2 L'inventaire des céramiques locales découvertes lors des campagnes de 2017, 2018 et 2019

Les prospections et sondages entrepris par notre équipe au cours des trois premières années de recherche ont permis de récolter de grandes quantités de tessons de céramique locale. Au moment de la fouille, le mobilier a été lavé, trié et quantifié sommairement. Les pièces remarquables ont été isolées. Quelques échantillons ont été prélevés pour réaliser une étude pétrographique visant à déterminer la nature des matériaux utilisés²⁷. Le reste du mobilier a été conditionné et rapporté à Antananarivo. Il est stocké dans la réserve externalisée de l'ICMAA. Cette collection a été réorganisée en 2020²⁸. Elle comporte environ 10 000 pièces provenant de 10 sites différents (fig. 38).

Le mobilier provenant du site d'Andrangana (DRGN), étudié en 2019, a fait l'objet d'une approche plus approfondie. Il s'agit d'un ensemble d'environ 1000 pièces issu des sondages et des ramassages de surface (Serneels *et al.* 2020, p. 319–326).

Les tombes de la nécropole ont été mises en place dans une couche d'occupation correspondant à un habitat plus ancien, daté par le radiocarbone du 14^{ème} siècle de notre ère. Le substratum géologique est une dune de sable éolien de couleur blanche. En surface et sur une épaisseur d'environ 80 centimètres, le sédiment présente une couleur grise assez sombre qui résulte d'une forte proportion de matière organique et d'humus. Le sédiment sableux contient un abondant mobilier archéologique qui comporte de très nombreux restes d'ossements d'animaux, des coquilles de mollusques ainsi que divers artefacts. Les tessons de céramique locale sont les artefacts les plus fréquents. Ils sont accompagnés de nombreux débris de taille et de quelques fragments de récipients en chloritoschiste, de quelques scories de forge, de morceaux de corail et de diverses roches. Un seul petit tesson de porcelaine blanche correspond à une céramique importée.

De l'étude préliminaire de la céramique locale, il ressort une certaine unité dans les caractéristiques techniques. Ainsi, concernant la pâte ayant servi à la production, la grande majorité des fragments présente une pâte grossière avec une forte proportion d'inclusions de sable grossier utilisé comme dégraissant. La pâte contient parfois du mica. Les récipients sont montés à la main, sans l'aide d'un tour. Le mode de cuisson, probablement en aire ouverte, est similaire aux procédés encore pratiqués actuellement. La cuisson débute dans des conditions réductrices et s'achève par une phase de refroidissement (post-cuisson) en

²⁷ J. Lujic, travail de master en cours à l'université de Fribourg.

²⁸ C. Radimilahy, B. Rasoarifetra, J. Raharinoro : Rapport des travaux de laboratoire Programme Pierre et Fer à Madagascar, 2021, p. 9–19 (non publié).

milieu plus ou moins oxydant. Quelques pièces montrent une différence de coloration de la section intérieure sombre et de la partie externe, plus claire.

Les décors sont assez rares et relativement peu variés. On compte seulement 34 tessons ornés sur les 1245 tessons de poterie dénombrés. La décoration est presque toujours placée sous la lèvre sur les trois types de bords caractéristiques (droits, concaves, convexes) d'Andrangana. Toutefois, les motifs peuvent également être localisés au niveau des épaules ou sur la panse. Les décors observés ressemblent à ceux caractérisant les sites archéologiques du nord, comme à Mahilaka (Radimilahy 1998), à Irodo (Vérin 1975), etc. Les principaux décors sont des ponctuations millimétriques disposées en lignes horizontales parallèles, et des incisions superficielles linéaires en lignes parallèles, ondulées ou en zigzag. Quelques tessons montrent des décors plus complexes combinant les ponctuations et les incisions linéaires.

Une dizaine de tessons portent un revêtement d'ocre rouge. Leurs surfaces sont très rouges, différentes de l'utilisation d'engobe, habituellement de couleur beaucoup plus claire que la pâte elle-même. Andrangana n'a pas donné de fragments de récipients spécifiquement graphités.

Il y a une forte prédominance des formes ouvertes, pour les petits récipients tels les pots ou les bols (avec un diamètre d'ouverture de 12 à 21 centimètres), ou pour les plus grands récipients dont les marmites et les plats (30 à 48/50 centimètres). Des récipients à paroi incurvée devaient avoir une forme plutôt sphérique. On note la présence d'un pied quadrangulaire de 12 centimètres de haut qui rappelle les marmites tripodes en chloritoschiste. Quelques tessons montrent des traces de suie à l'extérieur, ou bien des reliquats carbonisés à l'intérieur, ce qui indique une utilisation culinaire.

Le site n'a pas livré d'indice permettant d'évoquer une production de céramique sur place. L'étude en laboratoire devrait permettre d'établir si la composition est homogène et si elle est compatible avec les matières premières disponibles dans les environs du site.

Les tessons de poterie provenant de la collecte en surface et des sondages à Andrangana présentent une grande ressemblance avec ceux découverts à Benavony. L'occupation d'Andrangana est contemporaine de la phase tardive de l'occupation de Benavony.

Une étude comparative plus approfondie, non seulement avec les sites de la même période dans la région, mais aussi avec les sites similaires de différentes parties de Madagascar puisque recelant des vestiges apparentés, se révèle nécessaire. Cette étude, non encore faite, sera profitable à plus d'un point de vue pour la connaissance de l'inclusion de Madagascar dans un réseau élargi de l'océan Indien, mais aussi dans ses relations avec le continent africain ou des régions plus éloignées.

5.3 Description pétrographique des scories de réduction de fer dans le nord-est de Madagascar

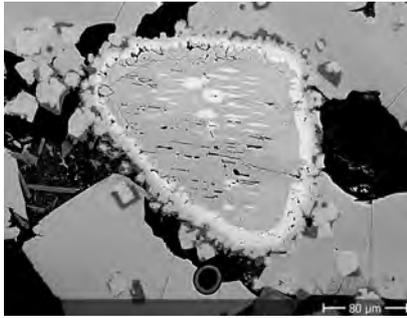
Les travaux de laboratoire ont été poursuivis sur les scories de réduction du fer. Les scories analysées proviennent principalement de cinq secteurs métallurgiques : Bemanevika (BMK), Benavony (BNY), Matavy (MTY), Amboronala (MBR) et Ambodimadiro (DMD).

Les analyses de compositions chimiques globales (XRF) ont permis de montrer que les sables noirs que l'on trouve sur une grande portion de la côte nord-est n'avaient pas été utilisés comme minerai de fer, contrairement à ce qui était avancé dans la littérature ancienne (Vérin 1975). Ces sables noirs sont constitués majoritairement de magnétite et d'ilménite, minéraux qui contiennent du fer, mais aussi d'autres minéraux lourds comme le zircon, la monazite et le grenat.

Les rapports entre les éléments majeurs tels que TiO_2 ou Al_2O_3 , ainsi qu'entre certains éléments traces comme le chrome (Cr) ou le zirconium (Zr), ne sont pas similaires dans les scories et dans les sables noirs. Par contre, les compositions chimiques des scories correspondent très bien à celles des concrétions ferrugineuses latéritiques qui ont été récoltées sur le terrain. Ces concrétions ont des teneurs très élevées en fer (80–85 % Fe_2O_3), ce qui en fait un minerai exceptionnel, mais également en titane (1,5 % TiO_2), ce qui permet d'en caractériser les scories.

Inventaire céramique locale			
janvier 2021		photos	
		BNVY410	186
		BNVY411	65
		BNVY412	20
		BNVY414	30
		BNVY501	114
2017	Benavony	BNVY502	158
2017	Matavy	MATAVY	28
		MBR210	42
		MBR220	72
		MBR230	56
		MBR240	2
2018	Amborolana	MBR450	6
2018	Bemanevika		26
2019	Anjorolava		30
2019	Bobalila		32
		DRGN surface	198
		DRGN350	48
		DRGN356	54
		DRGN863	32
		DRGN habitat	138
2019	Andrangana	TRVY	36
2019	Tafiampatsa-Irodo		104
2019	Ampasinandriana		2

Fig. 38 Inventaire des céramiques locales provenant des fouilles 2017, 2018 et 2019



39

Fig. 39 Grain d'ilménite entouré d'une bordure de réaction dans une scorie de réduction (Image en électrons rétrodiffusés [BSE] au microscope électronique à balayage [SEM])

Fig. 40 Deux domaines juxtaposés dans une scorie de fond de fourneau montrent des grains de tailles très différentes, en raison d'une dynamique de cristallisation très différente. (Image en électrons rétrodiffusés [BSE] au microscope électronique à balayage [SEM])

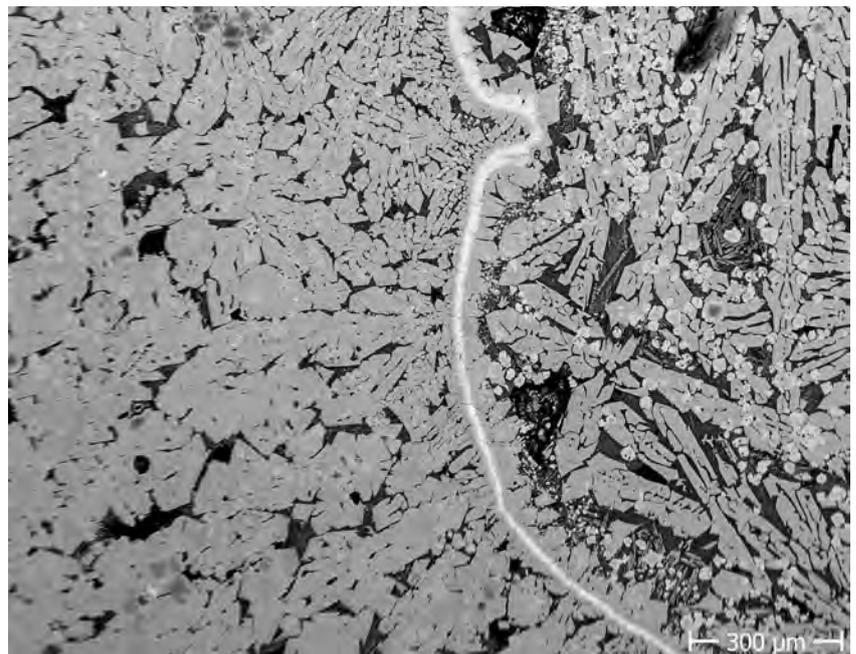
Deux groupes principaux de compositions chimiques ont été identifiés dans les scories. En effet les scories BMK et BNY sont plus riches en TiO_2 et P_2O_5 mais aussi en Ba, Ce, Mn et Zr. Ces éléments chimiques sont ceux que l'on retrouve dans les minéraux lourds des sables noirs. Les substrats sableux des secteurs de Bemanevika et de Benavony sont effectivement plus riches en minéraux lourds que les substrats des autres secteurs étudiés. La composition chimique des scories semble donc fortement contaminée par un apport externe de sable (fig. 39).

La minéralogie des scories, étudiée au microscope optique en lumière réfléchie ainsi qu'au microscope électronique à balayage, reflète majoritairement cette variabilité de composition chimique. La vitesse de refroidissement joue aussi un rôle quant à la taille des grains et des minéraux présents. Plus le refroidissement est rapide et plus les grains sont de petite taille (fig. 40).

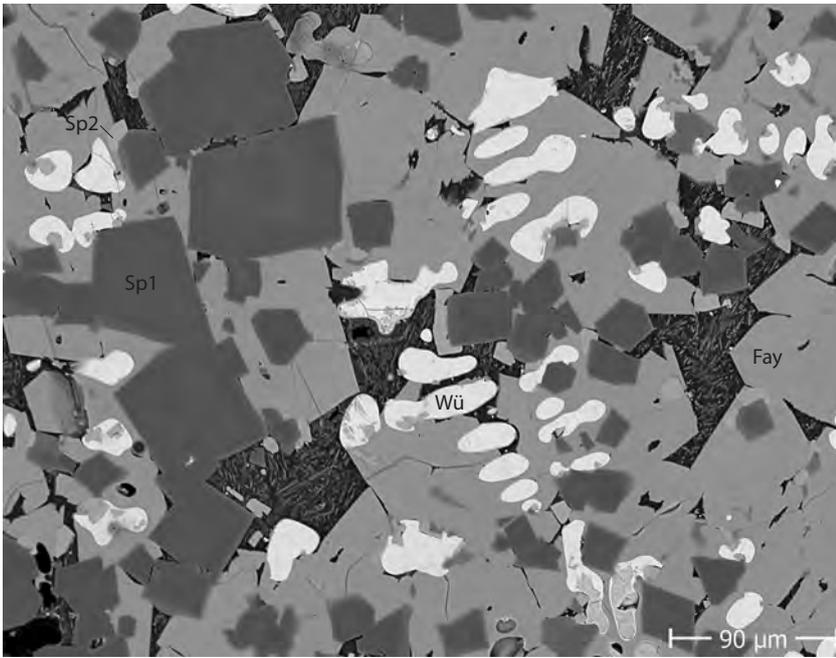
Les scories du nord-est de Madagascar contiennent majoritairement de la fayalite. Les autres minéraux que l'on rencontre sont la wüstite et des spinels titanifères. Si on se concentre uniquement sur les scories de fond de four, où la vitesse de refroidissement devrait être homogène à l'échelle d'un bloc, ainsi que d'un bloc à l'autre, trois textures se distinguent.

La première texture se retrouve majoritairement dans les échantillons avec les teneurs les plus faibles en titane (1–2,5 % TiO_2) et en aluminium (8–11 % Al_2O_3) mais plus élevées en fer (65–70 % Fe_2O_3) (fig. 41). Des dendrites de wüstite cristallisent en premier, suivies de larges spinels (Spinel 1) faiblement titanifères (1–5 % TiO_2). La wüstite présente le plus souvent des exolutions titanifères et contient généralement 1 à 2 % de TiO_2 (fig. 42). En périphérie des spinels 1 cristallisent d'autres spinels (Spinel 2) de petite taille à fortes teneurs en titane (17–20 % TiO_2). Par la suite, de larges plages de fayalite cristallisent. Il n'est pas rare d'observer des spinels de composition intermédiaire coincés dans les interstices de la fayalite. Enfin, des fayalites deuxième génération de quelques micromètres de long et enrichies en calcium cristallisent. Une phase vitreuse riche en alcalins vient remplir les derniers interstices.

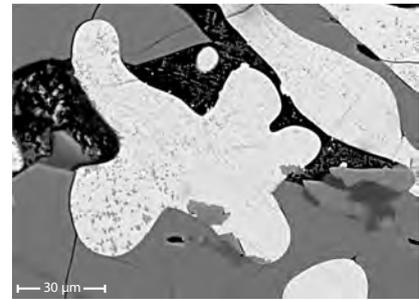
Les échantillons présentant la deuxième texture ont des compositions intermédiaires (fig. 43). En effet, les teneurs en titane se situent autour de 2,5–3,5 % TiO_2 , celles en aluminium autour de 12–15 % Al_2O_3 , et celles en fer autour de 60–65 % Fe_2O_3 . Cette texture ne présente pas de wüstite. Des spinels 1 légèrement plus petits que dans la texture 1 cristallisent en premier, suivis de larges spinels 2. Sur les bords des spinels 2, la composition change



40



41

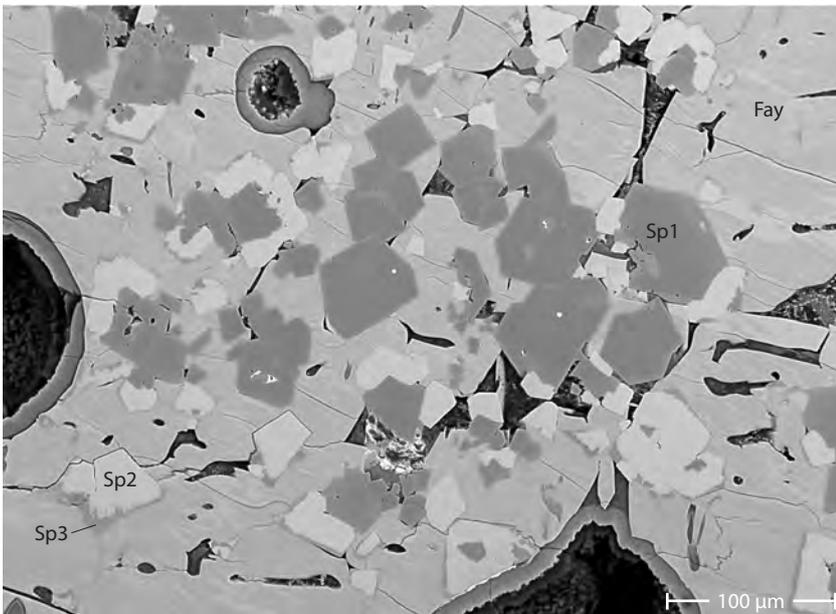


42

Fig. 41 Scorie de fond de four présentant la texture 1 (dendrites de wüstite) (Image en électrons rétrodiffusés [BSE] au microscope électronique à balayage [SEM])

Fig. 42 Cristaux de wüstite avec des exsolutions titanifères (Image en électrons rétrodiffusés [BSE] au microscope électronique à balayage [SEM])

Fig. 43 Scorie de fond de four présentant la texture 2 (Image en électrons rétrodiffusés [BSE] au microscope électronique à balayage [SEM])



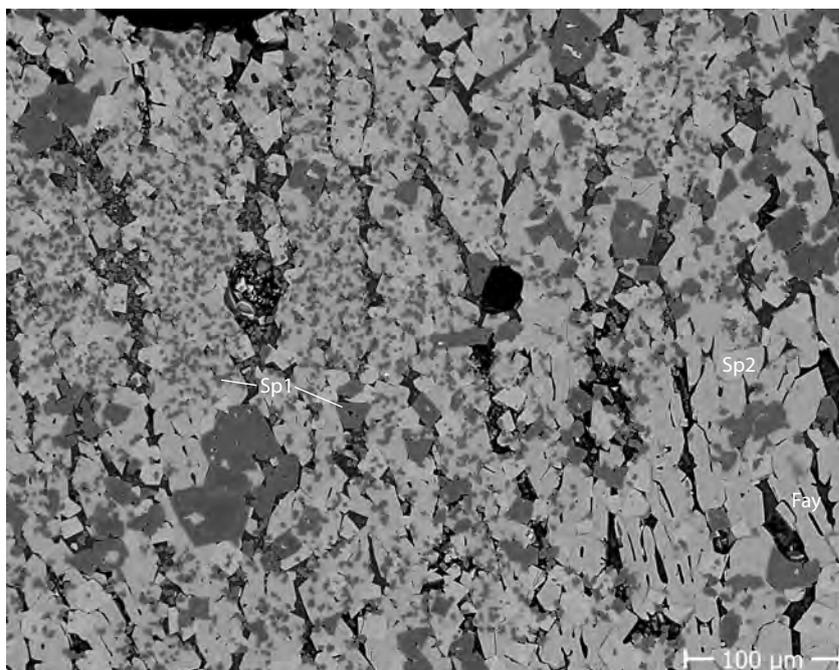
43

pour donner un spinel 3 avec 5 à 9 % de TiO_2 . Une fayalite première génération cristallise par la suite suivie d'une fayalite deuxième génération et d'une phase vitreuse.

Enfin, les échantillons avec des teneurs exceptionnellement élevées en titane (3,9–4,2 % TiO_2) présentent la texture 3 (fig. 44). Les teneurs en aluminium sont les plus élevées (14–15 % Al_2O_3) tandis que celles en fer sont les plus faibles (60–62 % Fe_2O_3). Ici encore, aucune dendrite de wüstite ne cristallise dans cette texture. Les spinels 1 sont les premiers à cristalliser, avec deux tailles de cristaux. Certains mesurent entre 30 et 60 micromètres tandis que d'autres, beaucoup plus abondants, mesurent environ 5 micromètres et sont légèrement plus riches en titane (3–4 % TiO_2 contre 1–2 % TiO_2). Ensuite, des spinels 2 avec une bordure de composition spinel 3 cristallisent. Enfin, la fayalite cristallise, puis les phases vitreuses se solidifient.

L'étude des textures des scories permet de comprendre le processus de cristallisation de la scorie ainsi que le rôle de chaque élément chimique. La texture 1 correspond à une scorie qui contient beaucoup plus de fer sous forme d'oxydes que les deux autres textures.

Fig. 44 Scorie de fond de four présentant la texture 3 (Image en électrons rétrodiffusés [BSE] au microscope électronique à balayage [SEM])



44

Les échantillons possédant cette texture résultent d'une réduction moins efficace, au cours de laquelle une plus grande quantité de fer a été perdue dans la scorie. Des échantillons de scories de fond de fourneau provenant de tous les sites étudiés possèdent cette texture à wüstite. La variabilité de l'efficacité des réductions, et donc du geste technique, peut donc être appréhendée grâce à l'étude minéralogique des scories.

M. Morel

5.4 Description pétrographique des chloritoschistes malgaches

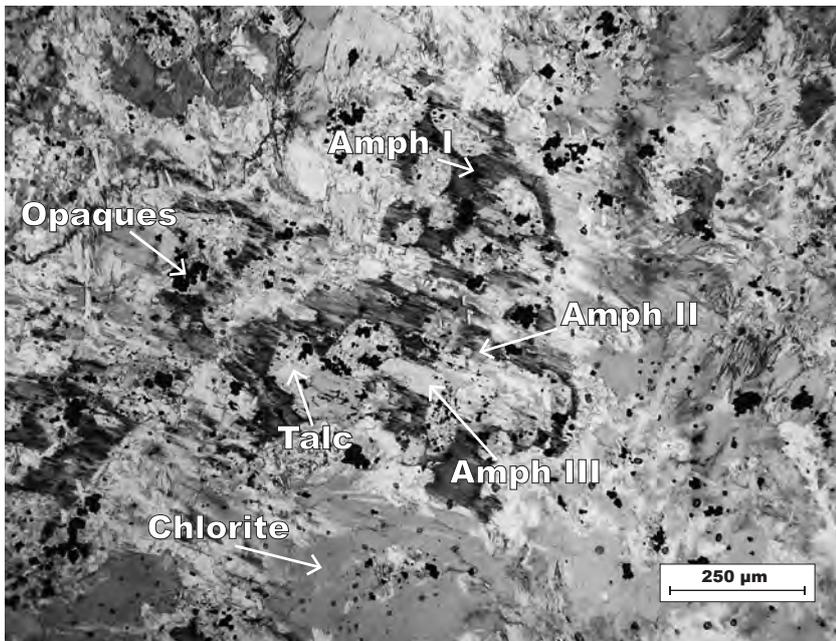
Le terme de « chloritoschiste » a été introduit très tôt pour désigner les roches vertes et tendres utilisées par les fabricants de récipients Rasikajy (Mouren & Rouaix 1913). Il est devenu clair assez rapidement que ce terme n'est pas bien adapté (De la Roche 1956). La nomenclature des roches métamorphiques prend en compte le minéral le plus abondant et la texture de la roche. De ce point de vue un chloritoschiste devrait être une roche possédant une forte schistosité et constituée essentiellement de chlorite. Ce n'est pas le cas des roches du nord-est de Madagascar. Malgré tout, le terme est consacré par l'usage, en particulier dans la littérature archéologique.

Avec une collection de plus de 80 échantillons provenant de la région nord de Madagascar, nous sommes maintenant en mesure de décrire les caractères pétrographiques de cette roche en utilisant les méthodes traditionnelles de la microscopie optique, de l'analyse minéralogique par diffraction des rayons X (XRD), et par l'analyse chimique par spectrométrie de fluorescence des rayons X (XRF).

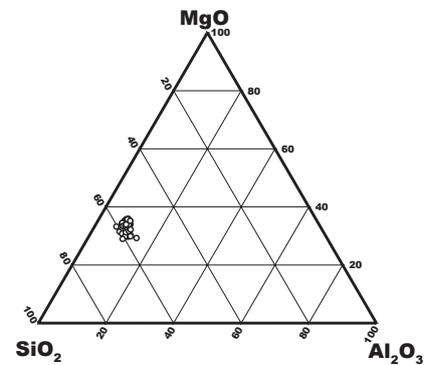
L'objectif de ce travail de laboratoire est d'apporter une compréhension détaillée de ce que sont les chloritoschistes, de leur mode de formation, de leur distribution spatiale et de discuter s'ils peuvent être différenciés des autres roches comparables présentes à Madagascar et tout autour de l'océan Indien.

L'étude d'un grand nombre d'échantillons permet de tirer une première conclusion majeure : dans toutes les carrières du nord de Madagascar (fig. 3), on trouve le même type de roche. Tant pour les minéraux présents que pour les compositions chimiques, les variations sont très limitées (fig. 45 et 46). Seuls d'infimes détails permettent de différencier les sites entre eux.

Les amphiboles et le talc sont les deux constituants principaux des roches qui ont été exploitées (fig. 45). La chlorite est présente, mais subordonnée aux deux autres. En



45



46

général, les minéraux opaques, principalement des oxydes de fer et de titane et des sulfures, peuvent représenter jusqu'à 5% du volume de la roche. La texture est pratiquement non-déformée et les échantillons schisteux sont exceptionnels (fig. 47). Les roches possèdent un grain grossier, avec des cristaux d'amphibole atteignant 3 centimètres de long. Le talc et la chlorite occupent les interstices entre les grains d'amphibole.

La texture homogène et la présence de minéraux relativement tendres sont les caractéristiques qui permettent d'utiliser cette roche pour la production de récipients. Comme il n'y a aucun minéral présentant une dureté supérieure à 5 sur l'échelle de Mohs, ce matériel peut être facilement creusé avec des outils en fer (dureté 5–6). L'absence de schistosité minimise le risque de fracturation pendant la fabrication. L'homogénéité de la roche assure aussi un bon comportement au cours de l'utilisation culinaire.

Pour désigner correctement ces roches selon les règles recommandées, il faudrait parler de « Amphibole-Talc-Chlorite Fels » (Bucher & Frey 2002). Ce type de roches est extrêmement rare et a attiré l'attention de quelques pionniers de la pétrologie qui, après la découverte d'un petit affleurement dans les montagnes de Spessart en Allemagne du sud, en ont fait la description sous la dénomination de « hoesbachite » (Matthes & Schubert 1967 ; Schubert 1969).

Une caractéristique frappante des hoesbachites malgaches est la présence de structures circulaires ou ovoïdes qui sont bien visibles dans les grains colorés d'amphibole, car elles ne contiennent que des minéraux incolores comme le talc et la tremolite (fig. 48). Ces structures sont le résultat d'un processus de pseudomorphose, c'est-à-dire du remplacement par des minéraux métamorphiques d'un minéral préexistant tout en gardant la forme initiale de celui-ci. La texture que l'on observe dans les roches malgaches permet d'identifier le protolithe dont elles sont issues, c'est-à-dire la roche préexistante qui a subi la transformation métamorphique. Cette information permet de discuter comment, quand et où les hoesbachites malgaches se sont formées.

Les roches constituées de très grands cristaux d'amphibole contenant de nombreux petits grains d'olivine arrondis sont très inhabituelles. Elles appartiennent à une famille particulière de roches magmatiques ultramafiques, des « hornblendites à olivine » ou « schriesheimite » (Amstutz, Meisl & Nickel 1975). Ces roches sont interprétées comme des cumulats, qui se forment comme une accumulation de cristaux qui cristallisent dans la chambre magmatique à un stade précoce, et coulent vers le fond en raison de leur densité élevée. L'olivine est l'un des minéraux qui cristallisent en premier au cours du processus

Fig. 45 Hoesbachite malgache : aspect des principaux minéraux (Photo en lumière naturelle en microscopie optique)

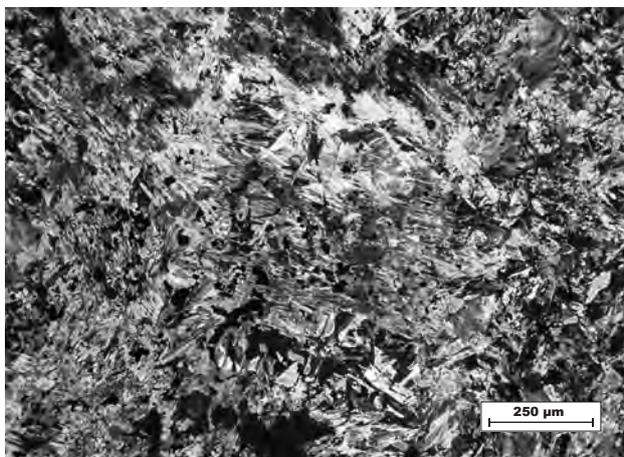
Fig. 46 Variation des compositions chimiques pour les éléments principaux dans les hoesbachites malgaches

Fig. 47 Variation de la texture dans les hoesbachites malgaches
 À gauche : texture homogène sans orientation préférentielle
 À droite : texture grossièrement schisteuse (Photos en lumière naturelle en microscopie optique)

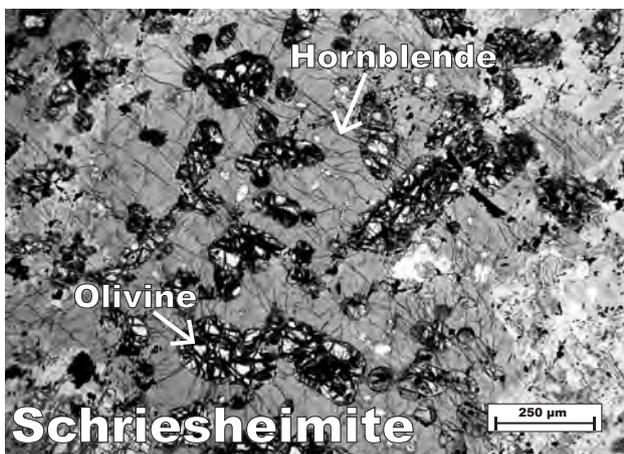
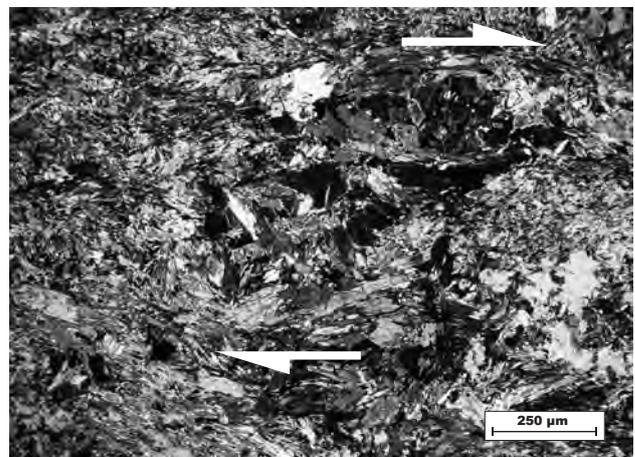
Fig. 48 Comparaison des textures magmatique et métamorphique
 À gauche : hornblendite à olivine peu métamorphique (schriesheimite)
 À droite : hoesbachite métamorphique (Photo en lumière naturelle en microscopie optique)

de refroidissement, et les cumulats riches en olivine sont donc fréquents. Il est beaucoup plus rare d'observer de grands cristaux de hornblende englobant les olivines. Un cas bien étudié est celui des roches de l'arc d'âge jurassique de Bonanza au Canada (Larocque & Canil 2010). Ces auteurs suggèrent que ces roches jouent un rôle très important dans la formation des arcs magmatiques, mais que leur formation comme des cumulats et leur haute densité ont pour conséquence qu'elles affleurent très rarement en surface. De manière intéressante, l'unité géologique qui contient les hoesbachites malgaches, la Suite du Manambato, est justement interprétée comme un arc magmatique daté de 750 millions d'années (Thomas *et al.* 2009). Bien sûr, il reste encore des incertitudes, en particulier concernant la cartographie géologique et l'interprétation des différentes unités dans le nord de Madagascar (Tucker *et al.* 2014). Celles-ci pourraient expliquer pourquoi on retrouve une roche très similaire dans la carrière de Fotsilanana, au sud d'Antalaha, à plus de 100 kilomètres de la zone où affleure la Suite du Manambato (fig. 49). Dans l'état actuel des connaissances, notre interprétation reste hypothétique et il serait nécessaire de poursuivre les recherches pour vraiment démontrer que les « chloritoschistes » de Vohémar sont des hornblendites à olivine d'arc magmatique métamorphisées.

Ces avancées dans la compréhension de la nature des chloritoschistes malgaches ont des implications importantes en termes de potentiel pour les études de provenance des artefacts. La production d'objets en roches vertes et tendres a connu un très fort développement en Arabie et en Perse, et cela depuis les époques les plus reculées (Simpson 2018). Ces régions renferment une large gamme de matières premières qui peuvent être utilisées. Les objets produits ont certainement circulé dans le cadre du grand commerce de l'océan Indien. Cependant, l'histoire géologique de ces zones est très différente de celle de Madagascar, et la probabilité qu'elles renferment des hoesbachites est très faible. De



47



48



ce point de vue, les roches du nord-est de Madagascar sont particulières et ne peuvent pratiquement pas être confondues avec les autres « pierres ollaires ». Il y a tout de même une région qui fait exception à cette règle, c'est le sud de l'Inde. En effet, au moment où les hoebachites malgaches se sont formées, l'Inde et Madagascar étaient juxtaposées et faisaient partie de la même masse continentale du Gondwana (Rabinowitz, Coffin & Falvey 1983). La géologie est donc similaire dans les deux régions, et il est bien probable que des hoebachites indiennes seraient très difficiles à distinguer des roches malgaches.

Ch. Nitsche

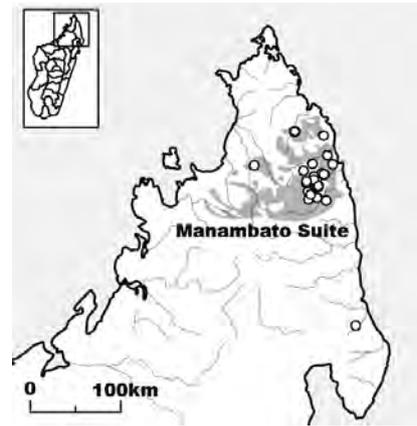
6. Synthèse et perspectives

Les campagnes de recherche entreprises en 2017, 2018 et 2019 l'ont bien montré : la présence sur le terrain est indispensable pour renouveler les connaissances archéologiques. Elle est aussi une urgence car certains sites sont directement menacés par le développement des activités humaines. Petit-à-petit, ces nouvelles données font évoluer notre vision des sociétés anciennes et nous font réfléchir sur les origines des sociétés contemporaines. À côté du bilan scientifique, il faut aussi envisager le bilan humain, car les travaux sur le terrain, au sein d'une équipe mixte associant les chercheurs européens et les chercheurs malgaches, en particulier les étudiants, sont essentiels pour le renforcement de la formation et de la pratique en archéologie.

Malheureusement, dans les conditions particulières de l'année 2020, marquée par la pandémie de coronavirus, il n'a pas été possible d'organiser une campagne de recherche internationale sur le terrain à Madagascar, ni de se déplacer d'une région à l'autre. Pendant de longs mois, même l'accès aux locaux abritant les collections est demeuré interdit.

Heureusement, le succès des précédentes campagnes avait permis d'engranger une masse de données considérable, et de nombreux échantillons étaient disponibles. Il a donc été facile de poursuivre les travaux en Suisse à travers des recherches sur les matériaux, et de faire avancer la réflexion. Il nous a paru aussi essentiel de poursuivre notre soutien aux équipes malgaches. Les jeunes chercheurs résidants dans la zone d'étude ont pu mener à bien des campagnes de prospection avec un excellent bilan. Il est réjouissant de voir ainsi se mettre en place des compétences locales qui pourront, espérons-le, un jour reprendre le flambeau de la recherche archéologique de terrain. Les jeunes chercheurs résidants à Antananarivo ont eux aussi pu poursuivre leur activité et développer de nouvelles compétences, autour d'un projet davantage orienté sur la conservation du patrimoine.

L'année 2020 marque donc une pause dans les recherches, mais elle a permis un approfondissement productif. Nous sommes tous très impatients de retourner sur place pour continuer à découvrir le monde des Rasikajy.



49

Fig. 49 Répartition spatiale des roches de la Suite de Manambato (d'après Thomas *et al.* 2009 sur la base de BGS-USG-GLW 2008) et des carrières de chloritoschiste, dans le nord de Madagascar

Bibliographie

- AMSTUTZ, G.C., MEISL, S., NICKEL, E., 1975 : *Mineralien und Gesteine im Odenwald – Beiträge zum heutigen Forschungsstand*. Heidelberg : VFMG, p. 149–157. (Der Aufschluss. Sonderband 27)
- 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.
- BESARIE, H., 1961 : *Les ressources minières de Madagascar*. Tananarive : Imprimerie nationale.
- BGS-USGS-GLW 2008 : *Révision de la cartographie géologique et minière des zones Nord et Centre de Madagascar*. Antananarivo : République de Madagascar, Ministère de l'énergie et des Mines.
- BUCHER, K., FREY, M., 2002 : *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*. Berlin/Heidelberg : Springer.
- DE LA ROCHE, H., 1956 : *Les talcschistes chloriteux ou « soapstones » de la région de Vohémar*. Service Géologique A.995.
- DE LAUNAY, H., 1903 : *Les richesses minérales de l'Afrique*. Paris/Liège : Béranger.
- DEWAR, R.E., WRIGHT, H.T., 1993 : *The culture history of Madagascar*. Journal of World Prehistory 7.4, p. 417–466.
- DEWAR, R.E., RADIMILAHY, C., WRIGHT, H.T., JACOBS, Z., KELLY, O., BERNA, F., 2013 : *Stone tools and foraging in northern Madagascar challenge Holocene extinction models*. Proceedings of the National Academy of Sciences 110.31, p. 12583–12588.
- ELLIS, W., 1858 : *Three visits to Madagascar during the years 1853–1854–1856*. London.
- 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.
- GIRAUDON, R., 1959 : *Les roches ultrabasiqes de la région de Tamatave. Mode de gisement, origine et minéralisation*. Bulletin de la Société Géologique de France 57-1.6, p. 608–610.
- GRIFFIN, W., 2009 : *The Matitanana Archaeological Project: Culture History and Social Complexity in the Seven Rivers region of Southeastern Madagascar*. PhD theses, University of Michigan. 2011 : *Notes on the Chlorite-Schist Industry of Madagascar's Southeast Coast*. Études Océan Indien 46–47, p. 222–273.
- LACROIX, A., 1922 : *Minéralogie de Madagascar*. Paris : Challamel.
- LAROCQUE, J., CANIL, D., 2010 : *The role of amphibole in the evolution of arc magmas and crust: The case from the Jurassic Bonanza arc section, Vancouver Island, Canada*. Contributions to Mineralogy and Petrology 159.4, p. 475–492. Doi : 10.1007/s00410-009-0436-z
- LODS, W., 1955 : *Note sur un atelier « Rasikajy » dans la région d'Ambilobe*. Naturaliste Malgache 7.2, 219–221.
- MARSCHALL, W., 1964 : *Metallurgie und frühe Besiedlungsgeschichte Indonesiens*. Köln. (Ethnologica N.F. 4).
- MATTHES, S., SCHUBERT, W., 1967 : *Der Chlorit-Hornblende-Fels von Wenighösbach im mittleren Vorpessart und seine genetischen Beziehungen zu spätkinematischen Chlorit-Amphiboliten*. Beiträge zur Geologie des Aschaffener Raumes, Veröffentlichungen des Geschichts- und Kunstvereins Aschaffenburg e.V. 10, p. 15–46.
- MELLUSO, L., MORRA, V., BROTZU, P., D'ANTONIO, M., BENNIO, L., 2002 : *Petrogenesis of the Late Cretaceous Tholeiitic magmatism in the passive margins of northeastern Madagascar*. In M.A. Menzies, S.L. Klemperer, C.J. Ebinger, J. Baker (éds) : Volcanic Rifted Margins, p. 83–98. (Geological Society of America Special Paper 362).
- MOLET, L., VERNIER, E., 1956 : *L'éléphant de pierre de Vohitsara*. Le Naturaliste Malgache 8.2, p. 269–276.
- MOUREN, A., ROUAIX, R. 1913 : *Industrie ancienne des objets de Vohémar*. Bulletin de l'Académie Malgache 12, p. 3–12.
- PANNETIER, J. 1974 : *Archéologie des pays Antambahoaka et Antaimoro*. Taloha 6, p. 53–71.
- PHILLIPS, C.S., SIMPSON, St.J., (éds) 2018 : *Softstone. Approches to the study of chlorite and calcite vessels in the Middle East and Central Asia from prehistory to the present*. Oxford. (British Foundation for the Study of Arabia Monographs 20).
- PRADINES, S., 2019 : *Islamic Archaeology in the Comoros. The Swahili and the Rock Crystal Trade with the Abbasid and Fatimid Caliphates*. Journal of Islamic Archaeology 6.1, p. 109–135.
- RABINOWITZ, P.D., COFFIN, M.F., FALVEY, D., 1983 : *The Separation of Madagascar and Africa*. Science 220 (4592), p. 67–69.
- RADIMILAHY, C., 1998 : *Mahilaka. An archaeological investigation of an early town in northwestern Madagascar*. Uppsala. (Studies in African Archaeology 15).
- SCHREURS, G., sous presse : *The necropolis at Vohémar (NE-Madagascar) and the history of its excavation*. In Zhao Bing, Qin Dashu (éds.) : Chinese Ceramics from Vohémar (Madagascar).
- SCHREURS, G., RAKOTOARISOA, J.-A., 2011 : *The archaeological site at Vohémar in a regional geographical and geological context*. Études Océan Indien 46–47, p. 27–49.
- SCHUBERT, W., 1969 : *Chlorit-Hornblende-Felse des Bergsträsser Odenwaldes und ihre Phasenpetrologie*. Contributions to Mineralogy and Petrology 21.4, p. 295–310. Doi : 10.1007/BF02672801

- SERNEELS, V., MOREL, M., NITSCHÉ, 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. Zurich 2018, p. 109–156.
- SERNEELS, V., MOREL, M., NITSCHÉ, C., RADIMILAHY, C., RAKOTOARISOA, J.-A., RASOARIFETRA, B., SCHREURS, G., VELOMORA, S., 2019 : *Pierre et fer à Madagascar (2) – Les scories d’Amoronana et les carrières de Milanao*. In SLSA : Rapport annuel 2018. Zurich 2019, p. 313–366. 2020 : *Pierre et Fer à Madagascar (3) – La carrière de Bobalila*. In SLSA : Rapport annuel 2019. Zurich 2020, p. 291–352.
- SIMPSON, S. J., 2018 : 'Of cooking pots let him choose those made of stone'. *The manufacture, circulation and function of chlorite cooking pots and other objects in the Middle East and Central Asia during the Sasanian and medieval periods*. In Phillips & Simpson 2018, p. 180–206.
- THOMAS, R.J., DE WAELE, B., SCHOFIELD, D.I., GOODENOUGH, K.M., HORSTWOOD, M., TUCKER, R., BAUER, W., ANNELLS, R., HOWARD, K., WALSH, G., RABARIMANANA, M., RAFAHATELO, J.M., RALISON, A.V., RANDRIAMANANJARA, T., 2009 : *Geological evolution of the Neoproterozoic Bemarivo Belt, northern Madagascar*. *Precambrian Research* 172, p. 279–300. Doi : 10.1016/j.precamres.2009.04.008
- TUCKER, R.D., ROIG, J.Y., MOINE, B., DELOR, C., PETERS, S.G., 2014 : *A geological synthesis of the Precambrian shield in Madagascar*. *Journal of African Earth Sciences*, 94, 9–30. Doi : 10.1016/j.jafrearsci.2014.02.001
- 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.
- VERNIER, E., 1952 : *Notes sur un nouvel atelier Rasikajy*. *Le Naturaliste Malgache* 6.1, p. 97–100.
- VERNIER, E., MILLOT, L., 1971 : *Archéologie Malgache – Comptoirs musulmans*. Paris : Museum d’Histoire Naturelle.
- WRIGHT, H.T., FANONY, F., 1992 : *L’évolution des systèmes d’occupation des sols dans la vallée de la Mananara au Nord-Est de Madagascar*. *Taloha* 11, p. 16–64.