

Na dia eo aza ty fikaroha Arkeolojika tagnatiny am-polony tao maro zay, ty ankamaroany Arkeologia eto Madagasikara dia mbo tsy hita, ary sarotry ty mahita reo toera faela mare amy nosy toy etoy, satria tsy misy afa tsy soritry manjavo mahakasike ty fisiaie ty olombelo (potike seramika, potign'atoly vorombe, fitaova akorandriake, ankoatry ty raha malinike hafa). Ty vokany, voafetra ty raha fantatsika mikasike ty tantaran'I Madagasikara tagny am-boalohaie, ary matetike tandregna loatry amy resaka tambazotra ara-barotry amizao.

Mba hagnampia amy ty famenoa ty banga amy ty fahaiza ty tantara Malagasy dia tsy maintsy nitare amy fomba feno ty fandalina Arkeolojika. Na dia zay aza, ty fagnampolia ty famatsiam-bola, ty faritra mila fanadihadiana, ary ty tsy fahampeaie ty arkeology mavitrike amy faritry toy dia miterake Sakana bevata amy ty fikaroha. Atorontsika ato amy lahatsoratra toy ty fomba azo ampiasa ty sary azo avy amy satelita noho ty angon-drakitra na "Donnee" mikasike ty tontolo iaina mba hitariha ty ezaka fanadihadiana mikasike an'I Madagasikara. Ty famafakafa ty toe-tany dia ahita ty vaovao ara-jeografika, ty tontolo iaina ary ty kolontsay. Miarake, ty fianara ty tontolo iaina dia afake magnome fahatakarana ty fifandraisae ty olombelo noho ty tontolo iaigina, ty safidie ty olo ary ty fifandraisae amy ty tontolo iaigina samihafa. Tena vitsy ty fanadihadia mahakasike ty mponina voalohaie mare teto Madagasikara, fa indrindra amy resaka toe-tany, ary agnisae zay satria mitaky ango-drakitra mivelatra ty fomba fiasa momba ty toe-tany.

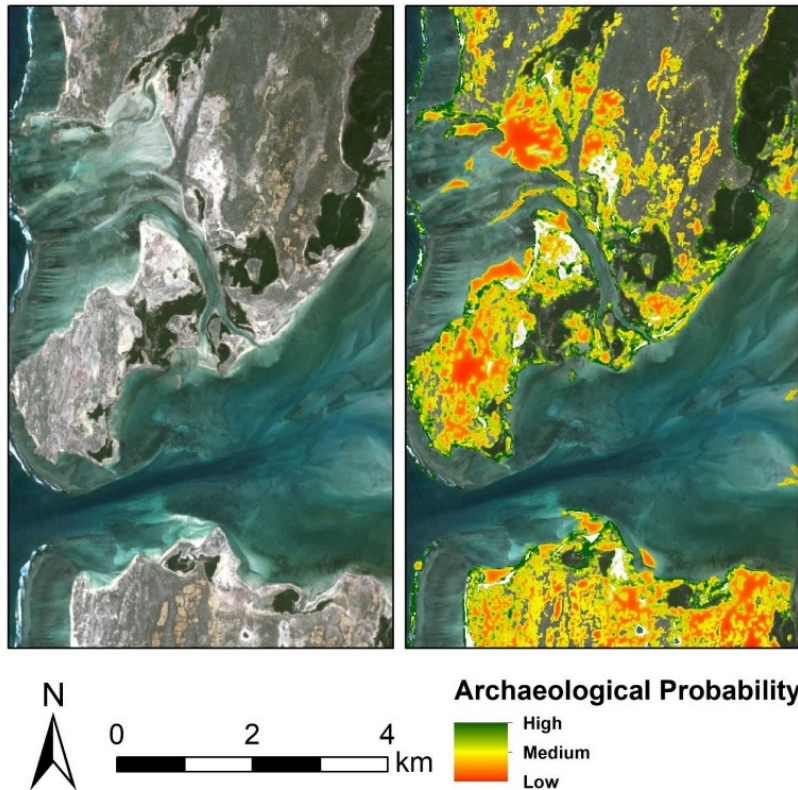
Nagnova ty arkeolojia momba ty tontolo iaigina ty fampiasa fandrafesa lavitry (oh: sary baka amy satelita). Ty fampiasa ty teknolojia manahake ty sary amy ty satelita dia ahafahae ty pikaroke eto Madagasikara magnadihady ty fipetrahaie ty mponina noho fampiasa ty tany amy ty toe-javatra taloha mana tantara moderina. Ty satelita European Space Agency Sentinel1-2 (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>) dia azo hentea malalake ho an'ny ty olo maro, ary magnome tahirin-kevitra izay mandrakotra an'I Madagasikara manontolo, ankoatry ty ankamaroae ty faritry hafa amin'izao tontolo izao. Amy ty fampiasa io satelita io sy fomba fanodigna sary maromaro dia nanokatra reo endrin-draha ara-toe tany samihafa izay manandanja amy ty vondrom-piaraha monina Vezo amy henanizao sy ty ty mponina antsisin-driake ara-tantara. Agnisae zay ty: rano, ty hara, ty faritry mamokaie zava maniry (manahake ty honko). Fagnampe zay, ty porofo arkeolojia dia manondro fa nifanerasera tany ty vorom-be sy ty karazam-biby lany taminga hafa ty mponina amoron-driake izay nipetrake tany amy ty dongom-pase maro magnodidy ty sisin-driake.

Tamy fampiasa reo donnee voavory baka amy ty satelita reo dia nanao kajy ty mety hisiaie ty olombelo amy alalae ty fandrafesa ty halaviran'ireo endrin-draha reo amy ty toera samihafa ao aagnatie ty faritry fandalina (izay mirefe 1400km<sup>2</sup> eo ho eo ao amy faritry Velondriake). Mba hanombanana ty fahamariniae toy fanombana mety hitranga toy dia nifily toera zahay manera ty faritry fandalina. 73 no nanaova fanadihadia nandritra igny faharavatra tany 2019 igne, ary nahita faritry mety ho "agnabo". "mizotra" ary "Ambane".

Nandritry ty fanadihadiana dia fitaova maro samihafa no niazo, manomboka amy ty seramika sy vaka (bead) ka hatramin'ny potika atolim-boro be ary ty kokiazay. Ty valie dia magnambara fa ty faritry

misy ty mety indrindra dia ahita fitaova ara-kolotsaina maro mare, ary ankoatry zay dia miha mihema avao reo fitaova reo amy ty faritry ambanimbany. Hitantsika avao fa ty sisin-driake agnisae be olo mare lafa nandeha ty fotoa. Tamy farany, reo olo zay nagnorim-petrake teto Madagasikara tamy taloha dia azo inoa fa nazoto nidare reo faritre tena mamokatre mare mikasike ty tontolo iaigana.

Ty valiny toy fanadihandia toy dia hampiasaina hamalia reo fanontania mikasike ty fifandraisae ty olombelo noho ty tontolo iaigana nandritra ty fotoa taloha ty tantara teto madagasikara. Ty famalia reo fanontania mikasike ty fiantraikae ty toe-piaina magnodidy ty fanapahan-kevitre ty olombelo dia mitake, voaloha mare, ty firaketa arkeolojika nodinihe soa. Toy fianara toy dia ahafantsika magnasoa ty fahatakarantsika ty fisiae ty olombelo taloha teto Madagasikara. Noho izany, ty raha atao magnarake dia hifantoke amy ty fiantraikae ty fiovaovae ty toe-tr'andro eo amy ty fiarahamonina ty olombelo.



**Sary:** Ilae raiké ankavia io dia maneho sarin-tany baka amy satelita mahazatra ty ampahany amy ty faritre fianara. Ty ilae ankavana io koa dia mampiseho ty mety hisiae toera arkeolojika agny amireo faritre reo. Ty loko maitso dia mampiseho ny mety ho agnabo mare laha ty mena io koa dia mampiseho ty ambany laha sabosaboe.

Despite decades of archaeological research, much of Madagascar's archaeology remains unexplored and the oldest sites on the island are difficult to locate, as they contain only faint traces of human presence (small pieces of ceramics, eggshells, shell tools, among other small objects). As a result, what we know about the early history of Madagascar is very limited, and usually focuses primarily on areas with more recent histories trading networks.

To help fill gaps in knowledge of Malagasy history, archaeological studies must be expanded in a comprehensive manner. However, funding limitations, large areas requiring investigation, and the small number of active field archaeologists in this area present substantial barriers to research. In this paper, we show how satellite imagery and environmental data can be used to direct survey efforts on Madagascar. Landscape analysis incorporates geographic, environmental, and cultural information. Together, studies of landscapes can provide insight into human-environmental interactions, human settlement choice, and engagement with different ecological contexts. Madagascar has very few such studies pertaining to its earliest human inhabitants, especially at landscape scale, and this is partly because landscape approaches require expansive datasets.

The use of remote sensing (e.g., satellite imagery) has revolutionized landscape archaeology in terms of speed of survey and the amount of information that can be derived at one time. Using technologies like satellite images allow researchers in Madagascar to investigate settlement patterns and landscape use in prehistoric, historic, and modern contexts. The European Space Agency Sentinel-2 satellite (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>) is freely available to the public, and provides datasets that cover the entirety of Madagascar, in addition to most other parts of the world. Using this satellite and several image processing methods, we classified different environmental features which are of importance to Vezo communities today, and coastal peoples historically. These variables include: water, coral reefs, and productive areas of vegetation (like mangroves). Additionally, archaeological evidence suggests that coastal peoples interacted with elephant birds and other extinct species, which lived in many sand dunes present along the coast.

Using this information gathered from satellite data, we calculated the probability of human presence by measuring the distances of these features to different places within the study region (which covers a roughly 1400 km<sup>2</sup> area in the Velondriake area). To assess the accuracy of this probability assessment, we randomly selected grids throughout the study area. 73 were surveyed during the summer of 2019 and contained "high", "medium", and "low" probability zones.

During surveys, many different materials were recovered, ranging from ceramics and beads to eggshell and seashells. The results suggest that high probability areas contain the greatest amount of cultural materials, and furthermore that these materials decrease steadily in number in lower probability areas. We also find that coastlines are most densely inhabited through time. Ultimately, populations settling on Madagascar in prehistory were likely actively pursuing the most environmentally productive areas.

The results of this study will be used to address questions concerning human-environmental interaction during prehistory on Madagascar. Answering questions about how environmental conditions influence human decision making requires, first and foremost, a well-studied archaeological record. This study allows us to improve our understanding of past human presence on Madagascar. As such, it will allow future work to focus on understanding important effects of climate change on human societies.

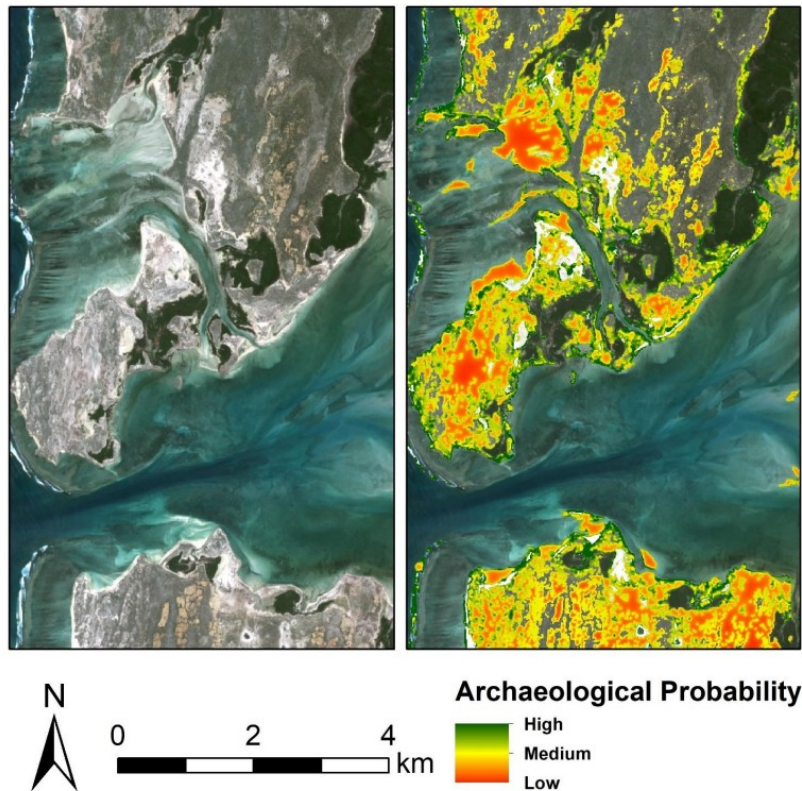


Figure: The left panel shows a normal satellite image of part of the study area. The right panel shows the probability that archaeological sites are located in those areas. Green shows the highest probability while red shows the lowest probability

Malgré des décennies de recherches archéologiques, une grande partie de l'archéologie de Madagascar reste inexplorée et les sites les plus anciens de l'île sont difficiles à localiser, car ils ne contiennent que de faibles traces de présence humaine (petits morceaux de céramique, coquilles d'œuf, outils en coquillage, entre autres petits objets). Par conséquent, nos connaissances sur l'histoire ancienne de Madagascar sont très limitées et se concentrent principalement sur les régions où l'histoire des réseaux commerciaux est plus récente.

Pour aider à combler les lacunes dans la connaissance de l'histoire malgache, les études archéologiques doivent être étendues d'une manière globale. Cependant, les limitations de financement, les vastes zones nécessitant des investigations et le petit nombre d'archéologues de terrain actifs dans cette région constituent des obstacles substantiels à la recherche. Dans cet article, nous montrons comment l'imagerie satellitaire et les données environnementales peuvent être utilisées pour orienter les efforts de prospection à Madagascar. L'analyse des paysages incorpore des informations géographiques, environnementales et culturelles. Ensemble, les études de paysages peuvent fournir des informations sur les interactions entre l'homme et l'environnement, le choix des établissements humains et l'engagement dans différents contextes écologiques. Madagascar dispose de très peu d'études de ce type concernant ses premiers habitants, en particulier à l'échelle du paysage, et ceci est en partie dû au fait que les approches paysagères nécessitent des ensembles de données étendus.

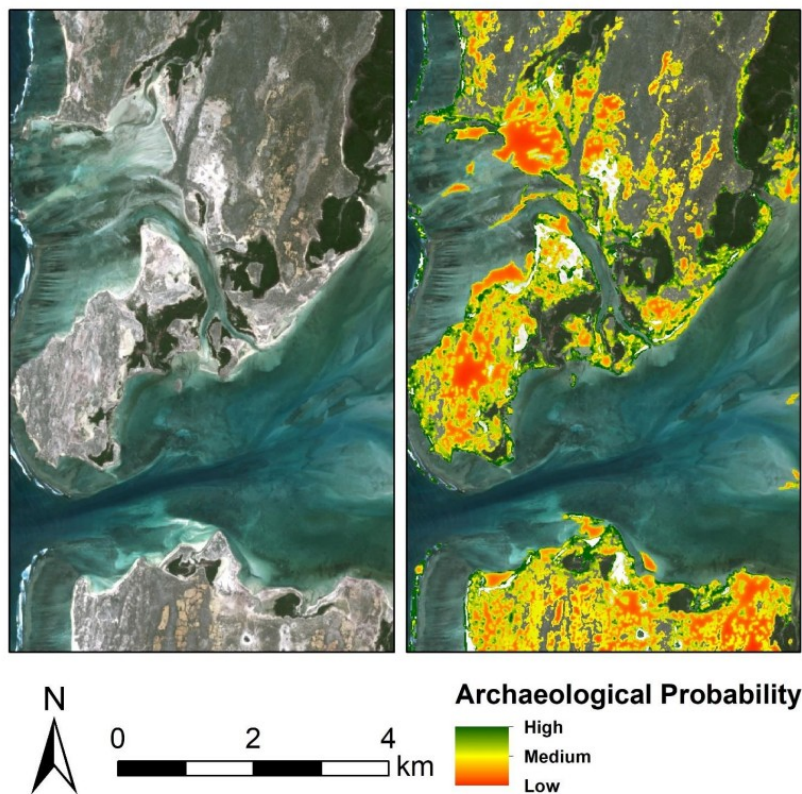
L'utilisation de la télédétection (par exemple, l'imagerie satellitaire) a révolutionné l'archéologie du paysage en termes de rapidité d'enquête et de quantité d'informations pouvant être obtenues en une seule fois. L'utilisation de technologies telles que les images satellites permet aux chercheurs de Madagascar d'étudier les modes de peuplement et l'utilisation du paysage dans des contextes préhistoriques, historiques et modernes. Le satellite Sentinel-2 de l'Agence spatiale européenne (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>) est librement accessible au public et fournit des ensembles de données qui couvrent l'intégralité de Madagascar, ainsi que la plupart des autres régions du monde. En utilisant ce satellite et plusieurs méthodes de traitement d'images, nous avons classifié différentes caractéristiques environnementales qui sont importantes pour les communautés Vezo aujourd'hui, et pour les peuples côtiers historiquement. Ces variables comprennent : l'eau, les récifs coralliens et les zones de végétation productives (comme les mangroves). En outre, des preuves archéologiques suggèrent que les populations côtières interagissaient avec les oiseaux-éléphants et d'autres espèces disparues, qui vivaient dans les nombreuses dunes de sable présentes le long de la côte.

À l'aide de ces informations recueillies par satellite, nous avons calculé la probabilité d'une présence humaine en mesurant les distances entre ces caractéristiques et différents endroits de la région étudiée (qui couvre une zone d'environ 1 400 km<sup>2</sup> dans la région de Velondriake). Pour évaluer la précision de cette évaluation de la probabilité, nous avons sélectionné au hasard des grilles dans toute la zone d'étude. 73 ont été étudiées au cours de l'été 2019 et contenaient des zones de probabilité "élevée", "moyenne" et "faible".

Au cours des enquêtes, de nombreux matériaux différents ont été récupérés, allant des céramiques et des perles aux coquilles d'œufs et aux coquillages. Les résultats suggèrent que les zones

à forte probabilité contiennent la plus grande quantité de matériaux culturels et que leur nombre diminue régulièrement dans les zones à faible probabilité. Nous constatons également que les littoraux sont les plus densément habités au fil du temps. En fin de compte, les populations qui se sont installées à Madagascar au cours de la préhistoire recherchaient probablement activement les zones les plus productives du point de vue de l'environnement.

Les résultats de cette étude seront utilisés pour répondre aux questions concernant l'interaction entre l'homme et l'environnement pendant la préhistoire à Madagascar. Répondre aux questions sur la façon dont les conditions environnementales influencent la prise de décision humaine nécessite, avant tout, un dossier archéologique bien étudié. Cette étude nous permet d'améliorer notre compréhension de la présence humaine passée à Madagascar. En tant que telle, elle permettra aux travaux futurs de se concentrer sur la compréhension des effets importants du changement climatique sur les sociétés humaines.



**La figure:** Le panneau de gauche montre une image satellite normale d'une partie de la zone d'étude. Le panneau de droite montre la probabilité que des sites archéologiques se trouvent dans ces zones. Le vert indique la probabilité la plus élevée tandis que le rouge indique la probabilité la plus faible.