

Investigation Paléontologique Sur Les Impacts Des Exploitations Des Ammonites De Madagasikara, Cas Des Sites Fossilifères d'Ambatolafia, Albien Du Bassin De Mahajanga [Paleontological Investigation On The Impacts Of Ammonite Exploitation In Madagasikara, Case Of The Fossil Sites in Ambatolafia, Albian of Mahajanga Basin]

Rakotonimanana Rivoniaina Michel

Ecole Doctorale Sciences de la Terre et de l'Evolution, Université d'Antananarivo;

Madagasikara

Mail: jmrivo@gmail.com



Resumé - Madagasikara est l'un des quatre pays tops exportateurs de fossiles dans le monde. Cette richesse là est malheureusement non renouvelable mais doit être d'une valorisation durable. La présente investigation paleontologique montre que l'exploitation des ammonites dans les carrières d'Ambatolafia constitue des menaces et des risques à la disparition de ses sites fossilifères. Autres conséquences négatives sont nefastes: la disparition de couvertures végétales, le glissement de terrain, l'érosion, la dégradation des sites fossilifère, la modification des paysages, pollution de l'eau, risque d'accident et insécurité. Les sites des carrières Ambatolafia permettent de retracer les séquences lithologiques de la sommet de l'Albien inférieur datée par des ammonites relevées à plusieurs niveaux. Une couche d'argiles glauconieuse verte grisâtre dans la zone à *Cleoniceras besairiei*, y livrent une riche faune bien conservée d'invertébrés fossiles marins tels brachiopodes, gastéropodes, lammellibrances et céphalopodes. Afin de protéger cet héritage naturel, la création des musées et parcs paléontologiques régionaux est recommandée grâce aux efforts de plusieurs organisations: le Département des Ressources Minérales, les Universités, les administrations gouvernementales locales, les entreprises publiques et plusieurs compagnies privées.

Mots clés - fossile; exploitation; protection; site ; Albien; Madagasikara

Abstract - Madagasikara is one of the top four fossil exporting countries in the world. This wealth is unfortunately non-renewable but must be sustainably exploited. This paleontological investigation shows that the exploitation of ammonites in the quarries of Ambatolafia constitutes threats and risks to the disappearance of its fossil sites. Other negative consequences are the disappearance of vegetation cover, landslides, erosion, degradation of fossil sites, modification of the landscape, water pollution, risk of accidents and insecurity. The Ambatolafia quarry sites allow us to trace the lithological sequences of the Lower Albian summit dated by ammonites found at several levels. A layer of greyish-green glauconitic clays in the *Cleoniceras besairiei* zone yields a rich, well-preserved fauna of marine invertebrates fossils such as brachiopods, gastropods, lammellibrans and cephalopods. In order to protect this natural heritage, the creation of regional museums and palaeontological parks is recommended as well as the efforts of several organisations: the Department of Mineral Resources, Universities, local government administrations, public enterprises and several private companies.

Keywords - fossil; exploitation; protection; site; Albian; Madagasikara.

I. INTRODUCTION

La paléontologie est la science qui étudie les êtres disparus, essentiellement connus par leurs restes fossiles ou les traces de leur activité ». [1] En tant que biens matériels rares, fragiles et divers, créés et hérités de la nature, les fossiles se doivent d'être protégés et transmis aux générations futures [2]; [3]. Les gisements fossilifères représentent les témoins essentiels pour déchiffrer les variations de la biodiversité. Certains gisements ont ainsi disparu pour diverses raisons : érosion, urbanisation, désintérêt des instances publiques, pillage. De nouvelles investigations s'avèrent nécessaires, avec la stratégie de sauvegarde et gestion durable des patrimoines paléontologique.

Madagasikara est l'un des quatre pays tops exportateurs de fossiles dans le monde [4]. La majorité des ressources exportées proviennent des sites fossilifères d'Ambatolafia, dans les gites albiens du Bassin de Mahajanga [5]. Cette zone d'exploitation des ammonites est localisée administrativement dans la Région de Boeny Mahajanga. Elle est située sur la limitrophe entre le district de Marovoay, à l'extrême Sud de la Commune rurale d'Ankaraobato et le district d'Ambato boeni, à l'extrême Nord de la Commune rurale de Sitampiky [6]. Les ammonites sont les plus vulnérables depuis l'année 1999 jusqu'à aujourd'hui par les exploitations commerciales illicites. Actuellement, les sites sont en dégradation catastrophique par l'absence des mesures de contrôles et de réglementation face aux exploitations. Le but de cet article fait appel à la sauvegarde par la valorisation patrimoniale et protection des objets paléontologiques de Madagasikara après avoir évalué les intérêts, des menaces et dégradations de sites fossilifères d'Ambatolafia.

II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1. Localisation de la zone étudiée

La localité d'Ambatolafia est dans l'albien inférieur de la Commune de Bekipay du Bassin de Mahajanga (Fig.1). Leur repartition stratigraphique est dans la couche d'argile gréseuse glauconieuse de couleur grise verdâtre, zone à *Cleoniceras besairiei*.

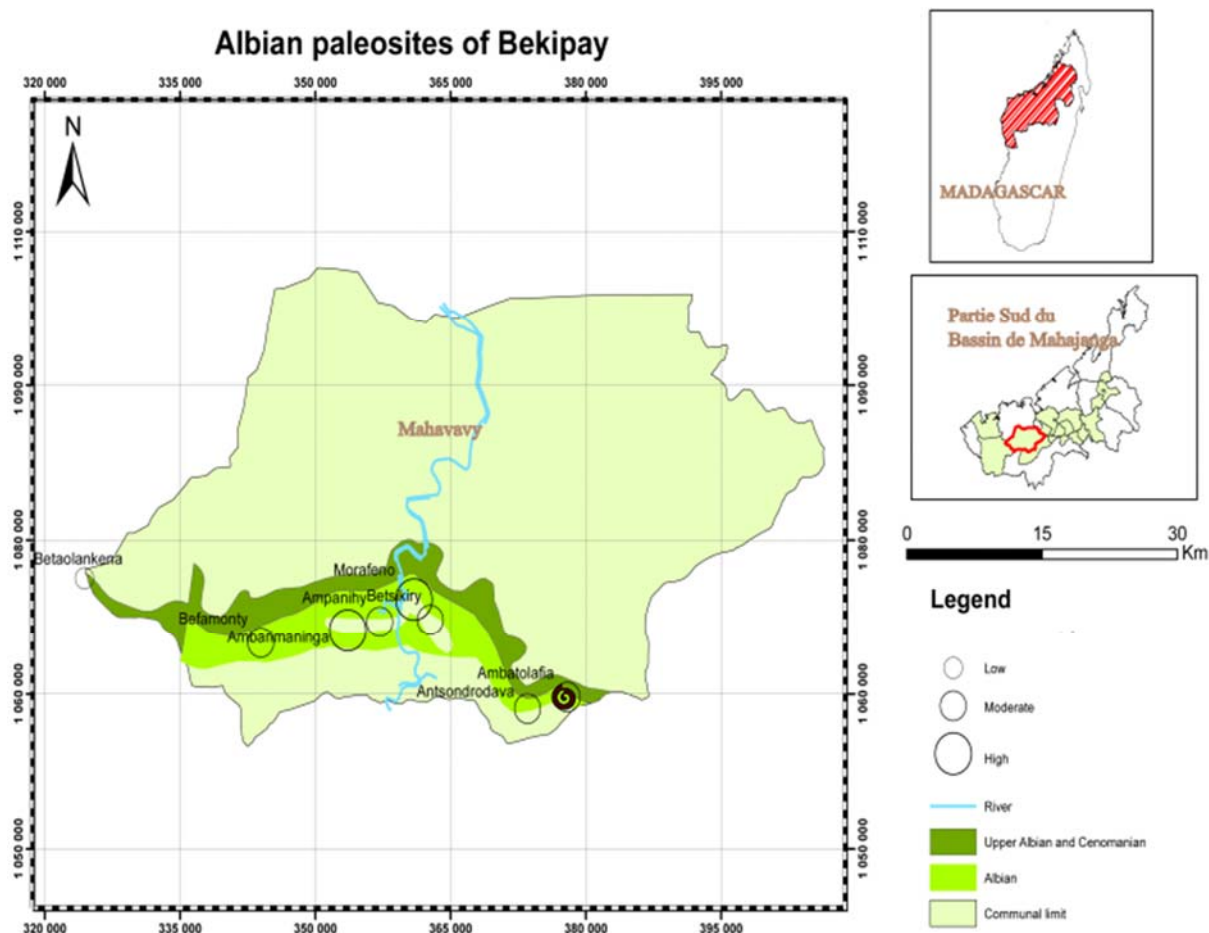


Figure 1: Localisation du site fossilifère d'Ambatolafia

2.2 Methodes

L'investigation effectuée rentre dans le cadre du système de caractérisation des sites fossilifères exploitées à Ambatolafia. L'objectif poursuivi était d'identifier sur les sites retenus des évaluations patrimoniales et de leurs dégradations. De manière pratique et technique; la descente sur terrain à été réalisée à partir de prospections systématiques sur les sites et d'enquêtes sélectives. Les autorités coutumières, les autorités administratives, les miniers, les collecteurs des fossiles, les transporteurs locaux ont été les sources pour les collectes d'information par des entretiens directs en utilisant du journal de bord. Des données documentaires ont permis de confronter les éléments recueillis sur terrain accompagnés des supports visuels par appareils photos numériques. La logique retenue est une analyse systématique des interactions complexes entre la dégradation des sites paléontologiques et les facteurs anthropiques pour établir une corrélation des indicateurs de caractérisation des sites et leur processus d'exploitation.

III. RESULTATS

3.1. Description du terrain

Les sites fossilifères d'Ambatolafia sont formés par l'ensemble des quatre collines :la première située à l'extrême Est porte le nom Ambohinando puis Mandanivatsy ;la troisième est la colline d'Andolombazaha; et la dernière est celle d'Ambindakely à l'extrême Ouest. Ce gisement se situe en face Nord et en face Est des villages d'Ambatolafia I et Ambatolafia II. La distance entre ses deux extrémités Est Ouest est estimée 5km, et 500m entre la base et le sommet du flanc des collines. Les affleurements de surfaces sont difficilement distingués les uns des autres (Fig.2) à cause des travaux des miniers.



Figure 2. Zone d'exploitation des ammonites à Ambatolafia en Novembre 2022

3.2. Accès aux exploitation, fouille et collecte sur le terrain

Les fossiles ne possèdent pas de régime particulier dérogatoire au droit de propriété classique, ils appartiennent au propriétaire du terrain sur lequel ils se trouvent qu'il s'agisse d'une personne privée ou d'une personne publique, telle une Commune.

Afin de réaliser des collectes ou des fouilles, il convient d'avoir une double autorisation du propriétaire du terrain, celle de pénétrer sur le terrain et celle de collecter ou de fouiller. Le terrain est constitutif des carrières, l'autorisation de l'exploitant qui est nécessaire. Certains terrains sont réputés sans maître, ils appartiennent à la Commune sur la territoire de laquelle ils sont situés (Sitampiky ou Ankaraobato). Le mieux consiste à établir une convention écrite avec le propriétaire du terrain afin de déterminer les modalités d'accès au terrain mais surtout la propriété des découvertes et le partage des avantages. L'autorisation orale du propriétaire est valable. Toutefois, lorsque la découverte s'avère avoir de la valeur, les engagements de chacun peuvent être remis en cause, il s'agira d'une parole contre une autre mais celle du propriétaire du terrain sera supérieure. Ainsi, sans autorisation du propriétaire du terrain, pénétrer sur le terrain s'apparente à une violation du droit de propriété et prélever des fossiles s'apparente à un vol, constitutif d'un délit.

Lorsque toutes les autorisations ont été obtenues, la propriété des spécimens découverts revient soit à la personne publique pour les cas des chercheurs qui ont été faits les fouilles et collectes. C'est le cas du chercheur agissant durant son temps de travail pour un établissement public. Soit à la personne privée qui a effectué les fouilles et collectes, c'est le cas des chercheurs agissant durant son temps de travail personnel.

3.3. Manifestation des exploitations

Les exploitations des fossiles dans les sites fossilifères d'Ambatolafia ont été commencées en 1999 par ramassage des ammonites sur les affleurements. Lorsque les fossiles de surfaces ont été épuisés, les exploitations avaient touchées les gîtes (Fig.3) par excavation: système de décapage, qui ont été élargis en raison des augmentations des commandes par des lapidaires et des marchés artisanaux locaux.



Figure 3. Extraction des fossiles par decapage du terrain en 2004

Plus tard, les miniers font des puits allant jusqu'à 30m de profondeur (Fig.4) pour augmenter leur production en qualité et en quantité afin de couvrir les demandes causées par le développement des exportations des ammonites de Madagasikara, première qualité mondiale qui attire les acheteurs dans les marchés internationaux.



Figure 4. Extraction des fossiles par forage

Une carrière produit 30kg à 100kg d'ammonites (Fig.5) par jour en fonction de sa profondeur et du nombre de ses mains d'œuvres. Une centaine de carrières donnent plus de 3 tonnes d'ammonites. Les mardis et les jeudis sont des jours interdits pour les travaux dans la localité. Les productions hebdomadaires sont estimées plus de 2 tonnes d'ammonites.



Figure 5. Ammonites extraites par les miniers

Les surfaces des sites fossilifères victimes des exploitations minières incontrôlées à Ambatolafia vont de plus en plus élargies vers l'Est. Les miniers font une autre nouvelle carrière après avoir abandonné une carrière finie et ainsi de suite:les exploitations minières des ammonites avaient débutées dans les sites d'Ambindakely, dans les sites d'Andolombazaha, puis à Mandanivatsy Ouest et Est, élargies actuellement dans les sites d'Ambohinando.

Pendant 24 ans, depuis 1999 jusqu'à 2021, la surface dégradées d'exploitations minières est estimées à 250 hectares. En outre, les extensions des zones d'exploitations sont élargies vers les autres sites fossilifères à mentionner : Beteka et Ambarimaniga.

3.4. Fossiles inventoriés dans les sites

Les sites renferment des nombreux fossiles notamment des macrofossiles d'invertébrés. Le nombre des espèces faunistiques albiennes d'Ambatolafia est représentée par quatre classes réparties d'ailleurs dans des proportions très inégales (Fig.6). Au total, le présent travail inventorie à Ambatolafia 4 classes avec 50 genres et 109 espèces (Tab.1).

Tableau 1: Inventaire des fossiles d'Ambatolafia

Classe	Genre	Espec
Brachiopodes	2	6
Lamellibranches	18	28
Gastéropodes	12	30
Céphalopodes	18	45
total	50	109

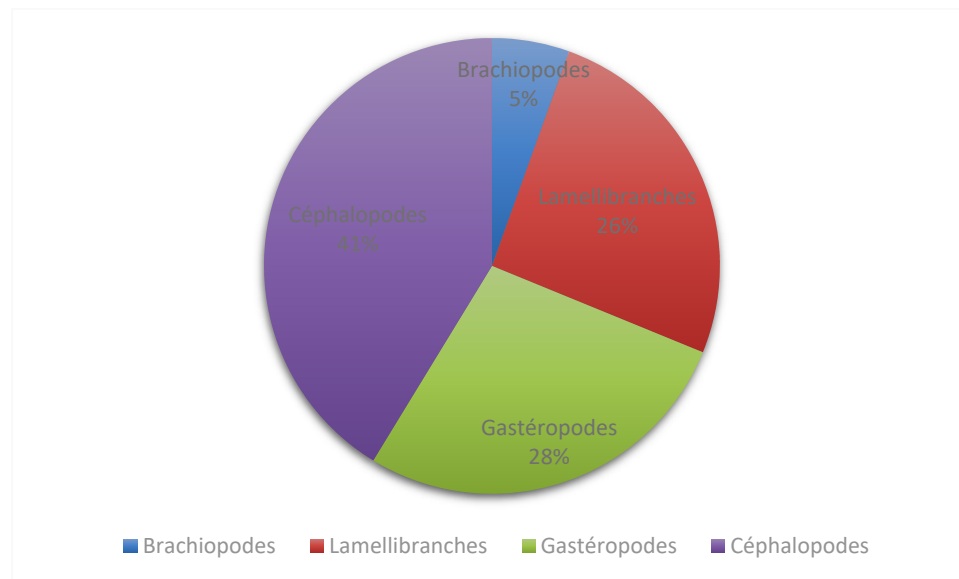


Figure 6. Distribution taxinomique des fossiles d'Ambatolafia

3.5. Evaluation patrimoniale

L'état des lieux établi lors de l'investigation sur le terrain (Tab.2) montre le résultat de diagnostic qui s'applique sur l'évaluation objective des sites paléontologiques d'Ammbatolafia en se fondant sur ses caractéristiques scientifiques

Tableau 2: Evaluation patrimoniale de la localité d'Ambatolafia

Critère	Niveau	Point attribué
rareté	Assez rare, 4 sites: Mandanivatsy, Andolombazaha, Ambohinando	8
exemplarité	Couche de référence plus représentatif: zone à <i>Cleoniceras besairiei</i>	12
qualité	Fossile en bon état de conservation: fossile nacré	8 (*****)
Diversité paléontologique	Exceptionnelle: intérêts paléontologiques et stratigraphiques	8 (*****)
pédagogique	Intérêt pédagogique majeur pour l'enseignement de la géologie historique: biostratigraphie et paléoenvironnement	16 (*****)
scientifique	Intérêt scientifique majeur, de référence impliquant des recherches d'impact international	16 (*****)
vulnérabilité	Plus vulnérable, Facteur et menace importants: risque de disparition à court terme	16 VVV
contexte	Favorable: apte à recevoir une protection et une valorisation	8 FF

IV. DISCUSSIONS

4.1. Vente et traçabilité des produits des ammonites

Le fossile peut faire l'objet d'une vente, il peut être acheté dans le cadre d'une vente classique «de gré à gré». Les ammonites se vendent au kilogramme (Tab.3) sans distinction de genres et d'espèces... ; que de formes perdues, que de témoins de

notre histoire naturelle inconnus! Malheureusement, ce patrimoine n'est pas renouvelable en tant que partie intégrante des ressources de sous-sol.

Tableau 3: Vente d'ammonites dans les carrières

Année	Qualité	Prix /kg	Quantité estimatives (t)	Acheteur
1999	jaune	0,50\$	5,2	Lapideries
	rouge	0,75\$		
	Nacre vert	1\$		
2004	jaune	0,75\$	15,5	Lapideries SEAM
	rouge	1\$		
	Nacre vert	2\$		
2014	jaune	2\$	35	Lapideries Exportateurs etrangers
	rouge	2,5\$		
	Nacre vert	3\$		
2021	jaune	3\$	60	Lapideries Exportateurs etrangers
	rouge	4\$		
	Nacre vert	5\$		

En cas d'exportation des ammonites de Madagasikara, il est rare de vérifier la traçabilité du spécimen par le biais des documents d'importation mais les marchés sont presque publiés par des ventes sur internet. L'investigation a permis de constater plus d'une vingtaine de web, vendeurs des ammonites de Madagasikara:

<https://coeurdepierres.fr>

<https://www.ebay.fr>

<https://shop.strato.com>

<https://www.fossils-uk.com>

<https://www.etsy.com/fr>

<https://fr.shopping.rakuten.com>

<https://www.fossilicious.com>

<https://www.artisanat-Madagasikara.fr>

<https://www.buriedtreasurefossils.com>

<https://www.fossilera.com>

<https://www.prehistoricoregon.com>

<https://www.amazon.ca>

<https://www.paleo-passion.com>

<https://www.madagascandirect.com>

<https://instonefossils.com>

<https://fossilhoard.com>

<https://kalifano.com>

<https://www.pangaea.co>

<https://ancada.gallery>

<https://eeriemineralco.com>

<https://Madagasikaraimportseam.com>

4.2. Identification des impacts sur l'environnement

L'exploitation des ammonites dans la localité d'Ambatolafia engendre beaucoup plus d'impacts (Tab.4) négatifs que positifs. A part de la source de revenu pour la population locales, les conséquences négatives sont dominantes à constater la disparition de couvertures végétales, le glissement de terrain, l'érosion, la dégradation des sites fossilifères, la modification des paysages, pollution de l'eau, risque d'accident et insécurité.

Tableau 4: Impacts environnementaux et sociaux d'extraction des ammonites à Ambatolafia

Activités sources d'impacts	Impacts immédiats	Milieux récepteurs					
		faunes	flores	eau	sol	paysage	humains
Defrichement et decapage	Perte de couverture végétale	x	x		x	x	x
excavation	Glissement de terrain				x	x	
	Risque d'accident						x
	Erosion				x	x	
Prelevement des fossiles	Disparition des sites fossilifères						
Depôts de stériles	Modification du paysage				x	x	
Lavage des fossiles	Pollution de l'eau	x	x	x			x
Vente des fossiles	insécurité						x

4.3. Perspectives de conservation

De nombreux gîtes fossilifères importants fournissent des données essentielles pour comprendre la biodiversité passée et l'évolution de la vie au cours du temps [7]. Il devrait cependant déplorer le fait que certains fossiles soient perdus ou détenus par des collectionneurs privés [8]. Afin de protéger cet héritage naturel, la création des musées et parcs paléontologiques régionaux

est recommandée [9] grâce aux efforts de plusieurs organisations: le Département des Ressources Minérales, les Universités, les administrations gouvernementales locales, les entreprises publiques et plusieurs compagnies privées [10].

Donner plus de valeur aux sites géologiques remarquables signifie en quelque sorte :

- Les protéger de toutes actions conduisant à leur destruction, à la perte de ses caractères remarquables ;
- Les valoriser pour qu'on puisse en tirer des profits aussi bien pour les localités environnantes que pour le pays tout entier ;
- Assurer une meilleure gestion de ces sites en vue de leur « pérennité » et de leur rentabilité face à/aux (l'objectif(s) fixé(s) préalablement (préservation de l'environnement, champ d'expérimentation des scientifiques, ...).

Différentes manières sont possibles pour protéger les sites géologiques remarquables, en l'occurrence :

- La sensibilisation des riverains sur l'existence du site mais aussi de son importance avec les intérêts qu'il présente ;
- La protection physique du site, par exemple : délimiter le périmètre à l'aide des fils de fer colorés et très remarquables.

Pour le cas d'une collection de fossiles ou de minéraux ou de roches importante, la construction d'un musée est le plus conseillé parce que comme nous l'avons mentionné en haut, tout change dans le temps, les fossiles pourront être disparus, donc l'exploitation est favorisée ; par contre, pour le cas d'un site vulnérable, l'exploitation est à éviter même s'il renferme d'éléments très importants [11].

Pour la faune et la flore, les statuts et structures de réserves intégrales (suivis des parcs nationaux) ont été déjà établis sous forme de Décret depuis Décembre 1927 du temps de Lambertson jusqu'à l'actuel PAE [12] mais il n'y a aucune parallèle ou analogue pour les fossiles. Il est grand temps d'arrêter les vandalisme in situ, l'hémorragie d'exportation limite.

Pour cela, quatre points fondamentaux devraient être considérés :

- combler les lacunes du code minier notamment la considération des institutions de recherche qui agissent en amont (recherche académique) et en aval (recherche appliquée) de la connaissance et de la préservation de ce patrimoine national (scientifique, économique, socioculturel); institutionnaliser (exemple ministère de la culture, ministère de l'information, ministère de la recherche, ministère de l'éducation nationale...) un programme d'éducation publique (formation, information) concernant cette source non renouvelable de richesse mais qui peut bien être durable;
- formaliser un statut de gestion officielle de préservation et/ ou de protection des fossiles et sites fossilifères au même titre que les réserves intégrales et leurs composantes flore-faunistiques développer les protocoles de partenariats avec les organismes étrangers en vue de restaurer les formes expatriées.

Enfin, rappelons que la Paléontologie est une discipline scientifiquement incontournable et économiquement indispensable dans les pays riches [13] alors qu'elle reste négligée ou méconnue ailleurs [14].

V. CONCLUSION

Il existe un patrimoine mal considéré à Madagasikara C'est celui du patrimoine paléontologique à portée multiple dont: scientifique, écologique touristique, culturelle, et économique-commerciale La surexploitation non contrôlée actuelle nous interpelle et pourtant notre pays possède aussi une endémicité paléontologique; cette richesse là est malheureusement non renouvelable mais doit être d'une valorisation durable. Selon cette investigation, l'exploitation des ammonites dans les carrières d'Ambatolafia constitue des menaces et des risques à la dégradation de ses sites fossilifères s'il n'y a pas des mesures pour les sauvegarder par la mise en place des aires protégées et la patrimonialisation des réserves. Les sites des carrières Ambatolafia permettent de retracer les séquences lithologiques de la somme de l'Albien inférieur datée par des ammonites relevées à plusieurs niveaux. Une couche d'argiles glauconieuse verte grisâtre dans la zone à *Cleoniceras besairiei*, y livrent une riche faune bien conservée d'invertébrés marins tels brachiopodes, gastéropodes, lamellibranches et céphalopodes. Les faunes d'ammonites qui correspondent plus de 44 espèces sont particulièrement intéressantes. Après une première étude menée par Rakotonimanana 2006, elle fait l'objet des articles de publications dans le cadre de recherches paléontologiques et lithologiques. L'objectif final est de pouvoir valoriser, gérer et protéger les patrimoines géologiques de Madagasikara.

REMERCIEMENT

L'Auteur tient à remercier tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la publication de cet article surtout l'équipe des Editeurs du journal IJPSAT

REFÉRENCES

- [1] A. Foucault, J. F. Raoult, F. Cecca, B. Platevoet, «*Dictionnaire de Géologie*». Paris : Dunod, 8e édition, 396 p, 2014.
- [2] A. Desvallées, « Termes muséologiques de base ». *Publics et Musées*, n° 7: 134-158, 1995.
- [3] J. Davallon, « Comment se fabrique le patrimoine ? », *Sciences Humaines. Hors-série, Qu'est-ce que transmettre ?*, n° 36 - Mars/Avril/Mai 2002
- [4] R. Rakotonimanana, P. Ratovomamonjy "Essai Sur La Variabilité Chez Le Genre *Cleoniceras* Parona & Bonarelli (Ammonitina - Albien Inferieur) d'Ambatolafia - Bassin De Mahajanga", *ijpsat*, 36: 444 -457, 2023
- [5] H. Besairie, M. Collignon, «Geologie de Madagasikara I, les terrains sedimentairess», *Ann. Geol. Madagasikara* 35: 1-463, 1971.
- [6] R. Rakotonimanana, «Biostratigraphie des macrofossiles d'invertébrés de l'Albien d'Ambatolafia, Bassin de Mahajanga». Thesis, Departement de Paleontologie et d'Anthropologie Biologique, Universite d'Antanarivo, Madagasikara. Viii+83 pp. 8 pls, 2006.
- [7] B. W. Hayward B.W, «Protecting fossil sites in New Zealand».- In: Lipps J.H. & Granier B.R.C. (eds.), *PaleoParks - The Protection and conservation of fossil sites worldwide.- Carnets de Géologie / Notebooks on Geology*, Brest, Book 2009/03, Chapter 05 (CG2009_B03/05)
- [8] P. Billet, «*La protection du patrimoine géologique*. Montpellier : Atelier Technique des Espaces Naturels (ATEN)», Collection Cahiers techniques, n° 67, 148 p, 2002 .
- [9] [9] P. De Wever, G. Egoroff, A. Cornée, A. Lalanne, «*Géopatrimoine en France*». -Mém. H.S. Soc.géol. Fr.,14, 180 p, 2014.
- [10] J. M. Gaitán, A. A. Álvarez Arellano, «The protection and use of the geological and paleontological heritage in Baja California Sur, Mexico».- In: Lipps J.H. & Granier B.R.C. (eds.), *PaleoParks - The protection and conservation of fossil sites worldwide.- Carnets de Géologie / Notebooks on Geology*, Brest, Book 2009/03, Chapter 04 (CG2009_B03/04)
- [11] V. Derieux, «*Le statut de l'objet paléontologique : du terrain aux collections*». DEA Muséologie des Sciences Naturelles et Humaines, MNHN, Paris, 1998.
- [12] G. Ramakavelo, T. Rakorondrazafy, G. Rafamantanantsoa, «Pour la protection des fossiles et sites fossilières», *Mem. Acad. Nat. Art. Lettr. Sci.*, 49, 2003.
- [13] J. S. Pagès, «The GeoPark of Haute-Provence, France - Geology and palaeontology protected for sustainable development».- In: Lipps J.H. & Granier B.R.C. (eds.), *PaleoParks - The protection and conservation of fossil sites worldwide.- Carnets de Géologie / Notebooks on Geology*, Brest, Book 2009/03, Chapter 03 (CG2009_B03/03)
- [14] J. H. Lipps, «PaleoParks: Our paleontological heritage protected and conserved in the field worldwide».- In: Lipps J.H. & Granier B.R.C. (eds.), *PaleoParks - The protection and conservation of fossil sites worldwide.- Carnets de Géologie / Notebooks on Geology*, Brest, Book 2009/03, Chapter 01 (CG2009_B03/01)