



## COMPTES VERTS POUR LA GESTION DURABLE DES NOUVELLES AIRES PROTEGEES D'ANTREMA ET DE BOMBETOKA \*

### Résumé

La nécessité d'accorder une place à l'environnement dans l'analyse économique a vu le jour dans les années soixante-dix, au moment où les scientifiques ont mis l'accent sur les risques encourus par la planète à cause de la dégradation de l'environnement. L'écosystème étant le contenant du système économique et social, les domaines de l'économie et l'environnement sont par conséquent indissociables. La croissance économique ne peut se faire à long terme que sous certaines conditions. Ces dernières sont associées à la notion de durabilité. Ainsi, le développement durable est un « développement qui maintient les capacités de l'écosystème à fournir des biens et services environnementaux ». De ce fait, le capital naturel doit être maintenu intact. Pour atteindre cet objectif, il faut prendre en compte le fait que la richesse d'une nation ne s'arrête pas à son produit intérieur brut (PIB) mais considérer aussi que l'environnement fait partie de cette richesse. Par conséquent, il est nécessaire de construire des comptes environnementaux pour considérer la richesse environnementale d'un territoire.

Les données d'observation spatiales de la terre couvrent actuellement toute la surface du globe. Leurs applications concernent tous les domaines et plus particulièrement les neuf grands domaines sociétaux définis par GEO : écosystèmes, biodiversité, eaux, risques, climat, météorologie, agriculture, santé et énergie. Notre projet qui fait suite à un projet initial portant sur une zone restreinte, la Nouvelle Aire Protégée d'Antrema appartenant à la région Boeny Madagascar, explore les possibilités offertes par les données spatiales afin de permettre l'inventaire et le suivi des richesses naturelles. Suite à ce projet, la comptabilité écosystémique du capital naturel (CECN) appliquée à d'autres localités, la NAP de Bombetoka entre autres suivra la même démarche (Rakotondraompiana, 2015). C'est-à-dire que la description de la méthodologie adoptée pour mener à bien le projet, les données utilisées, l'établissement des comptes biophysiques et des comptes monétaires, la formation des gestionnaires des aires protégées, la vulgarisation de la méthodologie et le partage des données et résultats obtenus à travers un site Web seront présentés.

L'établissement des comptes biophysiques qui suit la méthodologie proposée par l'« Ecosystem Natural Capital Accounts (ENCA) » (Weber, 2014) se base sur la cartographie de la zone d'étude entre deux dates et les changements qui y sont observés. Une fois que les comptes biophysiques sont établis, leur transcription en comptes monétaires achevera cette étude.

Notons que cette méthode de CECN est généralement appliquée à l'échelle nationale mais ce travail nous montre les différentes adaptations à effectuer pour l'exécuter au niveau local.

RAKOTONIAINA S.<sup>1\*\*</sup>, FARAMALALA M.<sup>2</sup>, ROGER E.<sup>2</sup>, RAMIARAMANANA J.<sup>3</sup>, RAKOTONDRAOMPIANA S.<sup>1</sup>, RAMIHANGIHASON T.<sup>1</sup>, RAOELISOLONARIVONY<sup>1</sup>, ANDRIAMIANDRISOA N.<sup>2</sup>, ANDRIAMADIA M.<sup>2</sup>, RAMBELOARISOA L.<sup>2</sup>, RANDRIANARISON H.<sup>3</sup>, RAZAFINDRABE M.<sup>3</sup>, RASOANJANAHARY B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut et Observatoire de Géophysique d'Antananarivo (IOGA), Université d'Antananarivo

<sup>2</sup> Département de Biologie et Ecologie Végétales (DBEV), Université d'Antananarivo

<sup>3</sup> Centre d'Economie et d'Ethique pour l'Environnement et le Développement de Madagascar (C3EDM), Université d'Antananarivo

**Mots clés :** capital naturel, comptabilité écosystémique, ENCA, comptes biophysiques, comptes monétaires, Antrema, Bombetoka

\*Grant Réf.: N° 010/16 / BIO0- Octroi du 22/11/2016

\*\*[solofoarisoa@gmail.com](mailto:solofoarisoa@gmail.com)

## Sommaire

- I- Présentation générale de l'étude
- II- Objectif et résultats attendus
- III- Méthodologie
- IV- Présentation des zones d'étude
- V- Données utilisées
- VI- Travaux de terrain
- VII- Résultats de l'établissement des comptes biophysiques et interprétations
- VIII- Valorisation monétaire de la comptabilité verte et interprétations
- IX- Rapport de l'atelier de formation et de restitution
- X- Visibilité
- XI- Budget
- XII- Conclusion

### Références bibliographiques

### Annexes :

- 1- Programme et déroulement de l'atelier
- 2- Rapport de l'atelier de restitution
- 3- Liste des intervenants
- 4- Liste des participants
- 5- Liste des journalistes
- 6- Evaluation de l'atelier par les participants
- 7- Quelques photos durant l'atelier

### PJ :

- Fiche de clôture
- Décompte financier global

## I- Présentation générale de l'étude

Les programmes de développement, tout comme les programmes de conservation, doivent tenir compte du bien-être de la population et en même temps de l'état de la biodiversité. En effet, c'est l'écosystème qui sous-tend le développement. Un développement qui ne tient pas compte de ce capital naturel ne sera pas durable.

Or, dans la plupart des cas, les effets réels des programmes de conservation et/ou de développement sur l'ensemble de l'écosystème ne sont estimés que qualitativement et ne sont pas quantifiés parce qu'on ne dispose pas d'outil efficace pour comptabiliser les différents états de l'Environnement. Les indicateurs utilisés jusqu'à maintenant ne concernent qu'une ou quelques facettes de la biodiversité. Il est ainsi essentiel aux gestionnaires de parcs, d'aires protégées et de sites à gestion communautaire, tout comme aux décideurs nationaux, de disposer d'un outil holistique fiable qui leur donne une vision globale de l'évolution de l'état de la biodiversité et donc des conséquences, positives ou négatives, des activités humaines sur l'écosystème.

D'autre part, les valeurs monétaires correspondant aux différentes entités et aux différents services rendus par l'écosystème restent peu renseignées. D'où le risque de sous-exploitation ou de sur-exploitation des ressources.

La comptabilité de l'écosystème (systèmes socio-écologiques) est une approche cohérente et intégrée pour l'évaluation de l'environnement grâce à la mesure des écosystèmes et la mesure des flux de services fournis par les écosystèmes dans les activités économiques et d'autres activités humaines. Les comptes du capital naturel se déclinent en général en comptes biophysiques et en comptes monétaires. Les comptes biophysiques font l'inventaire physique des différentes composantes de l'environnement et de changement de stocks. Les comptes monétaires transcrivent les éléments des comptes précédents en termes monétaires, ce qui permet d'estimer les valeurs économiques de chaque composante.

Lors d'un précédent programme, nous avons établi les comptes biophysiques pour une zone restreinte, une aire protégée près de la ville de Mahajanga (Antrema) à la suite duquel nous avons obtenu des résultats intéressants pour la gestion de l'aire protégée (Rakotondraompiana, 2015). La présente étude consistera d'une part à étendre et établir les comptes biophysiques sur une autre zone : la NAP de Bombetoka et de compléter la précédente étude par la valorisation monétaire des comptes biophysiques.

Les différents acteurs dans le projet et leur rôle respectif sont présentés dans le tableau 1.

La subvention octroyée par le Critical Ecosystems Partnership Fund (CEPF) par l'intermédiaire de la Fondation Tany Meva pour la réalisation du présent projet est d'un montant maximal de 57 264 680 Ar (Cinquante-sept millions deux cent soixante-quatre mille six cent quatre-vingt Ariary), équivalent à 19 865,50 USD avec un taux indicatif de 2882,62 Ar/USD.

Tableau 1 : Les différents acteurs du projet

Acteurs	Rôles/ Attributions
IOGA (Institut et Observatoire de Géophysique d'Antananarivo), Université d'Antananarivo	-Acteur principal -Gestionnaire du projet -Télédétection et traitement des images satellitaires -Travaux de terrain pour l'acquisition des vérités-terrain -SIG -Etablissement des comptes biophysiques
DBEV (Département de Biologie et Ecologie Végétales), Université d'Antananarivo	-Relevés écologiques -Enquêtes écologiques -Interprétations et validation des résultats de classification -Etablissement des comptes biophysiques
C3EDM (Centre d'Economie et d'Ethique pour l'Environnement et le Développement de Madagascar), Université d'Antananarivo	-Valorisation économique de l'écosystème -Enquêtes économiques -Etablissement des comptes monétaires

## II- Objectif et résultats attendus

L'objectif de ce travail est la réalisation d'une comptabilité des richesses naturelles pour une gestion locale de l'environnement. La méthode de la comptabilité écosystémique a été ensuite partagée aux gestionnaires des aires protégées et des personnes ressources travaillant dans le domaine de l'environnement. Les résultats des comptes biophysiques et la valorisation monétaire de ces derniers appliqués sur les sites d'Antrema et de Bombetoka ont été ensuite présentés à l'assistance et en particulier aux autorités administratives locales. Un site Web relatif à ce projet a été amélioré et mis en ligne pour le partage des informations.

## III- Méthodologie

L'établissement des comptes biophysiques qui suit la méthodologie proposée par l'« Ecosystem Natural Capital Accounts (ENCA) » (Weber, 2014) se base sur la cartographie de la zone d'étude entre deux dates et les changements qui y sont observés. Cette méthodologie ENCA est résumée dans la figure 1 ci-après dans laquelle la première étape consiste à recueillir les données disponibles (données statistiques, images satellites, relevés écologiques, autres données spatialisées et des enquêtes...) sur les zones d'étude, suivie par leur traitement après avoir défini au préalable la nomenclature des classes considérées. A l'issue des traitements des données en particulier des images satellites, seront produites les cartes d'occupation des terres en deux dates différentes ainsi que la carte de flux d'occupation des sols. L'établissement des comptes biophysiques qui suit la méthodologie ENCA finira la première étape du processus. Ces comptes comprennent : le compte d'occupation des terres, le compte de l'eau de l'écosystème, le compte carbone, le compte des services fonctionnels de

l'infrastructure écosystémique et le compte capacité écologique. La valorisation monétaire de cette comptabilité verte terminera l'étude.

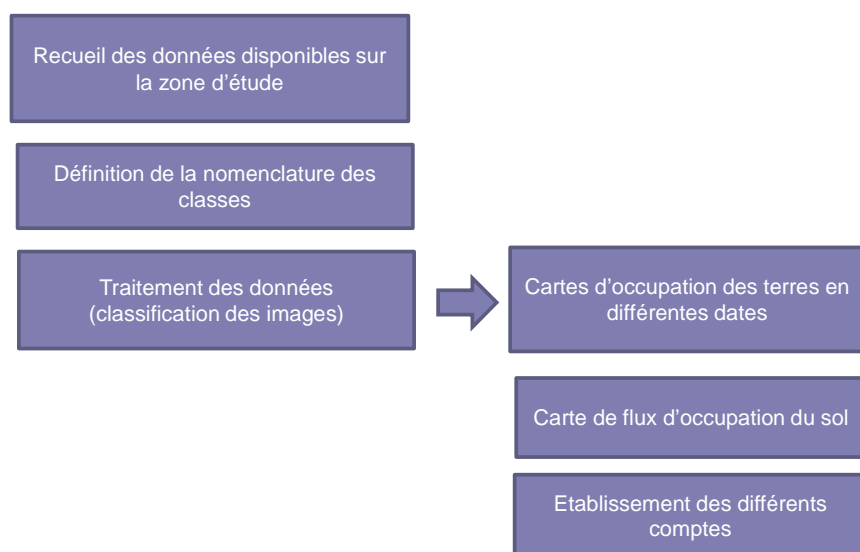


Figure 1 : Différentes étapes suivies pour l'établissement des comptes biophysiques

### III.1. Compte de l'occupation des terres

Ce compte est basé sur la cartographie de l'occupation des sols et les changements observés. La nomenclature utilisée pour la cartographie est basée sur les quatorze classes proposées par la méthodologie ENCA (Weber, 2014). Mais comme nous travaillons dans un pays tropical, il y a quelques classes que nous n'avons pas considérées (glacier permanent par exemple). Par ailleurs, d'autres classes vont être plus détaillées pour bien définir l'écosystème de la zone d'étude.

L'agriculture occupe une place importante dans la région Boeny, plusieurs types d'agriculture y sont observés : la riziculture, la culture industrielle de canne à sucre, les cultures diverses (mosaïques de cultures) telles que la culture du maïs, du manioc. Ces dernières sont plutôt des cultures de subsistance et occupent une superficie très faible.

Voici la nomenclature et la numérotation des classes utilisées pour la cartographie des deux sites :

- 012 : Village
- 0222 : Petit champ de culture
- 0313 : Raphiale
- 043 : Mosaïque de culture
- 052 : Savane et prairie naturelle
- 0521 : Savane herbeuse
- 0522 : Savane arbustive
- 061 : Forêt intacte
- 065 : Forêt dégradée

- 0641 : Mangroves intactes
- 0642 : Mangroves dégradées
- 0643 : Mangroves très dégradée
- 0644 : Tanne
- 10 : Sol nu et sable
- 13 : Plan d'eau interne
- 131 : Estuaire
- 132 : Lacs
- 14 : Mer littorale

Le compte de l'occupation des terres comprend à l'ouverture une ligne des stocks d'occupation des terres (soit à la date d1), autrement dit l'état de l'environnement à l'instant initial. Ensuite, une partie montre les consommations c'est-à-dire la disparition des entités en faveur d'autres occupations des terres tandis qu'une autre met en évidence celles concernant les formations soit les gains en superficie. Une dernière partie donne le stock de fermeture, autrement dit les superficies à la date d2. Pour établir le compte d'occupation des terres, nous avons besoin des cartes d'occupation du sol à deux dates différentes qui seront obtenues par classification d'images. Nous avons opté pour l'approche supervisée orientée objet et de l'algorithme Support Vector Machine (SVM) (Vapnik, 1998) pour effectuer la classification d'images. Cette classification supervisée nécessite des informations a priori sur la zone d'étude qui seront recueillies à l'aide des travaux de terrain. Nous déduisons des cartes d'occupation du sol précédemment produites, les changements observés entre les deux dates qui nous permettent de définir par la suite les flux de changement. La détection des changements sera faite en utilisant la méthode « Post-classification » (Serra *et al.*, 2003) tandis que ces flux seront classés selon la nomenclature proposée par l'ENCA (Weber, 2014).

### III.2. Compte de l'eau écosystémique

L'un des objectifs du compte de l'eau de l'écosystème d'ENCA est de mesurer la dégradation des écosystèmes que pourrait provoquer l'épuisement et la pollution des ressources hydriques. En comparant les ressources d'eau accessibles avec leur utilisation, on obtient un indicateur de durabilité qui reflète les impacts de l'intensité d'utilisation de l'eau. Ce compte sera établi aussi bien à partir des données recueillies dans diverses institutions administratives (météo, jirama,...) que des résultats d'enquêtes. Nous avons choisi d'établir des comptes annuels plutôt que mensuels ou saisonniers à raison de la disponibilité à temps des données.

### III.3. Compte carbone

Les stocks ou sources de carbone proviennent essentiellement des écosystèmes (végétations aériennes et souterraines, eau, y compris les êtres vivants, sol,...). Les flux sont expliqués par l'absorption par l'atmosphère et les océans, par la transformation de la biomasse (biocarbone), par les cultures et les abattages d'arbres, par destruction, érosion et modification par la nature elle-même. Le compte carbone est décrit entre autres à l'aide de la production primaire nette (PPN) qui est fournie par une carte à 1 km de résolution spatiale. Cette résolution spatiale étant trop vaste dans notre cas, nous avons calculé la PPN à partir de l'indice de végétation NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) avec lequel nous définissons une relation de corrélation (Potter *et al.*, 2007). Une autre grandeur appelée respiration hétérotrophique (RH) sera ensuite calculée à partir de la PPN suivant la relation empirique  $RH=0.6*PPN$  (Weber, 2014).

Le compte du carbone écosystémique enregistre en tonne la capacité de l'écosystème à stocker du carbone, la façon dont ce carbone est utilisé par les produits agricoles et forestiers, et la façon dont il est détérioré par les catastrophes naturels et surtout par les activités humaines. Le compte du carbone permet d'avoir l'état de l'écosystème en terme de carbone afin de le conserver à nouveau par une nouvelle stratégie. En plus des collectes de données faites à partir des enquêtes et des relevés écologiques, d'autres données de base ont été aussi utilisées comme les cartes d'occupation du sol pour les deux années de compte, le compte de la couverture des terres et des images satellites pour pouvoir calculer le taux de carbone dans chaque catégorie d'utilisation des terres.

#### III.4. Compte des services fonctionnels de l'infrastructure écosystémique

Le compte de l'infrastructure écologique et des services fonctionnels connexes mesure la capacité durable des écosystèmes à produire des services (services tangibles ou non) tels que la biomasse ou l'eau, qui ne sont pas directement mesurables en tant que ressources matérielles. Il consiste à compter tout ce qui est entré et sorti dans la zone concernée, à établir des comptes entre 2 périodes, à évaluer le flux de changement et enfin de présenter les comptes sous forme de tableaux. L'infrastructure écosystémique est décrite à l'aide des unités statistiques ainsi que des données de monitoring (les enquêtes effectuées). Les unités statistiques utilisées sont les unités comptables écosystémiques (UCE) et les unités fonctionnelles de couverture des terres écosystémiques (UCTE) qui sont des objets géographiques et biophysiques pouvant être cartographiés (Weber, 2014). Les unités paysagères socio-économiques (UPSE) sont établies en superposant les limites des sous-bassins versants avec les types de couvertures des terres dominants (TCDT). Ces derniers sont obtenus en comptant le nombre des pixels dominant c'est-à-dire que nous subdivisons l'image à cartographier en plusieurs tuiles composées de 9, 20 ... pixels selon notre choix, après nous remplaçons tous les pixels de la tuile par celui qui domine en nombre. Ce compte est décrit par l'indice du fond de paysage vert qui est évalué à l'aide de quatre critères : degré d'artificialisation, richesse biodiversité, fonction écologique et santé/état. Cet indice est calculé à partir des notes attribuées à chaque critère cité précédemment. Les notes qui ont été données par des spécialistes de l'écologie varient de 1 à 5, c'est-à-dire du très faible jusqu'au très élevé. Le compte des services fonctionnels de l'infrastructure écosystémique est calculé souvent par zones appelées unités paysagères socio-économiques (UPSE) (ex : zones côtières, zone boisée, zone de savane,...) (Weber, 2014).

Les données biologiques de la zone concernée, ainsi que le bilan de base du compte de couverture de terre ont été utilisés. Les résultats ont été divisés en quatre grands groupes : (1) le bilan de base du compte de l'infrastructure écosystémique qui dépend du compte de couverture de terre; (2) plusieurs indices qui ont été utilisés pour connaître le potentiel écosystémique, (3) l'accès de la population aux services fonctionnels de l'infrastructure écosystémique qui indique la durabilité d'utilisation des ressources écosystémiques de la zone d'étude, après évaluation des indicateurs qu'on vérifie (4) l'état de santé de l'écosystème.

#### III.5. Compte capacité écosystémique

Le compte de capacité écosystémique propose une synthèse des trois comptes de base du carbone écosystémique, de l'eau écosystémique et des services fonctionnels des écosystèmes, en utilisant une unité commune pour mesurer la valeur écologique de tout écosystème et pour calculer

la capabilité totale du capital écosystémique à différentes échelles. La synthèse des comptes est une étape importante pour la présentation finale des indicateurs clés de la méthode ENCA : capabilité écosystémique totale et accumulation nette (renouvellement soustrait de la dégradation) mesurée en unités de capabilité écosystémique. Ces groupements se situent au même niveau que le PIB et la valeur nette du Système du Capital Naturel et peuvent être utilisés pour évaluer la responsabilité de l'économie envers l'écosystème et la soutenabilité écologique du développement. L'unité utilisée pour mesurer la valeur écologique est l'ECU (Ecological Capability Units). Dans la forme dans laquelle ils sont présentés, les comptes de base sont en tonne (biomasse/carbone), ou en m<sup>3</sup> (eau) ou en hectare pondéré (paysages et biodiversité) et ne peuvent pas être alors additionnés. En revanche, des indices sans dimension peuvent être combinés pour produire un indice composite de la valeur écologique unitaire (équivalente à un prix écologique) exprimée dans une unité-équivalente monétaire, à savoir l'ECU. La procédure est la suivante : chacun des trois comptes quantitatifs de ressources accessibles est résumé par un indice de base d'utilisation durable. Cet indice de base est le ratio « ressources accessibles » sur « utilisation »; il devrait toujours être  $\geq 1$ ; dans le cas contraire, il y a épuisement des ressources.

Dans un deuxième temps, chacun des trois indices quantitatifs de base est ajusté avec des indices qualitatifs qui traduisent les changements en matière de santé (stabilité des réservoirs de carbone, pollution de l'eau, changement de la biodiversité des espèces, etc.). Pour un écosystème donné, la quantité physique (en tonnes, m<sup>3</sup>, ou ha) d'une ressource accessible de base multipliée par son prix-équivalent en ECU est sa capabilité totale, sa valeur écologique. Cette valeur reflète tous ensemble les changements de quantité (soutenabilité de l'utilisation) et de qualité (santé) de l'ensemble de ses éléments.

### III.6. Comptes monétaires

Les comptes monétaires ont été élaborés d'une part de la base de données réalisée au niveau des comptes biophysiques et d'autre part à partir d'une série de questions axées sur les consommations individuelles de ces ressources naturelles, comprenant entre autres les produits ligneux et non ligneux, et l'eau.

A cet effet, nous avons considéré les éléments suivants pour les produits ligneux et non ligneux :

- les différents usages de l'espèce citée par les individus,
- l'évolution de la disponibilité de l'espèce, sa localisation, son abondance, son mode de procuration, la quantité collectée/ consommée, le prix d'accès, l'existence de substituts et leurs prix, et une simulation où les individus ont pu exprimer leur consentement à payer (CAP) pour préserver l'espèce en question.

Ces informations nous ont permis de déterminer les différents facteurs pouvant affecter les consentements à payer des individus pour accéder à la ressource. Par exemple, la rareté d'une ressource ou bien les difficultés à l'accès (i.e. un temps d'accès élevé peut impliquer des coûts d'accès plus élevés) vont suggérer un prix élevée de cette ressource. Par ailleurs, si la ressource en question dispose d'un marché (i.e. une offre et une demande existent), on a considéré que le prix de la ressource affiché par ce marché est sa valeur d'usage. La valeur de non-usage est quant à elle reflétée par les consentements à payer des individus pour conserver la ressource. Les valeurs d'usage et de non usage



de chaque espèce utilisée (i.e. les différentes espèces composant les produits ligneux et non ligneux) par les individus vont donner la valeur économique totale (VET) du capital naturel.

Pour le cas de l'eau, nous nous sommes intéressés :

- à l'accessibilité (degré d'accessibilité, temps d'accès), les types de sources ainsi que les prix d'accès, à leur consentement à payer pour différents aspects de l'accès (emploi de personnes pour aller chercher de l'eau, entretien des infrastructures et, cotisations mensuelles).
- aux aspects liés à la consommation d'eau (usages/ finalités, volumes consommés, prix).
- aux perceptions des individus de la suffisance et de la qualité de l'eau.
- au consentement à payer pour une amélioration de la qualité.

Les différentes informations obtenues nous ont permis d'évaluer une VET de la ressource eau, qui est exprimée par un CAP moyen pour le service eau. Cette VET comprend respectivement : un CAP pour employer des personnes pour aller chercher de l'eau, un CAP pour des cotisations mensuelles pour accéder à l'eau, un CAP pour l'entretien mensuel de l'infrastructure, et un CAP pour l'amélioration de la qualité de l'eau.

Pour obtenir ces différents types de valeurs, nous avons eu recours à deux méthodes d'évaluation économique de l'environnement, à savoir la tarification marchande et l'évaluation contingente.

#### IV- Présentation des sites d'étude

Le projet concerne deux sites « Key Biodiversity Area » (KBA) du corridor Nord-Ouest de Madagascar : la nouvelle aire protégée d'Antrema (Figure 2) et la nouvelle aire protégée de la Baie de Bombetoka-Marovoay (Figure 3) et leurs zones périphériques respectives.

Les descriptions de ces sites d'étude sont résumées dans le tableau 2 ci-après :

*Tableau 2 : Descriptions des sites d'étude*

KBA prioritaires	Superficie (ha)	Commune	District	Région
MDG 83-NAP Antrema	20 620	Commune Rurale Katsepy	Mitsinjo	Boeny
MDG 85-NAP Baie de Bombetoka-Marovoay	71 934	Ankaraobato-Marovoay-Anosinalainolona-Madirovalo	Marovoay-Ambato Boeni	Sofia

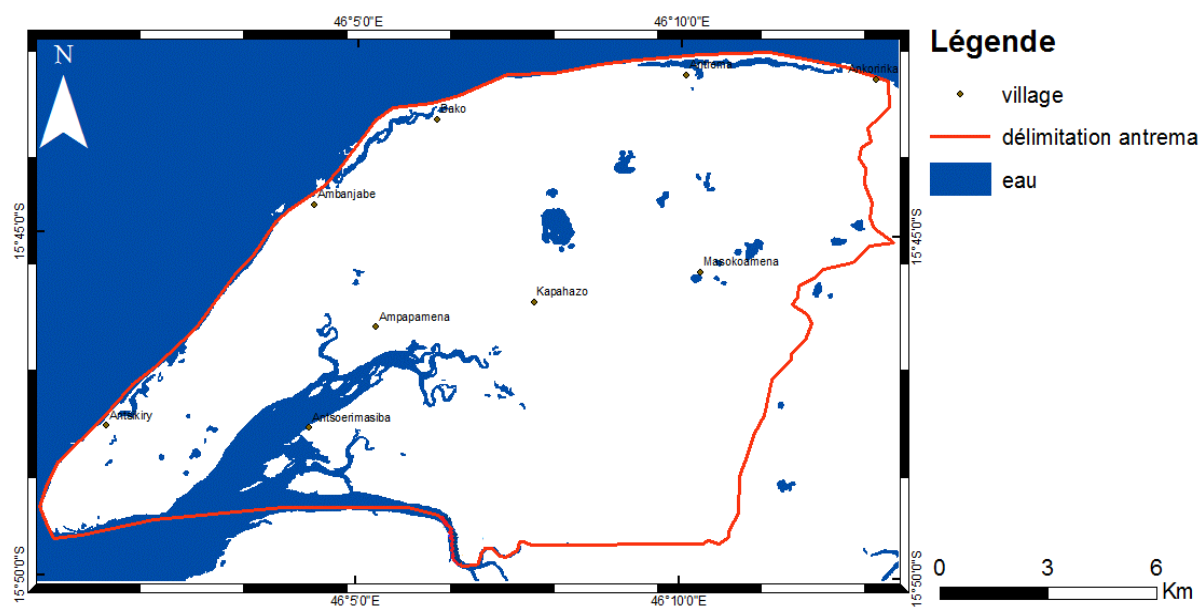
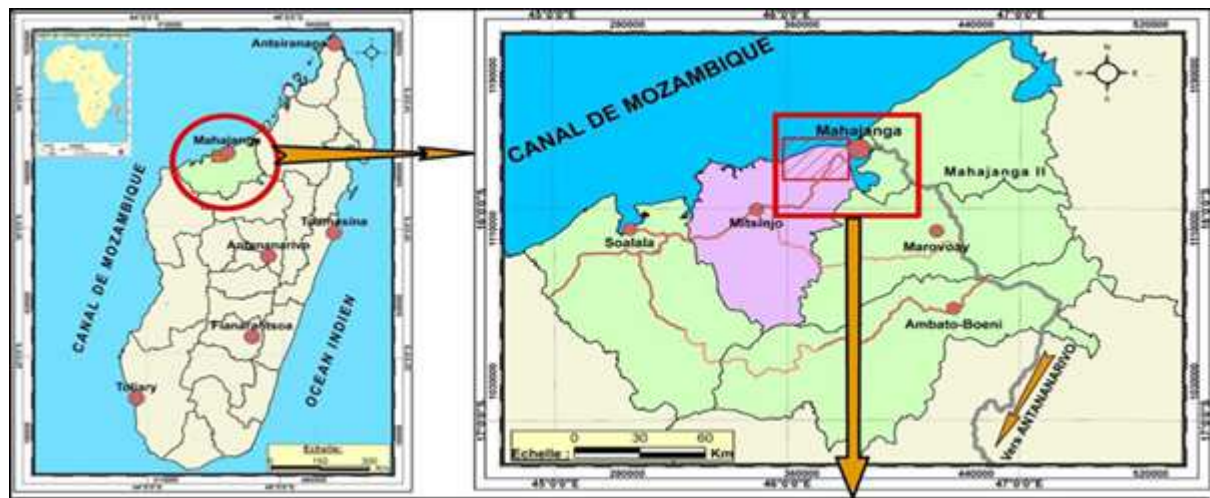


Figure 2 : La Nouvelle Aire Protégée d'Antrema

## Localisation du site Bombetoka

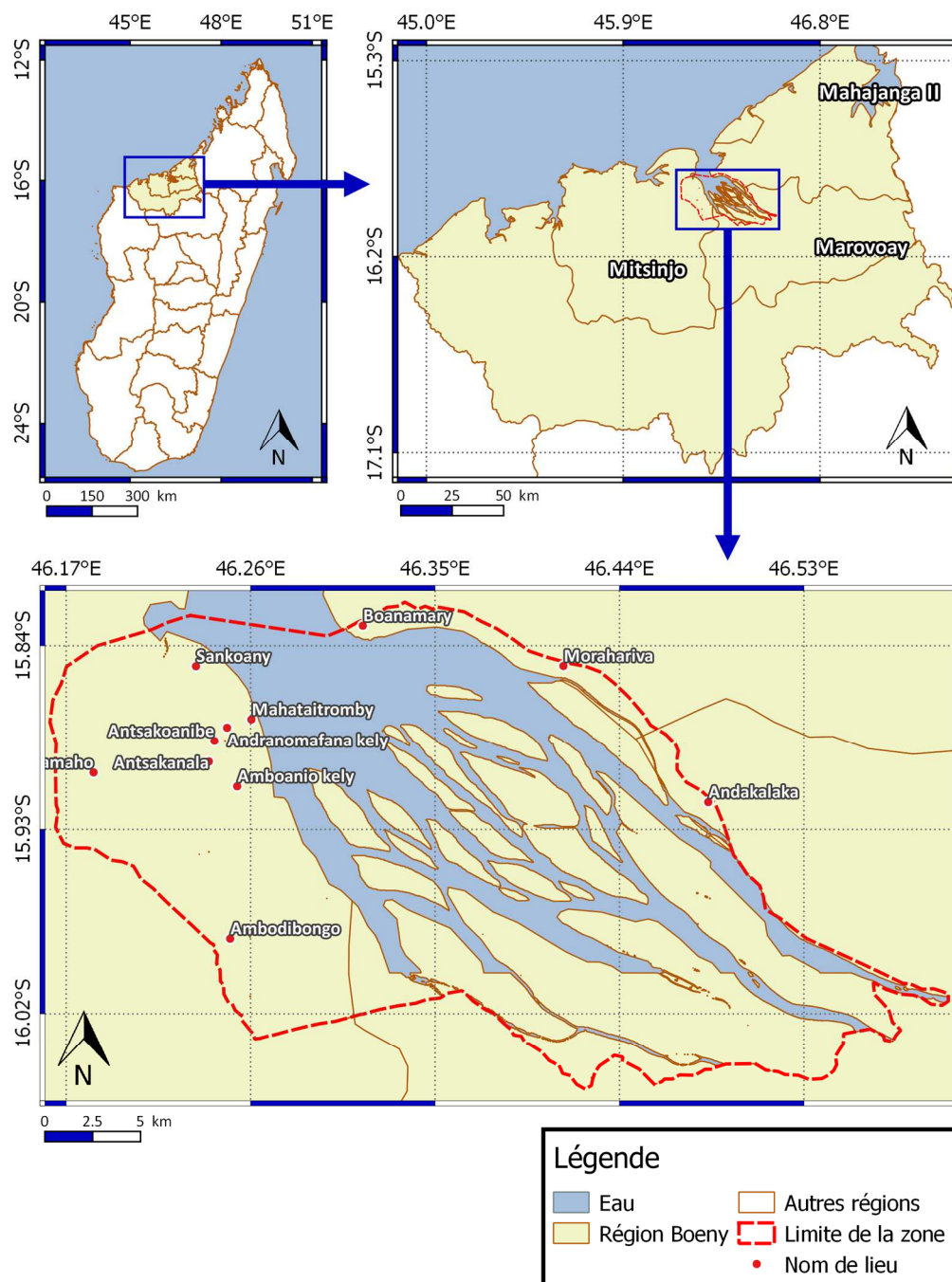


Figure 3 : La Nouvelle Aire Protégée de Bombetoka

## V- Données utilisées

Nous avons choisi d'établir les comptes pour la NAP Antrema à partir des images SPOT-5 de 2.5m de résolution spatiale fournies par SEAS-OI entre les années 2004 et 2014 et ceux pour la NAP Bombetoka des images Landsat 7 et Landsat 8 de 30 m de résolution spatiale entre les années 2007 et 2017. Les images Landsat ont été téléchargées depuis le site de la NASA. Toutes les images ont été corrigées de l'effet de l'atmosphère et mises dans un même système de projection cartographique (UTM).

Des données de vérité-terrain étaient également nécessaires afin de mieux orienter les opérations de classification des images. Des données MODIS sur l'évapo-transpiration et la Production Primaire Nette (PPN) ont été aussi utilisées. Les autres données proviennent des données administratives recueillies et des données d'enquêtes effectuées lors de déplacement sur terrain notamment sur les utilisations de l'eau et du bois.

## VI- Travaux de terrain

### VI-1- Equipe 'comptes biophysiques'

Seule la NAP Bombetoka est concernée par le compte biophysique dans le cadre de ce projet car celui de la NAP Antrema a été fait dans le projet précédent. Les résultats de ce dernier seront utilisés dans l'établissement du compte monétaire.

Sommaire :

- Introduction
- Objectifs
- Collecte de données
  - Relevés des vérités-terrain pour la classification d'image
  - Relevés écologiques
  - Enquêtes ethnobotaniques et socio-économiques
- Problèmes rencontrés
- Conclusion

Chronogramme

### VI-1-1- Introduction

Trois étudiants de niveau Master et deux doctorants de l'IOGA et du DBEV ont effectué des missions sur le terrain dans la NAP Bombetoka durant 30 jours environ du 25 mars au 24 avril 2017. Les enquêtes ont permis de recueillir des données auprès des administrations publiques, sur l'utilisation du bois (carbone), l'utilisation de l'eau par les ménages, l'utilisation de l'eau par l'industrie,



essentiellement agro-alimentaire, et enfin d'acquérir des vérités-terrain pour améliorer les résultats obtenus lors de la classification préliminaire des images.

Trois communes dans la NAP Bombetoka sont concernées par le projet, à savoir Boanamaru du district Mahajanga II, Katsepy du district Mitsinjo et Marovoay Banlieue du district Marovoay. Les sites sur lesquels on a effectué nos relevés écologiques se trouvent respectivement dans les communes de Boanamaru et de Katsepy.

### **VI-1-2 - Objectifs**

- Objectif principal : Proposer des outils de gestion locale de l'aire protégée.
- Objectifs spécifiques :
  - Relever des vérités-terrain pour établir une carte d'occupation du sol de la NAP Bombetoka
  - Recueillir des données sur l'entrée et la sortie des ressources naturelles (eau et carbone) auprès de la population
  - Déterminer les caractéristiques floristiques et dendrométriques de la végétation du site afin d'avoir la quantité de carbone contenu dans leur biomasse et le diagnostic sur la biodiversité.

### **VI-1-3 – Collecte de données**

#### **VI-1-3-1- Relevés des vérités-terrain**

A partir de la classification préliminaire effectuée en laboratoire, nous avons procédé à des vérités terrain pour préciser la nomenclature de l'occupation de sol.

#### **VI-1-3-2- Relevés écologiques**

- **Caractérisation des conditions stationnelles**

Elle consiste à recueillir toutes les données écologiques nécessaires. Ce sont :

- Les coordonnées géographiques;
- L'altitude ou élévation par rapport au niveau de la mer ;
- La pente;
- Le substrat : le type de sol rencontré ;
- La localité du relevé;
- L'exposition ou l'orientation de la surface du relevé.

- **Prospection des sites d'étude**

Elle consiste à visiter les différents types de formations forestières que ce soit forêt sèche ou mangrove. A la fin de cette prospection, quatre types de mangroves ont été trouvés : mangrove intacte, mangrove dégradée, mangrove très dégradée et mangrove recrue. Seule la forêt dégradée a été mesurée car la forêt intacte n'était pas accessible, faute de sécurité. Néanmoins, les coordonnées

géographiques de cette dernière étaient relevées pour mieux préciser les interprétations des images. Chaque type de formation a fait l'objet de deux relevés écologiques.

- **Choix des sites d'étude**

Il faut que ce choix corresponde à l'objectif de l'étude et aux facteurs du milieu comme la topographie par exemple. Le tableau 3 ci-après donne la formation végétale prépondérante dans les localités visitées.

Tableau 3 : Corresponance entre type de formation et lieux prospectés

Communes	Lieux	Types de formation
Boanamary	Morahariva	Mangrove très dégradée
	Nosy Lagera	Mangrove dégradée
Katsepy	Matahitromby	Mangrove recrue
	Nosy Jembe	Mangrove intacte
	Amboaniokely	Forêt sèche dégradée
	Andranomafanakely	Savane
	Ankamaho	Forêt sèche intacte

- **Caractérisation écologique**

Pour faire une caractérisation écologique, il est nécessaire de faire une étude à la fois structurale et floristique.

- Étude structurale : consiste à faire une identification du nombre de strates et du taux de recouvrement de la forêt ainsi que de la mangrove par le relevé linéaire selon Gautier
- Étude floristique : c'est une étude quantitative de la végétation et de la répartition des plantes dans un placeau de 50m x 20m selon Braun Blanquet.

La plupart des espèces rencontrées dans la mangrove sont *Avicennia marina* (Afiaty). Dans la savane, les Haidambo sont les plus nombreuses. Celles de la forêt restent à déterminer.

### VI-1-3-3- Enquêtes ethnobotaniques et socio-économiques

L'enquête directe (entretien direct et spontané ou organisé) qui a été menée avec le répondant nous a permis de connaître notamment les points décrits ci-après :

- **Les menaces et pressions qui pèsent sur la biodiversité tant animale que végétale sont :**
  - La construction de pirogue, d'habitation et de clôture ;
  - Le charbonnage ;
  - Les feux de brousse intentionnels ou accidentels ;
  - Le découpage de bois pour la fabrication de chaux grasse à Mahajanga.

- **L'utilisation de la mer et de l'eau**

La majeure partie de l'utilisation de l'eau pour chaque Commune est dédiée aux tâches ménagères. La mer est utilisée pour la préparation des crevettes.

- **Valorisation des produits**

La plupart des produits exportés sont des produits halieutiques ou des produits de récolte comme les melons. L'importation provenant de Mahajanga concerne les produits de premières nécessité (PPN), les glaces pour la conservation des produits et les bois d'industrie.

- **Les plantes utiles**

Les plantes les plus utilisées sont :

- *Bismarckia nobilis* : pour la fabrication de toits et de la vannerie ;
- *Avicennia marina* : pour la clôture et le charbonnage ;
- Haitsindambo, Amaninomby, Tsimay, Mangarahara, Arofy, Atokonjo : pour la fabrication de pirogue ;
- Kitata, Famohalambo, Katrafay, Mandoko : pour la construction de maison ;
- Aloe, Kabokala, Katrafay, Vaimirazo : comme plantes médicinales ;
- Haidambo, Hazofantsika, Mokonazy, Hazonkoera : pour l'apiculture.

- **Aspect socio-économique des 2 sites d'étude**

### **a - Commune Boanamary**

#### **Population**

Boanamary est le fokontany le plus peuplé (1 427 personnes) du fait qu'il est le chef-lieu de la commune. Amboanio est le deuxième fokontany le plus peuplé (942 personnes). Les matériaux nécessaires à la fabrique de ciment s'y trouvent. Tsararivotra possède la densité de population la plus élevée (472 pers./km<sup>2</sup>) à cause de sa proximité de l'ancienne usine SANCA. Morahariva possède la plus faible densité de population (4 pers./km<sup>2</sup>) parce que ce dernier est en partie incrusté dans les mangroves.

#### **Accès à l'eau potable**

L'eau potable ne satisfait pas aux besoins de la population (1 puits pour 300 personnes et 1 pompe pour 250 personnes); la source se trouve dans le fokontany Ambatomalama (Ladigy). Boanamary, Maromiandra et Morahariva ne possèdent pas de puits qui suivent les normes ; l'eau dans ces fokontany est un peu salée.

#### **Rivières de Boanamary**



Il y a en tout 9 rivières permanentes dans la commune. Toutes se jettent dans la mer. Ampahatromby (78.81 km<sup>2</sup>) du côté Nord et Betsiboka (93.16 km<sup>2</sup>) qui passe par la partie centrale sont les plus grandes.

### **Climat**

Il y a deux saisons dans la commune de Boanamary :

- La saison des pluies (asara) : depuis le mois de Novembre jusqu'au mois de Mars
- La saison sèche : depuis le mois d'Avril jusqu'au mois d'Octobre

La température varie entre 27 et 33°C

Deux types de vent soufflent dans la partie de Boanamary :

- Varatraza : vent sec qui souffle de Janvier au mois d'Août
- Talio : vent qui souffle de Septembre au mois de Décembre

### **Économie**

Les principales activités qui fondent l'économie de la commune sont les suivants :

- **La pêche**

Environ 73% de la population de la commune vivent de la pêche. Les fokontany où elle est la plus pratiquée sont : Boanamary, Tsararivotra, Amboanio, Ambalatany et Morahariva. Les matériels utilisés sont simples : des pirogues, des cannes à pêche et des filets. Les produits obtenus sont dans la plupart des cas, des crevettes, des poissons et des crabes. Certains produits sont frais et conservés dans des boîtes artisanales contenant de la glace (crevettes et poissons), tandis que d'autres sont séchés (crevettes, poissons, Varilava, Tsivakia). Les saisons de pêche sont respectivement : Mars – Novembre : crevette et poisson de petite taille, Avril – Décembre : poissons, Novembre – Juin : crabe. Tous ces produits sont ensuite exportés à Mahajanga.

- **L'élevage**

- **Élevage bovin**

Le nombre total des zébus de la commune s'élève à 5 042. D'une part, il y a l'élevage de vache laitière et d'autre part, l'élevage de zébus destinés au travail (charrette, travail au champ, production d'engrais). Quatre vingt dix pour cent (90%) des gens des fokontany Maromiandra et Ambatomalama vivent de l'élevage de vache laitière. Deux à cinq mille litres de lait par jour sont vendus à Mahajanga ; le transport se fait par bicyclette, par motocyclette, ou par taxi-brousse.

- **L'apiculture**

Jusqu'à maintenant, l'apiculture demeure un second métier pour les gens de la commune, mais elle commence peu à peu à prendre de l'ampleur. Le nombre d'éleveurs s'élève à 54 dont 15 suivent encore la méthode traditionnelle. Le seul fokontany à ne pas faire du miel est celui de Maromiandra. La récolte se fait en avril et en juin ; le prix varie de 8 000 à 10 000 Ar le litre.



- **L'élevage de poules pondeuses**

Cette activité commence également à se développer, le nombre de poules s'élève à 3 000 chez les grands éleveurs (la communauté religieuse) et à 400 chez les éleveurs ordinaires. Le prix des œufs varie de 250 à 300 Ar et les produits sont vendus à Mahajanga pour la plupart.

- **Le transport**

Une seule coopérative relie la ville de Mahajanga à Boanamary (36 km), comportant 5 bus qui voyagent 1 fois /jour (départ de 3 à 6h du matin à Boanamary et à 12h de Mahajanga). La commune de Boanamary ne possède pas encore de stationnement. Le transport ne satisfait pas le besoin de la population.

- **Le commerce**

Les deux places de marché de Boanamary et d'Amboanio ne sont pas utilisées. Heureusement, Tsararivotra possède un marché qui se tient une fois par semaine, le Samedi. Il y a 26 épiceries et 28 épi-bar mais aucun marché réservé aux produits de la mer. Il n'y a pas non plus de marché pour le zébu à Boanamary.

## **b - Commune Katsepy**

Le recensement réalisé par la commune a indiqué une présence de 18 538 habitants sur le territoire communal, avec une densité de 17 habitants au km<sup>2</sup>. La répartition de la population sur le territoire présente une très grande inégalité. En effet, la densité par fokontany varie de 4 habitants par km<sup>2</sup> dans le fokontany d'Antrema à 109 habitants/km<sup>2</sup> dans celui de Tsianjarafa.

En terme d'effectifs, le fokontany d'Analatelo (4 820 habitants) abrite le plus grand nombre de population, soit 26% de la population totale, et Antrema représente le fokontany le moins peuplé avec un effectif de 1 035 habitants (6% du total).

### **Accès à l'eau potable**

Si l'on considère les normes édictées par le Ministère de l'Eau, la Commune ne dispose que 32 puits aux normes pour une population de 18 538. L'approvisionnement en eau potable de la population représente un problème important dans la commune. Une répartition totalement inégale vient s'ajouter à cette insuffisance d'infrastructures. Si le fokontany d'Antrema n'accueille que 6% de la population de la commune, 38% des puits aux normes existants se trouve dans la commune. Les fokontany de Beantsiva et de Tsianjarafa ne bénéficient d'aucun puits. Et Analatelo, avec 26% de la population de la commune, n'a qu'un seul puits aux normes. Cinq (5) puits aux normes viennent d'être installés en 2013 sur financement de l'USAID. Le fokontany d'Analatelo en a reçu 1, celui de Katsepy 3, et Sankoany en a bénéficié d'un. La majeure partie de la population puise l'eau dont elle a besoin dans les cours d'eau et les lacs.

## Production en riz

Pour la production rizicole, la commune Katsepy dispose de 3 667 ha de rizières. Dans l'hypothèse où une personne consomme 138 kg de riz blanc par an (moyenne nationale Malagasy d'après le Ministère de l'Agriculture), le besoin en riz pour les 18 538 habitants de la commune s'élève à 2 558 t (18 538 x 0.138 t). Or, avec un taux de rendement de 1t par hectare, la commune produit 3667 t de paddy, soit 2 383 t de riz. La production en riz de la commune ne couvre donc pas les besoins en alimentation de base de la population.

## Climat

Le climat d'Antrema est identique à celui de Boanamary.

## Le relief, l'altitude et les pentes

La commune de Katsepy présente un relief globalement plat. L'altitude locale varie de 0 à 191 m, avec une moyenne de 31 m. Le point culminant de la commune se trouve à l'extrémité Sud du fokontany d'Analatelo. L'essentiel du relief de la commune se compose de fonds de vallées et de basses collines, avec des pentes inférieures à 12%. Les versants à fortes dénivellation n'occupent que 2% du territoire. Les pentes les plus fortes se trouvent dans les fokontany de Beantsiva et d'Ambondrona.

## Les bassins versants et les ressources en eau

La commune de Katsepy bénéficie d'un réseau hydrographique dense. La rivière Vavan'i Mavozaza forme le principal cours d'eau de la commune et arrose 23 719 ha. Les rivières Ambararata et Ambodibongo constituent les deuxième et troisième bassins les plus importants, avec respectivement 22 616 ha et 13 642 ha d'étendues.

Plusieurs lacs permanents ornent le territoire communal dont les plus importants se trouvent dans le fokontany de Beantsiva : Tsiandahatra (994 ha), Antsoheribe (95.31 ha) et Ambalatany (65.71 ha). Tous les autres fokontany possèdent aussi chacun des lacs permanents mais dont les surfaces sont moins importantes comparées à celles citées plus haut.

## Aspect économique

- **L'agriculture**

Quatre mille cent trente huit hectares (4 138ha) de terre sont aménagés en terre de cultures dans la commune de Katsepy, dont 3 667 ha correspondent à des rizières et 471 ha à des terres de culture de contre saison (manioc, arachide, maïs).

- **La riziculture**

Les plus grandes étendues de rizières se trouvent dans les fokontany de Beantsiva (1 614 ha) et d'Ambondrona (1 089). Presque la moitié du fokontany de Tsianjarafa se compose de rizières (659 ha). Le rendement moyen sur le territoire communal s'estime à 1 t/ha (selon la population).

- **Les cultures de contre saison (maïs, arachide et manioc)**



Ce type de culture n'occupe que 11% seulement du total des surfaces de culture, soit 471 ha. Le fokontany d'Ambondrona abrite la plus grande superficie de culture de contre saison avec 161 ha, suivi par le fokontany de Katsepy (127 ha). Les autres fokontany ne consacrent à ce type de culture que moins de 60 ha chacun.

- **L'élevage**

- **Élevage bovin**

Cette activité tient la part la plus importante dans le secteur. Le Chef d'Arrondissement Administratif chiffre le cheptel de la commune à 15 020 têtes. La commune ne dispose pas de zone de pâturage bien déterminée ni de marché de bovidés. Et les éleveurs laissent souvent le bétail errer. Lorsque les éleveurs veulent vendre ou acheter, ils doivent prospecter et démarcher en privée, ou rejoindre le marché de la commune d'Antongomena Bevary ou de Marovoay.

- **L'apiculture**

L'apiculture se pratique surtout dans les fokontany d'Analatelo et de Sankoany, avec la méthode traditionnelle. Les producteurs placent juste des bouts de bois creux avec des nids d'abeilles sur certains arbres situés dans la forêt et recueillent après le miel déposé par les essaims attirés. Les producteurs vendent le miel directement à Mahajanga. Le litre de miel se vend à 5 000 Ar.

- **La pêche**

La pêche représente une activité complémentaire à l'agriculture et à l'élevage pour la majorité de la population de tous les fokontany de la commune de Katsepy, sauf pour une partie de la population de Sankoany et d'Ambondrona. Il s'agit de produits indifférenciés (poissons, crevettes, crabes, produits frais et salés confondus). La commune ne dispose pas de marché de produits de la pêche.

- **L'extraction minière**

L'extraction de pierres de célestite occupe bon nombre de famille dans la localité de Sankoany. La méthode et les outils d'extraction demeurent très archaïques : les mineurs utilisent de simples pioches, des bêches et des pelles pour creuser des trous profonds, pouvant aller jusqu'à 20 mètres. La commune ne dispose pas de marché pour les transactions concernant les pierres de célestite, mais des collecteurs venant d'Antananarivo débarquent à Sankoany pour acheter les pierres brutes.

- **La production de charbon**

Le charbon produit dans la Commune provient des localités d'Antetikala (Katsepy), Antsoherimasiba, Kapazo (Antrema), Analatelo et Ambovongidro (Ambondrona). Trois endroits dans la commune servent de point de sortie et d'embarquement du charbon, à savoir : Antrema, Sankoany, et Matahitromby. Ces localités ont la particularité de se trouver en bord de mer. Ils produisent à peu près 3.080 sacs de charbon par mois dans la commune, soit 770 sacs de 25 kg par semaine.

- **La vannerie**

Beaucoup de femmes de la commune de Katsepy s'adonnent au tissage des fibres de Satrana. Elles produisent essentiellement des nattes de différentes tailles et des paniers. Les quantités produites restent faibles en raison de l'absence de marché au niveau communal.

- **Le commerce**

La commune Katsepy ne dispose pas de marché de produits locaux. Néanmoins, elle compte 12 épiceries et 16 gargotes formelles. La liste des contribuables indique aussi la présence de 11 bars et 6 boucheries sur le territoire communal.

- **Le tourisme**

La forêt d'Andohanisankoanibe (fokontany de Sankoany) et les alentours des grands lacs de Beantsiva (Tsiandahatra et Ambalatany) abritent d'importantes colonies d'oiseaux dont certains sont endémiques de la région, et des lémuriers. La commune dispose aussi de plusieurs grottes qui peuvent faire l'objet de visite. Ces grottes se situent à Antsingy (fokontany de Katsepy), à Ambovokalanoro et Andavabatobe (fokontany d'Analatelo), Anjohibe (fokontany de Beantsiva).

### **c - Commune Marovoay Banlieue**

#### **Population**

L'effectif total de la population de Marovoay s'élève à 14 170. Le fokontany de Mahatsinjo possède la densité de population la plus élevée (236.6 personnes/km<sup>2</sup>); et celui d'Andakalaka la plus faible (10.7 personnes/km<sup>2</sup>). Les habitants de la commune proviennent de différentes ethnies : Sakalava, Betsirebaka, Betsileo, Merina, Antandroy, Tsimihety, Sihanaka, Betsimisaraka.

#### **Occupation des terres**

Les zones d'habitation occupent un espace minime (0.6%) dans la Commune. Les rizières quant à elles, prennent une superficie assez importante (27%). Il reste peu de mangroves et de forêts dans la région, elles se sont converties peu à peu en savane arbustive (28.6%). Le reboisement est encore à l'essai et donc n'occupe pas trop d'espace.

#### **Aspect économique**

- **Riziculture**

Il y a deux périodes de production de riz dans la commune :

- De Mai en Juin : 1 000 tonnes à 400 Ar le kilo
- D'août en Avril : 1 200 tonnes à 500 Ar - 600 Ar/kg

Les riz sont stockés à Antafia, Ambovomavo et Diego Kely

- **Les cultures de contre saison**



La culture de **manioc** tient la place la plus importante de toutes, elle se fait notamment dans les fokontany de Miadana, de Mahatsinjo et d' Andakalaka. On y rencontre aussi des arachides et des maïs mais ceux-ci ne prennent pas beaucoup de place. Les lieux de stockage des produits sont respectivement : Miadana, Antanambao et Andranolava ; ils sont tous vendus à Mahajanga. Les saisons de vente sont de Mai à Juin à 25 000 Ar/sac de 100kg soit 250 Ar/kg, et Septembre à 40 000 Ar/sac de 100 kg soit 400 Ar/kg.

Les **mangues** aussi font l'objet de vente à Marovoay, surtout à Lakovola, Mahatsinjo, Marosakoa, Ambalabongo. Elles sont exportées à Antananarivo et arrivent à remplir jusqu'à 10 camions de 10 tonnes (100 t) en saison. Le prix de la soubique de 150 kg varie de 5 000 à 6 000 Ar soit 30 à 40Ar/kg. Le prix pour une caisse de 200 kg est de 7 000 à 9 000 Ar soit 40 à 60 Ar/kg.

La **canne à sucre** de Marovoay se fait dans les fokontany d'Ambanjabe et d'Anosikibondro. Les champs de culture sont d'anciennes rizières devenues des bancs de sable et des tannes. La culture de canne à sucre a connu un essor après l'enquête concernant la production d'éthanol en 2010. Les produits sont transformés en alcool mais se font illicitement.

- **La pêche**

Elle se fait dans les lacs Nosy Lava, Manitomany, Marofisoko et dans Vavaranon'i Betsiboka. Les produits de la pêche sont les poissons Gogo, Besisika, Karapapaka, Trondrovahiny, Fibata, Amborodo (4 000 Ar/kg) , Amalona (2 000 Ar/kg), Karara, Tilapia (frais : 3 000 Ar/kg).

Selon les saisons, les productions vendues changent. Pour les mois de Mars, Avril et Mai, les Maimbokely et les Tsitsika sont vendus à environ 10 tonnes/jour contre 600kg/jour en période creuse.

#### **VI-1-4 - Problèmes rencontrés**

- **La sécurité**

Certains sites n'ont pas pu être visités pour cause de sécurité, comme la forêt d'Ankamaho et la forêt d'Antsankoanibe dont l'inaccessibilité s'explique par la présence de brigands et de voleurs qui y rodent. Tout récemment, des zébus viennent aussi d'être volés par les « dahalo » dans la partie Matahitromby.

- **L'eau**

L'insuffisance en eau se fait sentir partout, surtout à Matahitromby, secteur du fokontany de Sankoany. Il n'y a qu'un seul puits pour tous les villages. Lors de la saison sèche, il ne reste pratiquement pas d'eau dans toutes les communes ; et l'eau a un goût salé lorsqu'il y a marée haute.

Dans la Commune de Boanamaray, beaucoup achètent de l'eau en provenance du fokontany d'Amboanio à 300 Ar le bidon de 20l. Le transport d'eau allant du puits vers un foyer coûte 500 Ar/bidon de 20 l, vu le grand nombre de personnes utilisant le puits et la non proximité village-puits.

- **L'électricité**

La plupart des gens qui ont accès à l'électricité utilisent des plaques solaires, à l'exception du fokontany d'Amboanio de la Commune Boanamary qui est électrifié. Ceux qui n'en ont pas (plus de la moitié de la population) utilisent des lampes à pétrole ou des bougies. L'utilisation de groupe électrogène est rare pour chaque commune.

- **La scolarité**

Il n'y a qu'une seule école à Matahitromby, Fokontany de Sankoany notamment une EPP. Et le CEG ne se trouve que dans la commune de Katsepy, qui se trouve à une assez grande distance. La plupart des gens ne savent ni lire ni écrire. Dans la Commune de Marovoay Banlieue, il n'y a pas de Collège. Les élèves ayant acquis le CEPE doivent alors aller à Antanambao Andranolava (partie Nord) ou à Marovoay (partie Sud) pour poursuivre leurs études.

- **L'infrastructure sanitaire**

Chaque commune ne possède ni hôpital, ni pharmacie. Il n'y a de médecins que dans les CSB (Centre de Santé de Base), pareil pour les infirmiers et les sages-femmes. Pour Matahitromby, il n'y a pas de CSB, il faut aller jusqu'au fokontany de Sankoany pour y accéder situé à 45min de marche. Les habitants des fokontany d'Ambatomalama et de Morahariva, de la Commune de Boanamary, ont aussi un accès difficile au CSB.

- **Le transport**

Le transport dans l'intégralité du site laisse à désirer. Pour Boanamary par exemple, le taxi-brousse ne voyage qu'une fois par jour. Cela s'ajoute à la surcharge et à la vieillisse du véhicule qui ne satisfait pas du tout la population. Il y a aussi le cas de Matahitromby qui n'est accessible que par des pirogues à voile. Le problème dans ce cas est que le voyage dépend totalement de la force du vent. Sans vent assez fort à l'appui, le trajet Mahajanga – Matahitromby (ou l'inverse) peut prendre jusqu'à 5 heures au lieu d'une heure trente. De même, lors des visites des îles, il faut attendre que le vent souffle assez fort pour pouvoir atteindre la destination.

## Chronogramme

Date	Activités	Lieu
25/03/2017	Départ Tana – Mahajanga	
26/03/2017	Arrivée à Mahajanga	
27/03/2017	Mahajanga : signature des ordres de route, préparation du terrain avec les équipes du D.E.L.C Mahajanga	Mahajanga
28/03/2017	Départ Mahajanga - Boanamary, arrivée à Boanamary et rencontre avec le chef Fokontany	Boanamary
29/03/2017	Préparation avec le guide de la zone d'étude, visite de l'adjoint au maire pour la signature de l'Autorisation de Recherche	Boanamary, Ambalatany

30/03/2017	Descente sur terrain pour la prospection du site d'étude, vérification des occupations du sol, relevé écologique sur la mangrove très dégradée	Morahariva
31/03/2017	Suite du relevé écologique sur la mangrove très dégradée, enquêtes ethnobiologiques et socio-économiques avec la population locale	Morahariva
31/03/2017	Relevé écologique sur la mangrove dégradée, enquêtes ethnobiologiques et socio-économiques avec la population locale, mesure de la profondeur de l'eau	Morahariva, Nosy Lagera
01/04 au 02/04/2017	Enquêtes ethnobiologiques et socio-économiques avec la population locale, vérification des occupations du sol	Boanamary
03/04/2017	Enquête auprès de la commune et du chef de Fokontany, visite auprès de la communauté religieuse élevant des poules pondeuses	Boanamary, Tsararivotra
04/04/2017	Départ Boanamary – Mahajanga	
05/04/2017	Documentation auprès du Ministère des Eaux et Forêts, visite de la commune Katsepy pour la signature de l'Autorisation de Recherche	Mahajanga, Katsepy
07/04/2017	Départ Mahajanga – Matahitromby	
08/04 au 09/04/2017	Discussion avec le guide sur la préparation du terrain, Prospection de site d'étude, vérification des occupations du sol	Matahitromby, Nosy
10/04 au 13/04/2017	Relevé écologique sur la forêt sèche et étude de la savane	Amboaniokely, Amboboaka
14/04 au 15/04/2017	Relevé écologique sur la mangrove recrue, visite de lac et de culture, visite du Fokontany	Matahitromby, Andrahibo, Sankoany
18/04/2017	Relevé écologique sur la mangrove intacte, mesure de débit et profondeur de l'eau	Nosy Jembe
19/04 au 20/04/2017	Enquêtes ethnobiologiques et socio-économiques auprès de la population locale et autres occupations.	Matahitromby, Antsakoanibe, Ankamaho
21/04/2017	Retour à Mahajanga	
22/04 au 23/04/2017	Documentation	Mahajanga
24/04/2017	Retour à Tana	

## VI-2- Equipe comptes monétaires

Deux doctorants du C3EDM secondés par des enquêteurs constituant l'équipe 'comptes monétaires' ont ensuite relayé les étudiants précédents pour la suite de collecte des données. Les descentes sur terrain ont été effectuées du 3 au 11 septembre 2017. Ils étaient respectivement du 05 au 06 Septembre 2017 à Antrema, et du 08 au 10 septembre 2017 à Bombetoka.

Leur principale tâche était de réaliser des évaluations monétaires des comptes pour les produits ligneux et non ligneux, ainsi que pour l'eau. 77 individus (dont 23 pour Antrema et 54 pour Bombetoka) sur les 150 ciblés ont pu être interrogés. En moyenne, une séance avec un individu avait duré une heure-une heure et quart.

Ils ont cependant rencontré quelques difficultés concernant la collecte des données. D'abord, le temps imparti était insuffisant pour couvrir davantage de villages étant donné qu'il fallait parcourir de longues distances pour atteindre un village.

### VI-2-1- Antrema

L'équipe a principalement enquêté dans la partie Nord d'Antrema, qui comprend les villages d'*Antrema Andafiroa*, de *Beankama*, et de *Bako*. Faute de temps et de logistique et à cause de l'éloignement des villages, elle n'a pas pu réaliser la partie Sud du site. L'équipe a été divisée en deux groupes pour la collecte des données. Pour le premier jour, les deux équipes sont restées dans le même village (Antrema Andafiroa). Pour le deuxième jour d'enquête, chaque groupe avait pris un village (Beankama et Bako).

La population a été plutôt accueillante et l'enquête s'est bien déroulé, sauf pour le cas d'Antrema Andafiroa où le guide d'un des deux groupes a fait des interventions non sollicitées durant les enquêtes (surtout vers la fin), influençant significativement les réponses des enquêtés.

Pour les évaluations monétaires du capital naturel, les résultats ont été plutôt contrastés en termes de consentement à payer. Pour les produits ligneux, la majorité des individus interrogés ont exprimé des consentements à payer positifs pour les espèces qu'ils utilisent pour leurs besoins. Par contre, les personnes interrogées ont refusé de payer pour la plupart pour les produits non ligneux. La principale raison était que ces produits étaient soit des plantes médicinales, soit des plantes encore très abondantes et en libre accès. Ce constat nous a contraint à attribuer une valeur symbolique pour la ressource, pour les individus ayant un consentement à payer nul.

Pour le cas de l'eau, et malgré que la ressource soit gratuite dans le site, la majorité des personnes interrogés ont exprimé des consentements à payer positifs pour les différents composants du service eau. En outre, même si en général les individus interrogés avaient estimé que la qualité de l'eau est de bonne qualité, certains avaient quand même exprimé une volonté à payer pour améliorer cette qualité.

### VI-2-2-Bombetoka

Pour Bombetoka, l'enquête s'est déroulée dans 4 villages qui sont respectivement Ambalantany, Bonamary secteur 2, Amboanio, et Bonamary secteur 1. Comme pour le cas d'Antrema, l'équipe s'est scindée en groupes pour réaliser le plus d'enquêtes dans un même village. Pour le premier jour, deux groupes ont été formés pour couvrir le village d'Ambalantany, puis pour le reste des jours de mission, trois groupes ont été formés pour couvrir les villages de Bonamary s-2, d'Amboanio, et de Bonamary s-1.

L'enquête s'est bien déroulée dans l'ensemble, mais l'éloignement des villages tout comme le cas d'Antrema avait limité la réalisation des enquêtes. Le guidage avait été bien réalisé et malgré cet éloignement, les objectifs fixés pour chaque groupe et pour chaque village ont été atteints.

Pour les évaluations monétaires du capital naturel, la majorité des individus interrogés ont exprimé des consentements à payer positifs à la fois pour les espèces dans la catégorie des produits ligneux, que les espèces dans la catégorie des produits non ligneux.

Pour le cas de l'eau, la majorité des individus ont exprimé des consentements à payer positifs pour les différents composants du service eau. Par ailleurs, pour tous les villages qu'on a ciblés à Bombetoka, la population interrogée avait jugé que la qualité de l'eau était mauvaise et insuffisante.



Dans l'ensemble, on peut avancer que les personnes interrogées accordent une certaine importance à la préservation des ressources naturelles. Par contre, elles considèrent que ce sont les 'mpivahiny' qui constituent les principales menaces à l'environnement.

## VII- Résultats de l'établissement des comptes biophysiques

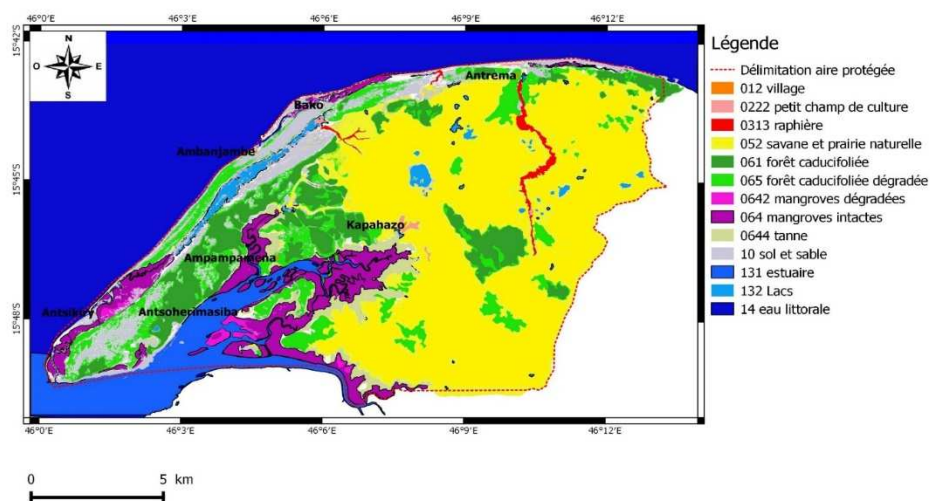
L'établissement des comptes biophysiques repose sur l'utilisation d'images satellites, des inventaires écologiques, de l'exploitation des données d'enquêtes faites sur le terrain et des données recueillies auprès des différents départements (génie rural, service 'Suivi et évaluation', service vétérinaire régional, cantonnement de l'écologie de la mer et des forêts, service eau et électricité (Jirama)).

### VII-1- Antrema

#### Comptes d'occupation du sol

Les cartes d'occupation des sols entre les deux années choisies (Figures 4 et 5) sont données respectivement ci-après :

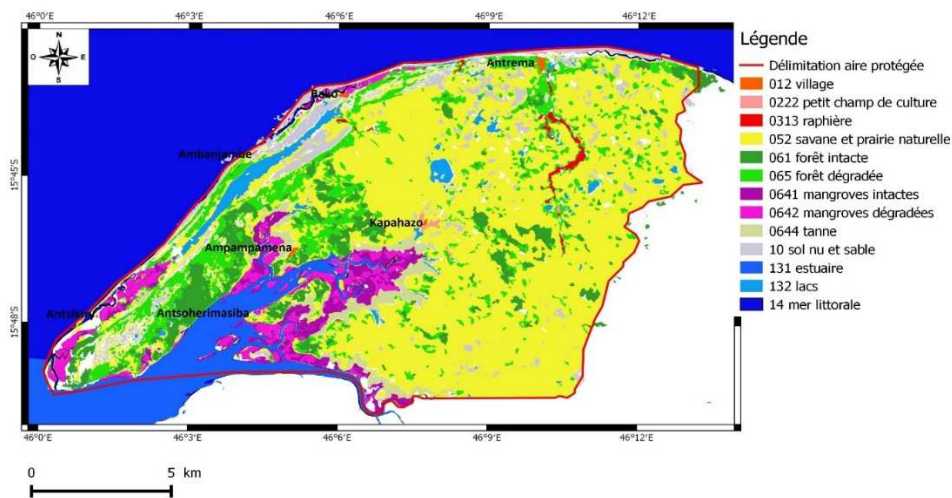
#### CARTE D'OCCUPATION DES SOLS ANTREMA 2004



Auteur: Tony R.  
Source: Googleearth (c) 2004

Figure 4 : Carte d'occupation du sol Antrema 2004

## CARTE D'OCCUPATION DES SOLS ANTREMA 2014



Auteur: Tony R.  
Source: Image SPOT-5

Figure 5 : Carte d'occupation du sol Antrema 2014

- Le compte de couvertures des terres est basé sur des cartes d'occupation des terres à deux dates et leur évolution. Les images SPOT-5 fournies par la SEAS-OI (La Réunion) ont été utilisées. On a pu constater un fort déclin de la forêt caducifoliée intacte, mais aussi une augmentation de la surface habitée. Cette hausse va entraîner des dégradations dans le milieu naturel et la croissance de l'agriculture.
- Des données satellitaires combinées avec des résultats d'enquêtes ont été utiles pour établir le compte du carbone écosystémique. Le stock de carbone est encore suffisant par rapport au besoin de la population et la nature. Néanmoins, il faut le surveiller parce qu'il est en train de baisser durant les dates prises pour effectuer nos recherches.
- Le compte de l'eau écosystémique est comme le carbone, c'est-à-dire qu'on a combiné des données satellitaires (précipitation, évapotranspiration ...) avec des données d'enquêtes (utilisation de l'eau) et des résultats de recherches dans différentes institutions (ministères, le service responsable de la météorologie ...). Comme résultats, on a distingué la diminution de la précipitation durant ces dix ans. Cela a entraîné une baisse considérable dans le stock de l'eau à Antrema. Par contre l'utilisation de l'eau a diminué, même si la population augmente, à cause de la dégradation des espaces naturelles. A court terme, l'eau est suffisante, mais à long terme il va falloir surveiller de près cette diminution du stock.
- Le compte de l'infrastructure écosystémique des services fonctionnels a un tableau présentant le compte de couverture des terres distribué selon les unités paysagères socio-écologiques. Celles-ci sont obtenues par quelques manipulations SIG de la NAP. Donc les données utilisées pour ce compte proviennent soit de la manipulation SIG, soit des enquêtes. On remarque que l'accès local au potentiel total de l'infrastructure écosystémique pour la conservation de la nature a une valeur élevée (182 954) car on travaille dans une NAP qui est encore classée en catégorie 6 selon l'UICN.

- Le compte de la capacité écosystémique résume en quelque sorte les comptes cités plus haut pour démontrer le vrai potentiel de l'écosystème à fournir ses services. Pour le cas d'Antrema, elle a un crédit de 101 641 ECU (Ecosystem Capital Unit).

## Compte couverture des terres

Le tableau 4 suivant nous indique le compte couverture des terres. Ce compte nous montre les différentes variations de l'occupation des terres. Tout d'abord, on peut constater que les villages ou plutôt leur empreinte a augmenté durant dix ans. Cette augmentation va à son tour entraîner une dégradation forestière considérable. On peut voir cela dans le déclin des forêts (-338 ha) et les mangroves (-555 ha). Les raphiales ont aussi baissé (-47 ha), cela est dû à l'augmentation de la production de la vannerie. Entre autre, l'augmentation des villages entraîne aussi l'augmentation des surfaces agricoles (40 ha en 10 ans). C'est une bonne chose pour le développement mais néfaste pour l'écosystème.

Tableau 4 : Compte couverture des terres

Classification des unités de couverture des terres écosystémiques (UCTE)	Stocks et flux d'occupation des terres												TOTAL (unité ha)
	012	0222	0313	052	061	065	0641	0642	0644	10	132		
	Peuplements humains dispersés (village)	Petits champs de cultures herbacées ou aquatiques	Raphiale	Prairies naturelles (savane et savane arborée)	Forêt caducifolée (dense/sèche)	Forêt caducifolée (dense/sèche dégradée)	Mangroves intactes	Mangroves dégradées	Tanne	Sols nus	Lacs et réservoirs		
<b>I. Stocks d'ouverture</b>													
Stocks d'ouverture	10	40	164	11 182	1 982	2 431	1 631	175	672	1 762	378	20 427	
<b>II. Formation de couverture des terres</b>													
F_If1 Développement artificiel	24											24	
F_If2 Développement de l'agriculture		7										7	
F_If3 Conversions et rotations internes													
F_If4 Gestion et altération des espaces forestiers				991								991	
F_If41 Gestion, coupe et replantation						338						338	
F_If5 Restauration et création d'habitats													
F_If6 Changements dus à des causes naturelles et multiples				47		911		485	14	95		1552	
F_If7 Autres changements des terres n.c.a. et réévaluation				370								370	
Total, formation de couverture des terres	24	7		1 408		1 249		485	14	95		3 282	
<b>III. Consommation de couverture des terres</b>													
C_If1 Développement artificiel						10				14		24	
C_If2 Développement de l'agriculture				7								7	
C_If3 Conversions et rotations internes													
C_If4 Gestion et altération des espaces forestiers						935	56					991	
C_If41 Gestion, coupe et replantation					338							338	
C_If5 Restauration et création d'habitats			47				485					532	
C_If6 Changements dus à des causes naturelles et multiples				851			14		42	155		1062	
C_If7 Autres changements des terres n.c.a. et réévaluation										328		328	
Total, consommation de couverture des terres			47	858	338	945	555		42	497		3 282	
Changement net de couverture des terres	24	7	-47	550	-338	304	-555	485	-28	-402			
Aucun changement	10	40	117	10 324	1 644	1 486	1 076	175	630	1265	378	17 145	
<b>IV. Stocks de clôture</b>													
Stocks de fermeture	34	47	117	11 732	1 644	2 735	1 076	660	644	1 360	378	20 427	

## Compte de l'eau écosystémique

Ce compte se divise en quatre tableaux :

### i) Bilan de base

Les résultats sont consignés dans le tableau 5. Comme on peut le constater dans ce tableau, il y a eu une diminution de 7.09 % dans les lacs en 10 ans. Mais par contre, il y a eu 9.09 % de perte dans les rivières. Mais si on additionne ces pertes on voit que cela ne représente que 1.15 % de l'eau contenue dans la NAP d'Antrema. Cette diminution est due à la baisse de la précipitation au cours de ces dix dernières années.

Tableau 5 : Bilan de base (unité en m<sup>3</sup>)

	Lacs et réservoirs	Rivières et autres cours d'eau	Eaux souterraines	Sol et végétation	Total eaux intérieures
<b>I. Bilan de base de la ressource en eau écosystémique</b>					
<b>Stocks d'ouverture (2004)</b>	9.473.946	669.801.894	4.688.772.480		5.368.048.320
<b>Stocks de clôture (2014)</b>	8.802.321	608.910.813	4.688.772.480		5.306.485.614
<b>Augmentation/Diminution (A/D)</b>	-671.625	-60.891.081			-61.562.706
<b>Pourcentage (A/D) %</b>	-7,09	-9,09			-1,15
<b>Précipitation 2004</b>	3.894.491	2.414.772		450.418.030	456.727.293
<b>Précipitation 2014</b>	2.434.727	1.141.764		272.433.133	276.009.624
<b>Différence en %</b>	-37,5	-52,7		-39,5	-39,6

### ii) Ressources en eau accessible

Le total d'eau qu'on peut utiliser dans la NAP a diminué de 27% pendant ces dix ans (Tableau 6). Cela est relié à la cause citée plus haut sur la diminution des stocks.

Tableau 6 : Ressources en eau accessible

	2004	2014	Différence	%
<b>II. Compte de la ressource écosystémique accessible</b>				
<b>Ressources totales en eau naturelles renouvelables</b>	1.227.548.151	894.820.607	-332.727.544	-27,1
<b>Ressources totales en eau secondaires</b>	68.793.691	76.132.088	7.338.397	10,67
<b>Ressources en eau primaires et secondaires nettes</b>	773.656.117	569.200.309	-204.455.808	-26,43
<b>Ressources en eau naturelle exploitables</b>	1.074.517.783	752.229.949	-322.287.834	-30
<b>Ressources en eau secondaires exploitables</b>	68.790.895	76.128.007	7.337.112	10,67
<b>Excédent net d'eau accessible dans l'écosystème [ENEAE]</b>	1.143.308.678	828.357.956	-314.950.722	-27,55

### iii) Utilisation totale de l'eau

La ligne qui contient l'UTEE montre l'utilisation de l'homme et l'écosystème de l'eau disponible (Tableau 7). Cette utilisation a connu une baisse d'environ 17 % durant ces dix ans. Il est à remarquer que l'utilisation d'eau des écosystèmes a entraîné cette baisse à cause de la dégradation de ce dernier. La dernière ligne montre l'exigence en eau de la NAP. Cette exigence connaît aussi une baisse d'environ 17 %. Sur ce résultat on peut dire que l'eau est amplement suffisante pour la population et pour les écosystèmes.

Tableau 7 : Utilisation totale de l'eau

	2004	2014	Différence	%
<b>III. Compte de l'utilisation totale de l'eau</b>				
Prélèvements dans les masses d'eau	63.888.974	70.989.606	7.100.632	11,11
Utilisation d'eau 'verte' par l'agriculture et la foresterie	76.190.538	44.971.703	-31.218.835	-40,97
Collecte des eaux de pluie	41,3	60,24	18,94	45,86
<b>Utilisation totale de la ressource en eau écosystémique [UTEE]</b>	<b>140.079.553</b>	<b>115.961.369</b>	<b>-24.118.184</b>	<b>-17,22</b>
Apports artificiels d'eau provenant d'autres territoires	2,23	2,8	0,57	25,56
Prélèvement d'eau de mer	190,5	278,1	87,6	45,98
Importation d'eau/contenu des marchandises et des résidus	20	24	4	20
Exportation d'eau/contenu des marchandises et des résidus	20,3	21,2	0,9	4,43
<b>Utilisation directe d'eau</b>	<b>140.079.786</b>	<b>115.961.674</b>	<b>-24.118.112</b>	<b>-17,22</b>
<b>Consommation intérieure d'eau</b>	<b>140.079.765</b>	<b>115.961.653</b>	<b>-24.118.113</b>	<b>-17,22</b>
Eau virtuelle incorporée dans les marchandises importées	307.150	341.278	34.128	11,11
<b>Exigence totale en eau</b>	<b>140.386.936</b>	<b>116.302.952</b>	<b>-24.083.984</b>	<b>-17,15</b>

### iv) Intensité d'utilisation et indice de santé

L'ISUE qui vaut 7.14 nous renseigne qu'il n'y a pas de surconsommation de la ressource en eau en dix ans tandis que l'ICES égal à 1 signifie que la qualité d'eau est restée stable en dix ans (Tableau 8).

Tableau 8 : Intensité d'utilisation et indice de santé

Types d'actifs du SCEE-Eau	Lacs et réservoirs	Rivières et autres cours d'eau	Eaux souterraines	Sol et végétation	Total eaux intérieures
<b>IV. Tableau des indices d'intensité d'utilisation et de santé écosystémique</b>					
<b>Excédent net d'eau accessible dans l'écosystème [ENEAE]</b>	14412330	387604992	153907225	272433409	828357956
<b>Utilisation totale de la ressource en eau écosystémique [UTEE]</b>	996274	69987677	5655	44971703	115961369
<b>Intensité soutenable de l'utilisation des ressources en eau écosystémiques [ISUE]</b>	14,47	5,54	27218,06	6,06	<b>7,14</b>
<b>Indice composite du changement de l'état de santé de l'eau écosystémique [ICES]</b>	1	1			<b>1</b>
<b>Valeur unitaire écosystémique interne (changt) [VUEI]</b>	7,73	3,27	27.218	6,06	<b>4,07</b>

Même si on remarque que la NAP n'a pas connu de surconsommation durant ces dix dernières années, la baisse de la précipitation est à surveiller. Car si cette valeur continue dans ce sens, la ressource en eau de la NAP sera épuisée d'ici une quarantaine d'années.

## **Compte de l'infrastructure des services fonctionnels**

Ce compte se divise en quatre tableaux :

### **i) Bilan de base**

Le bilan de base est donné dans la tableau 9 ci-après.

Tableau 9 : Bilan de base (en ha)

Types d'unités comptables écosystémiques		Forêt	Mangrove	Prairies	Zones hulides	Autres couverture de terre	TOTAL
<b>I.1 Compte des stocks et flux de couverture des terres [ en ha]</b>							
O12	Peuplements humains dispersés (village)					10	10
O222	Petits champ de culture herbacées ou aquatiques					40	40
O313	Raphiale				164		164
O52	Prairies naturelles (savane et savane arborée)			11182			11182
O61	Forêt caducifoliée (dense seche)	1982					1982
O65	Forêt caducifoliée dégradée (dense seche dégradée)	2431					2431
O641	Mangroves intactes		1631				1631
O642	Mangroves dégradées		175				175
O644	Tanne					672	672
10	Sols nus					1762	1762
132	Lacs et reservoirs				378		378
LC1	<b>Stock d'ouverture de couverture des terres</b>	<b>4413</b>	<b>1806</b>	<b>11182</b>	<b>542</b>	<b>2484</b>	<b>20427</b>
F_if	<b>Formation de couverture de terre</b>	<b>1249</b>	<b>485</b>	<b>1408</b>	<b>0</b>	<b>140</b>	<b>3282</b>
C_if	<b>Consommation de la couverture terrestre</b>	<b>1283</b>	<b>555</b>	<b>858</b>	<b>47</b>	<b>539</b>	<b>3282</b>
O12	Peuplements humains dispersés (village)					34	34
O222	Petits champ de culture herbacées ou aquatiques					47	47
O313	Raphiale				117		117
O52	Prairies naturelles (savane et savane arborée)			11732			11732
O61	Forêt caducifoliée (dense seche)	1644					1644
O65	Forêt caducifoliée dégradée (dense seche dégradée)	2735					2735
O641	Mangroves intactes		1076				1076
O642	Mangroves dégradées		660				660
O644	Tanne					644	644
10	Sols nus					1360	1360
132	Lacs et reservoirs				378		378
LC2	<b>Stock de clôture de couverture des terres</b>	<b>4379</b>	<b>1736</b>	<b>11732</b>	<b>495</b>	<b>2085</b>	<b>20427</b>

## ii) Potentiel de l'infrastructure écosystémique accessible

Dans le tableau 10 suivant, la variation de la PTIE peut être mise en évidence entre les deux dates prises pour faire la comptabilité écosystémique. On remarque une légère baisse de cette valeur à cause des dégradations observées sur le site.

Tableau 10 : Potentiel de l'infrastructure écosystémique accessible

	Forêt	Mangrove	Prairies	Zones humides	Autres couvertures	TOTAL	Grands cours d'eau	Cours d'eau moyen	TOTAL
<b>II. Potentiel de l'infrastructure écosystémique accessible</b>									
Stock d'ouverture de couverture des terres en ha	4413	1806	11182	542	2484	20427			
Potentiel écosystémique net des paysages	394886	168202	894476	48638	117270	1623472			
Stock d'ouverture des rivières en unités standard de mesure des rivières (USMR)							722,7	132,5	855,2
Potentiel écosystémique net des rivières							65497	10404	75902
Potentiel écosystémique des rivières dans le paysage	3530	596	22811	54	1118	28110			
<b>Stock d'ouverture du potentiel total de l'infrastructure écosystémique [PTIE]</b>	<b>398417</b>	<b>168798</b>	<b>917287</b>	<b>48692</b>	<b>118387</b>	<b>1651581</b>			
Stock de clôture de couverture des terres en ha	4379	1736	11732	495	2085	20427			
Potentiel écosystémique net des paysages	365384	152256	879812	44233	103223	1544908			
Stock final des rivières en unités standard de mesure des rivières (USMR)							484,1	89,99	574,1
Potentiel écosystémique net des rivières							43872	6168	50039
Potentiel écosystémique des rivières dans le paysage	2277	365	16425	30	521	19617			
<b>Stock d'ouverture du potentiel total de l'infrastructure écosystémique [PTIE]</b>	<b>367661</b>	<b>152620</b>	<b>896237</b>	<b>44263</b>	<b>103744</b>	<b>1564525</b>			

## iii) Accès global aux services fonctionnels de l'infrastructure écosystémique

On remarque ici (Tableau 11) que l'accès local au PTIE pour la conservation de la nature a la valeur la plus élevée car on travaille dans une NAP qui est encore classé en catégorie 6 selon l'UICN.



Tableau 11 : Accès global aux services fonctionnels de l'infrastructure écosystémique

Types d'actifs du SCEE-Eau	Forêt	Mangrove	Prairies	Zones humides	Autres couvertures	Total
<b>III. Accès global aux services fonctionnels de l'infrastructure écosystémique</b>						
<b>Stock d'ouverture du potentiel total de l'infrastructure écosystémique [PTIE1]</b>	398416,67	168797,79	917287,42	48691,93	118387,44	1651581,24
Accès local de la population au PTIE	8677,6	5648,25	13166,9	3033,61	4730,24	35256,61
Accès local de la population aux services de l'agro-écosystème				13164,96		13164,96
Accès local au PTIE pour la conservation de la Nature	41931,05	17459,92	101277,38	5137,22	17148,60	182954,17
Accès aux services de régulation de l'eau dans le bassin versant	8,16	8,23	7,96	8,15	6,95	39,44
Accès régional au PTIE [tourisme]	40169,48	26146,34	60950,91	14042,87	21896,78	163206,40
Accès global aux services de conservation de la nature	41931,05	17459,92	101277,38	5137,22		165805,57

#### **iv) Intensité d'utilisation et indice de santé**

L'IUIE qui vaut 0.95 indique que la ressource de base accessible reste plus ou moins stable (Tableau 12). Et que l'ICES égal à 1.06 montre que l'écosystème reste en bonne santé malgré les dégradations observées.

Tableau 12 : Intensité d'utilisation et indice de santé

Types d'actifs du SCEE-Eau	Forêt	Mangrove	Prairies	Zones humides	Autres couvertures	Total
<b>IV. Tableau des indices d'intensité d'utilisation et de santé de l'écosystème</b>						
Stock d'ouverture du potentiel total de l'infrastructure écosystémique [PTIE1]	398416,67	168797,79	917287,42	48691,93	118387,44	1651581,2
Stock de clôture du potentiel total de l'infrastructure écosystémique [PTIE2]	367660,8	152620,44	896236,81	44262,9	103744,39	1564525,4
Intensité d'usage de l'infrastructure écosystémique [IUIE]	0,92	0,90	0,98	0,91	0,88	0,95
Indice composite du changement de l'état de santé de l'écosystème [ICES]	1,11	1,02	1,03	1,04	1,09	1,06
Valeur unitaire écosystémique interne (changt) [VUEI]	1,02	0,96	1,00	0,97	0,98	1,00

### **Compte du carbone écosystémique**

Ce compte se divise en quatre tableaux :

#### **i) Bilan de base**

Le tableau 13 suivant nous montre la variation du stock de carbone en dix ans.

Tableau 13 : Bilan de base (en t)

	Habitats	Terres cultivées	Prairie	Terre boisés	Autres terres	Zones humides	Total (unité tC)
<b>I. Bilan de base du carbone écosystémique</b>							
<b>Stocks d'ouverture (2004)</b>	63317	1272	412529	1514778	77083		2068979
<b>Total des apports nets de biocarbone</b>	4015	2120	8626	18519	3162	42	36485
<b>Total des sorties nettes de biocarbone</b>	67	477	329	50341		106	51321
<b>Accumulation nette de carbone écosystémique (ANCE)</b>	3948	1643	8297	-31821	3162	-64	-14836
<b>Stocks de clôture (2014)</b>	86665	1495	432819	1478926	63727		2063634

## ii) Compte de la ressource accessible

Le tableau 14 suivant indique le potentiel de carbone dans la NAP d'Antrema.

Tableau 14 : *Compte de la ressource accessible*

	Habitats	Terres cultivées	Prairie	Terre boisés	Autres terres	Zones humides	Total
<b>II. Compte de la ressource écosystémique accessible</b>							
Total des apports nets de biocarbone (gains)	4015	2120	8626	18519	3162	42	36485
Ajustement net de l'accessibilité	9463	266	61879	-54	11562		83116
Excédent net de carbone écosystémique accessible [ENCEA]	13478	2386	70505	18465	14725	42	119602

## iii) Compte d'utilisation totale de biocarbone

Le tableau 15 résume les carbones utilisés par les habitants et l'environnement de la NAP d'Antrema.

Tableau 15 : *Compte d'utilisation totale de biocarbone*

	Habitats	Terres cultivées	Prairie	Terre boisés	Autres terres	Zones humides	Total
<b>III. Compte d'utilisation totale de biocarbone</b>							
Utilisation totale de carbone écosystémique	67	477	329	50341		106	51321
Consommation intérieure de biocarbone	-3423,7	477	329	50341	0	106,74	47830
Utilisation directe de carbone fossile	5	0	0	0	0	0	5
Exigence totale en carbone	124,3	477	329	50341	0	106	51378

L'exigence totale en carbone (51 378 t) est inférieure à l'excédent net de carbone accessible (119 602 t) ce qui indique qu'il n'y a pas de surconsommation de cette ressource.

**iv) Indice d'intensité d'utilisation et santé écosystémique**

L'intensité soutenable égale à 2 appuie la conclusion qui affirme qu'il n'y a pas de surconsommation de la ressource en carbone (Tableau 16).

Tableau 16 : Indice d'intensité d'utilisation et santé écosystémique

	Habitats	Terres cultivées	Prairie	Terre boisés	Autres terres	Zones humides	Total
IV. Indice d'intensité d'utilisation et santé écosystémique							
Intensité soutenable de l'utilisation du carbone écosystémique	200	5	214	0,37	0	0,39	2
Indice composite de l'état de santé du carbone écosystémique	32	4,44	26,22	1,00		0,39	1,11
Valeur unitaire écosystémique interne	116,29	4,72	120,26	0,68		0,39	1,72

L'indice composite égal à 1.11 montre que la qualité de carbone de la NAP reste meilleur durant ces dix ans

**VII-2- Bombetoka**

Les cartes d'occupation du sol de la NAP Bombetoka en 2007 et 2017 sont données respectivement dans les figures 6 et 7 suivantes

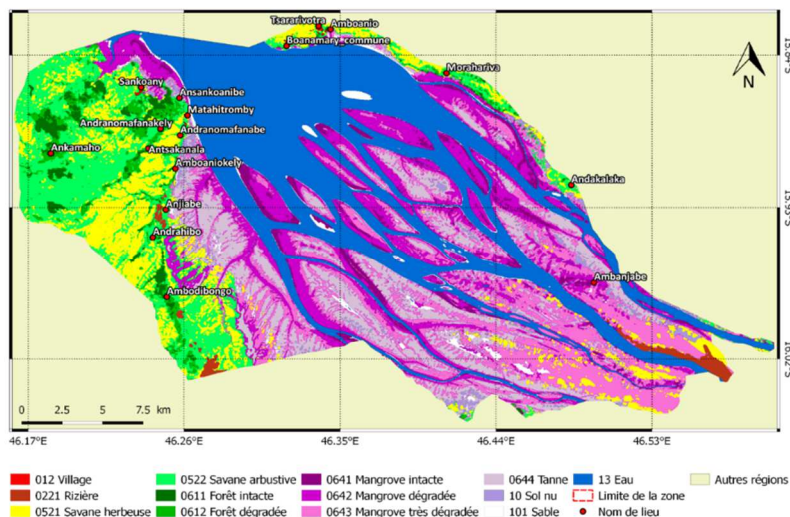


Figure 6 : Carte d'occupation du sol de Bombetoka en 2007

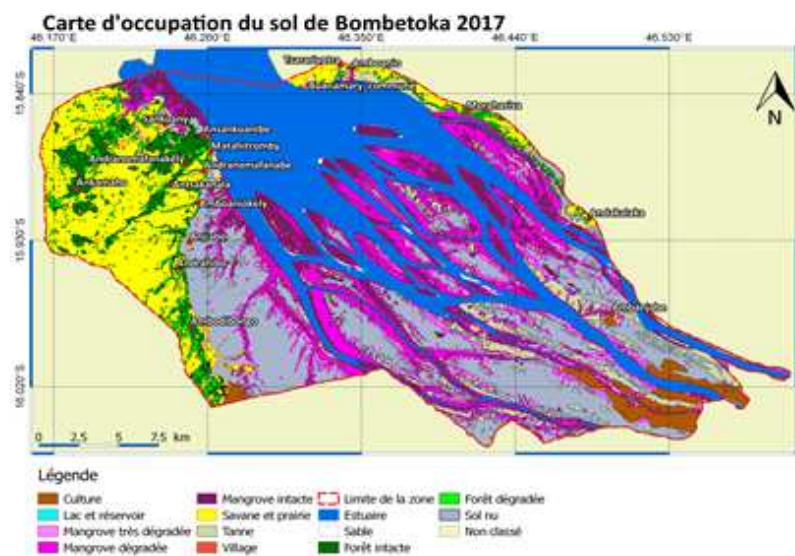


Figure 7 : Carte d'occupation du sol de Bombetoka en 2017

Les flux de couverture des terres sont normalisés suivant les classes de flux ENCA montrées dans le tableau 17 ci-dessous :

Tableau 17 : Flux des couvertures des terres

code	Flux de changement
If0	Non changement
If1	Artificialisation
If2	Extension de l'agriculture
If3	Conversions Internes et rotations
If4	Gestion et altération des espaces forestiers
If5	Restauration et création d'habitats
If6	Changements dus à des causes naturelles et multiples
If7	Autres changements des terres n.c.a. et réévaluation

Le tableau 18 montre les différents changements intervenus au niveau de la région entre 2007 et 2017 tandis que le tableau 19 montre le compte des couvertures des terres établis à partir des cartes d'occupation des sols précédentes.

Tableau 18 : Changements observés entre les années 2007 et 2017 dans la NAP Bombetoka (unité ha)

Matrice de changement		2017													Total (ha)		
		01 Village	022 Culture	0521 Savane herbeuse	0522 Savane arbustive	061 Forêt Intacte	065 Forêt dégradée	0641 Mangrove Intacte	0642 Mangrove dégradée	0643 Mangrove très dégradée	0644 Tanne	10 Sol nu	101 Sable	13 Eau			
2007	01 Village	54		1			6					1	1				63
	022 Culture		406	3	16	1	19				2		17			12	477
	0521 Savane herbeuse	15	72	2 924	509		18			148	29	880	48				4 643
	0522 Savane arbustive	58	190	1 147	5 842	20	1 599		1	172	41	582	217	13			9 883
	061 Forêt Intacte				37	217	399	3	1	10		1					667
	065 Forêt dégradée	2	1	4	182	175	1 406	1	2	41	1	15	7				1 836
	0641 Mangrove Intacte		7				3	559	352	159	59	6	1	1			1 148
	0642 Mangrove dégradée		82		6		30	636	6 094	1 391	283	178	583	97			9 380
	0643 Mangrove très dégradée		454	49	27	1	59	154	835	5 956	595	1 741	1 301	9			11 180
	0644 Tanne		36	18	69		9	11	33	2 747	936	5 288	1 010	2			10 156
	10 Sol nu		9	27	24					38	194	855	39				1 186
	101 Sable		6		4			318	223	131	125	70	443	149			1 470
	13 Eau		27		1		4	425	333	293	99	4	309	18 384			19 878
	Total (ha)		128	1 289	4 172	6 718	413	3 553	2 107	7 875	11 089	2 362	9 638	3 958	18 666		71 968

Tableau 19 : Compte des couvertures de terres dans la NAP Bombetoka

Stocks et flux de couverture des terres															Total (ha)
		01 Village	022 Culture	0521 Savane herbeuse	0522 Savane arbustive	061 Forêt Intacte	065 Forêt dégradée	0641 Mangrove Intacte	0642 Mangrove dégradée	0643 Mangrove très dégradée	0644 Tanne	10 Sol nu	101 Sable	13 Eau	
<b>I. Stocks d'ouverture</b>															
Stocks d'ouverture		63	477	4 644	9 883	667	1 837	1 149	9 380	11 180	10 156	1 186	1 470	19 878	71 972
<b>II. Formation de couverture des terres</b>															
F_01 Artificialisation		75												283	357
F_02 Extension de l'agriculture			883	27	29										939
F_03 Conversions internes et rotations				1 147	509	175	500	805	1 223	4 348	938	70	39		9 755
F_04 Gestion et abandon des espaces forestiers				71	320							7 229	2 902		10 522
F_05 Restauration et création d'habitats				3	16	21	1 641	744	558	785	488				4 254
F_06 Changements dus à des causes naturelles et multiples												1 483	574		2 058
F_07 Autres changements des terres n.c.a. et réévaluation				1	0	0	6			0	1	1			9
Total, formation de couverture des terres		75	883	1 249	875	197	2 147	1 549	1 781	5 132	1 427	8 783	3 515	283	27 895
<b>III. Consommation de couverture des terres</b>															
C_01 Artificialisation				15	71		2	1	97	9	2		149	12	357
C_02 Extension de l'agriculture				72	190	0	1	7	82	454	30	59	10	27	939
C_03 Conversions internes et rotations				509	1 147	413	220	573	2 340	1 644	2 799	39	70		9 755
C_04 Gestion et abandon des espaces forestiers						38	208	8	767	3 117	6 384				10 522
C_05 Restauration et création d'habitats				42	196	1 833						232	788	1 154	4 254
C_06 Changements dus à des causes naturelles et multiples				17	928	800								313	2 058
C_07 Autres changements des terres n.c.a. et réévaluation															9
Total, consommation de couverture des terres		9	89	1 720	4 041	450	430	589	3 287	5 224	9 221	331	1 027	1 506	27 895
Changement net de couverture des terres = F - C		65	824	-472	-3 166	-254	1 717	959	-1 506	-91	-7 794	8 452	2 488	-1 223	
<b>IV. Stocks de clôture</b>															
Stocks de clôture		128	1 289	4 172	6 718	414	3 553	2 108	7 875	11 089	2 362	9 638	3 958	18 666	71 972

Le tableau 20 ci-après nous résume la superficie d'occupation des terres de Bombetoka pour 2007 et 2017

*Tableau 20 : Superficie d'occupation des terres de Bombetoka pour 2007 et 2017*

Classes	Superficie 2007 (ha)	Superficie 2017 (ha)
012 Village	63	128
0221 Rizière	477	1 289
0521 Savane herbeuse	4 644	4 172
0522 Savane arbustive	9 883	6 718
0611 Forêt intacte	667	414
0612 Forêt dégradée	1 837	3 553
0641 Mangrove intacte	1 149	2 108
0642 Mangrove dégradée	9 380	7 875
0643 Mangrove très dégradée	11 180	11 089
0644 Tanne	10 156	2 362
10 Sol nu	1 186	9 638
101 Sable	1 470	3 958
13 Eau	19 878	18 666
Total	71 972	71 972

### Compte de l'eau écosystémique

Pour mettre sur pied le compte de la ressource en eau écosystémique, on a utilisé tant des données issues du compte de la couverture des terres que des données relatives à la ressource en eau (précipitation, évapotranspiration, stock d'eau souterraine,...). Outre ces données, on a également eu recours à des enquêtes menées auprès de la population locale. À partir du traitement des différentes données à notre disposition, on a pu extraire les quelques informations suivantes, en l'espace de dix ans. La diminution du stock de la ressource totale en eau dans la NAP de Bombetoka est de l'ordre de 10.5 %. Il y a une augmentation du rejet d'eaux usées dans les eaux intérieures, une baisse des ressources en eaux naturelles exploitables, une baisse de l'excédent net d'eau écosystémique accessible, une diminution de l'utilisation totale de la ressource en eau écosystémique. L'exigence totale en eau est inférieure à l'excédent net d'eau. Bref, l'état de santé de l'écosystème s'est peu à peu dégradé pendant la période comptable. Toutefois, l'utilisation de l'eau n'entraîne pas la dégradation de l'écosystème.

Pour la NAP Bombetoka, on constate une diminution de 250 825 056 m<sup>3</sup> du stock de la ressource en eau entre 2007 et 2017 (Tableau 21). Cette diminution avoisine les 61 094 m<sup>3</sup> pour les lacs et 116 324 035 m<sup>3</sup> pour les rivières. La pluie efficace disponible, quant à elle, a une valeur négative de -639 481 127 m<sup>3</sup>, ce qui signifie que la pluie n'arrive plus à combler la quantité d'eau évacuée par évapotranspiration. De plus les totaux des apports d'eau sont aussi inférieurs à ceux sortis qui valent respectivement 2 291 742 361 m<sup>3</sup> et 2 542 567 417 m<sup>3</sup>. Ceci entraîne une accumulation nette d'eau écosystémique négative de l'ordre de -250 825 056 m<sup>3</sup>.



Tableau 21: Bilan de base de la ressource en eau de la NAP Bombetoka

		Lacs et Réservoirs	Rivières et autres cours d'eau	Eaux souterraines	Sols et végétations	Total (m³)
<b>I. Bilan de base de la ressource en eau écosystémique</b>						
<b>W1</b>	<b>Stocks d'ouverture (2007)</b>	<b>305 769</b>	<b>1 848 330 096</b>	<b>67 403 669</b>	<b>475 932 160</b>	<b>2 391 971 695</b>
W21	Précipitations				301 648 474	301 648 474
W22	Entrées d'eau internes spontanées				199 691 289	199 691 289
W23	Apports naturels provenant de territoires en amont		1 790 168 079			1 790 168 079
W24	Apports artificiels d'eau depuis d'autres territoires et depuis la mer				19 733	19 733
W25	Retour/rejet des eaux usées dans les eaux intérieures				77 286	77 286
W26	Autres retours d'eau vers les eaux intérieures				137 501	137 501
<b>W2</b>	<b>Total des apports et retours d'eau</b>		<b>1 790 168 079</b>		<b>501 574 282</b>	<b>2 291 742 361</b>
W31	Évapotranspiration spontanée réelle				941 129 600	941 129 600
W32	Sorties d'eau internes spontanées				107 386 857	107 386 857
W33	Écoulements naturels vers les territoires en aval et vers la mer		182 597 144			182 597 144
W34	Prélèvements dans les masses d'eau	28 788	174 020 279	6 346 055	44 809 013	225 204 135
W35	Prélèvement/collecte des eaux de pluie et du ruissellement urbain				57 535	57 535
W36	Évapotranspiration réelle induite par l'irrigation				4 534	4 534
W38	Écoulement artificiel des eaux vers d'autres territoires et dans la mer				223	223
W39	Autre variation du volume des stocks et ajustements	32 306	1 732 471 835	-6 346 055	591 142 905	2 317 300 990
<b>W3</b>	<b>Total des sorties d'eau [diminution des stocks]</b>	<b>61 094</b>	<b>1 906 492 113</b>		<b>636 014 209</b>	<b>2 542 567 417</b>
<b>W4a</b>	<b>Pluie efficace disponible</b>				<b>-639 481 127</b>	<b>-639 481 127</b>
<b>W4</b>	<b>Accumulation nette d'eau écosystémique</b>	<b>-61 094</b>	<b>-116 324 035</b>		<b>-134 439 927</b>	<b>-250 825 056</b>
<b>W5</b>	<b>Stocks de clôture (2017)</b>	<b>244 675</b>	<b>1 732 006 061</b>	<b>67 403 669</b>	<b>341 492 234</b>	<b>2 141 146 639</b>



Tableau 22 : Compte de la ressource en eau écosystémique accessible pour la NAP Bombetoka

	Lacs et Réservoirs	Rivières et autres cours d'eau	Eaux souterraines	Sols et végétations	Total (m³)		
<b>II. Compte de la ressource écosystémique accessible</b>							
<b>W2a</b>	<b>Ressources totales en eau naturelles renouvelables</b>		<b>1 790 168 079</b>	<b>501 339 763</b>	<b>2 291 507 842</b>		
<b>W2b</b>	<b>Ressources totales en eau secondaires</b>			<b>234 519</b>	<b>234 519</b>		
W32	Sorties d'eau internes spontanées			107 386 857	107 386 857		
W33	Écoulements naturels vers les territoires en aval et vers la mer		182 597 144		182 597 144		
<b>W6</b>	<b>Ressources en eau primaires et secondaires nettes</b>		<b>1 607 570 935</b>	<b>394 187 426</b>	<b>2 001 758 360</b>		
W1a	Stock de base accessible reporté à nouveau des années précédente				0		
W71	Total des ajustements des ressources en eau naturelles renouvelables	57 332	346 561 893	12 638 188	89 237 280	448 494 693	
<b>W7a</b>	<b>Ressources en eau naturelle exploitables</b>		<b>89 638</b>	<b>3 869 201 806</b>	<b>6 292 133</b>	<b>1 181 719 948</b>	<b>5 057 303 524</b>
W72	Total des ajustements des ressources en eau secondaires renouvelables				128 986	128 986	
<b>W7b</b>	<b>Ressources en eau secondaires exploitables</b>				<b>363 505</b>	<b>363 505</b>	
<b>W7</b>	<b>Excédent net d'eau accessible dans l'écosystème</b>		<b>89 638</b>	<b>3 869 201 806</b>	<b>6 292 133</b>	<b>1 182 083 453</b>	<b>5 057 667 029</b>

Les ressources totales en eau renouvelable et en eau secondaire ont toutes deux connu des hausses, suite à l'augmentation de l'eau d'irrigation par l'intensification de l'agriculture, et à l'augmentation du rejet d'eaux usées dans les eaux intérieures (Tableau 23). Les ressources en eaux naturelles exploitables ont baissé de 0,84 %. L'excédent net d'eau accessible dans l'écosystème est la quantité maximale d'eau pouvant être utilisée sans risque social ou économique,

et sans dégrader l'écosystème. Cette quantité est de l'ordre de 5 057 667 029 m<sup>3</sup> et a connu une diminution de 0.84 % en 10 ans : baisse due à la diminution de la précipitation au cours de ces 10 dernières années.

Tableau 23 : Compte de l'utilisation totale de l'eau

		Lacs et Réservoirs	Rivières et autres cours d'eau	Eaux souterraines	Sols et végétations	
<b>III. Compte de l'utilisation totale de l'eau</b>						
W81	Prélèvements dans les masses d'eau	28 788	174 020 279	6 346 055	44 809 013	225 204 135
W82	Prélèvement/collecte du ruissellement urbain					0
W83	Collecte des eaux de pluie				57 535	57 535
W84	Utilisation d'eau 'verte' par l'agriculture et la foresterie				61 576 922	61 576 922
<b>W8</b>	<b>Utilisation totale de la ressource en eau écosystémique</b>	<b>28 788</b>	<b>174 020 279</b>	<b>6 346 055</b>	<b>106 443 469</b>	<b>286 838 591</b>
W91	Apports artificiels d'eau provenant d'autres territoires				19 733	19 733
W92	Prélèvement d'eau de mer					0
W95	Importation d'eau/contenu des marchandises et des résidus				739	739
W96	Exportation d'eau/contenu des marchandises et des résidus				8 867	8 867
<b>W9</b>	<b>Utilisation directe d'eau</b>	<b>28 788</b>	<b>174 020 279</b>	<b>6 346 055</b>	<b>106 463 941</b>	<b>286 859 063</b>
<b>W10</b>	<b>Consommation intérieure d'eau</b>	<b>28 788</b>	<b>174 020 279</b>	<b>6 346 055</b>	<b>106 455 074</b>	<b>286 850 196</b>
<b>W12</b>	<b>Exigence totale en eau</b>	<b>28 788</b>	<b>174 020 279</b>	<b>6 346 055</b>	<b>106 463 941</b>	<b>286 859 063</b>

L'utilisation totale de la ressource en eau écosystémique (UTE) dans la NAP connaît aussi une diminution de 5.25 % qui vient de l'utilisation de l'eau par la foresterie par le processus d'évapotranspiration à cause de la diminution de la superficie forestière qui se dégrade de plus en plus de 2007 à 2017 (Tableau 24). L'exigence totale en eau de la NAP Bombetoka s'estime à 286 867 930 m<sup>3</sup> tandis que l'excédent net d'eau accessible s'élève à 5 057 667 029 m<sup>3</sup>. On remarque que cette exigence totale en eau est largement inférieure à l'excédent net d'eau. En d'autres mots, l'eau écosystémique de ce territoire peut suffisamment satisfaire les besoins en eau de l'écosystème et de la population sans risque d'épuisement et de dégradation.

Tableau 24 : Indice d'intensité d'utilisation et de santé écosystémique

		Lacs et Réservoirs	Rivières et autres cours d'eau	Eaux souterraines	Sols et végétations	Total
<b>IV. Tableau des indices d'intensité d'utilisation et de santé écosystémique</b>						
<b>W7</b>	<b>Excédent net d'eau accessible dans l'écosystème</b>	<b>89 638</b>	<b>3 869 201 806</b>	<b>6 292 133</b>	<b>1 182 083 453</b>	<b>5 057 667 029</b>
<b>W8</b>	<b>Utilisation totale de la ressource en eau écosystémique</b>	<b>28 788</b>	<b>174 020 279</b>	<b>6 346 055</b>	<b>106 443 469</b>	<b>286 838 591</b>
<b>W13</b>	<b>Intensité soutenable de l'utilisation des ressources en eau écosystémiques</b>	<b>3,11</b>	<b>22,23</b>	<b>0,99</b>	<b>11,11</b>	<b>17,63</b>
<b>W14</b>	<b>Indice composite du changement de l'état de santé de l'eau écosystémique</b>	<b>0,85</b>	<b>0,82</b>			<b>0,84</b>
<b>W15</b>	<b>Valeur unitaire écosystémique interne</b>	<b>1,98</b>	<b>11,53</b>	<b>0,50</b>	<b>7,93</b>	<b>9,23</b>

L'intensité soutenable de l'utilisation des ressources en eau écosystémiques a une valeur supérieure à 1, plus précisément 17.63. Ce qui veut dire que l'utilisation de l'eau n'entraîne pas la dégradation de l'écosystème. Toutefois l'indice de changement de l'état de santé de l'eau de la NAP est de 0.84, cela signifie en d'autres termes que l'état de santé de l'eau s'est dégradé pendant ces dix dernières années.

### Compte du carbone écosystémique

Pour le cas de la NAP Bombetoka, le taux de carbone a diminué entre les années 2007 et 2017, suite à la diminution de surface de mangrove (Tableau 25). Le carbone est utilisé de façon viable pour l'ensemble de l'écosystème mais dans la savane, la ressource en carbone est épuisée à cause de sa forte intensité d'utilisation (feux de brousse). La santé du carbone écosystémique s'est quand même améliorée dans la NAP de Bombetoka.

Tableau 25 : Bilan de base de la ressource en carbone pour la NAP Bombetoka

	Catégories d'utilisation des terres	Habitat	Terres cultivées	Savanes	Terres boisées	Autres terres	Zones humides	Total écosystèmes
<b>I. Bilan de base du carbone écosystémique</b>								
C1	Stocks d'ouverture		0	0	2318982	0	0	2 318 982
C2	Total des apports nets de biocarbone (gains)	2465	6834	31183	249787	1932	48	292249
C7	Total des sorties nettes de biocarbone (pertes)	733	4497	34016	24834	0	6	60667
C8.21	Ajustement de l'ANCE= ANCE 2-ANCE 1	6974			-398233			-391259
C9	Stocks de clôture		0	0	2145702	0	0	2 145 702

On note les points suivants :

- Diminution de stock de carbone entre les deux temps de compte: 2007 et 2017
- Diminution de surface de mangrove

Tableau 26 : Classification des couvertures de terre

Unité de couvertures de terres	Catégories
Village	Habitat
Culture	Terres cultivées
Savane herbeuse, savane arbustive	Savanes
Mangrove intacte, mangrove dégradée, mangrove très dégradée, forêt intacte, forêt dégradée	Terres boisées
Sol nu, tanne, sable	Autres terres
Eau	Zone humide

Tableau 27 : Compte de la ressource en carbone écosystémique accessible

Catégories d'utilisation des terres		Habitat	Terres cultivées	Savanes	Terres boisées	Autres terres	Zones humides	Total écosystèmes
<b>II. Compte de la ressource écosystémique accessible</b>								
<b>C2</b>	<b>Apports nets de biocarbone</b>	<b>2465</b>	<b>6834</b>	<b>31183</b>	<b>249787</b>	<b>1932</b>	<b>48</b>	<b>292249</b>
<b>C10</b>	<b>Ajustement</b>	<b>1441</b>	<b>1281</b>	<b>0</b>	<b>-195739</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-193017</b>
<b>C11</b>	<b>Excédent net accessible de biocarbone</b>	<b>3906</b>	<b>8115</b>	<b>31183</b>	<b>54048</b>	<b>1932</b>	<b>48</b>	<b>99232</b>

Tableau 28 : Compte de l'utilisation totale de carbone dans la NAP Bombetoka

Catégories d'utilisation des terres		Habitat	Terres cultivées	Savanes	Terres boisées	Autres terres	Zones humides	Total écosystèmes
<b>III. Compte de l'utilisation totale de carbone</b>								
C5	Utilisation totale de carbone écosystémique	733	4497	34016	24834	0	6	60667
C12.1	Importations de biocarbone/marchandises et déchets	434	0	0	0	0	0	434
C12.2	Exportations de biocarbone/marchandises et déchets	3215	0	0	0	0	0	3215
C12a	Utilisation directe de biocarbone = C5+C12.1	1167	4497	34016	24834	0	6	61101
C12c	Exigence en biocarbone = C12a+C12.3	1167	4497	34016	24834	0	6	64521
C12b	Consommation intérieure de biocarbone = C5+C12.1-C12.2	-2047	4497	34016	24834	0	6	61307
C13a	Utilisation directe de carbone fossile	5						5
C13b	Exigence en carbone fossile = C13a+C13.3	5	0	0	0	0	0	5
C14a	Utilisation directe de carbone = C12a+C13a	1172	4497	34016	24834	0	6	64520
C14b	Exigence totale en carbone = C12c+C13b	1172	4497	34016	24834	0	6	64526

Tableau 29 : Indice d'intensité d'utilisation et de santé écosystémique de la NAP Bombetoka

Catégories d'utilisation des terres		Habitat	Terres cultivées	Savanes	Terres boisées	Autres terres	Zones humides	Total écosystèmes
<b>IV. Tableau des indices d'intensité d'utilisation et de santé écosystémique</b>								
C15 [ISUC]	Intensité soutenable de l'utilisation du carbone écosystémique	5,33	1,80	0,92	2,18		7,98	1,55
C16 [ICES]	Indice composite de l'état de santé du carbone écosystémique	2,10	1,52	0,92	4,19		7,98	2,34
VUEI	Valeur unitaire écosystémique interne	3,72	1,66	0,92	3,18		7,98	1,94

On en déduit les points suivants :

1. Ressource en carbone épuisée dans les savanes (surface brûlée augmentée) mais utilisation viable des ressources pour la totalité de l'écosystème
2. Santé de carbone écosystémique améliorée

## Compte infrastructure écosystémique

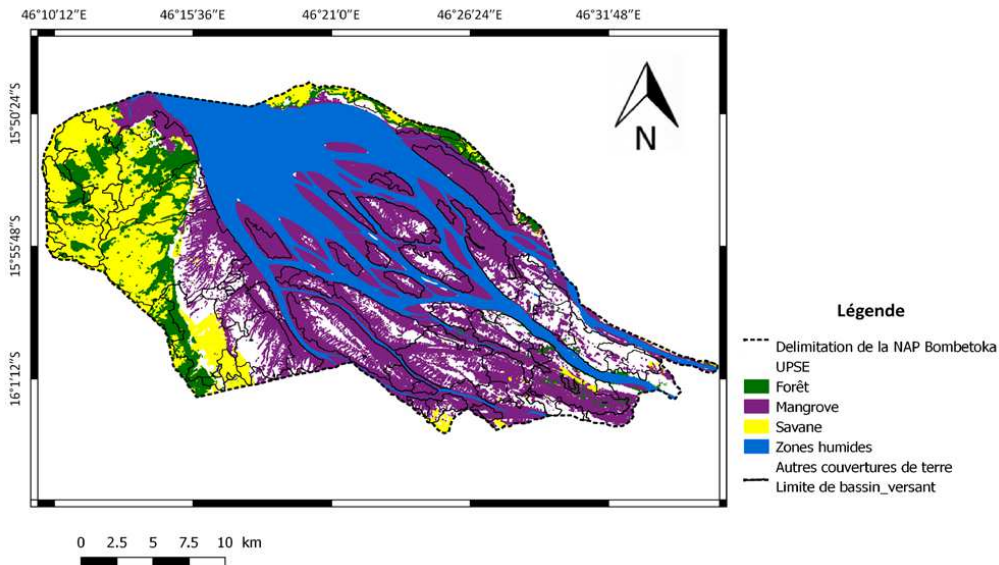


Figure 8 : Carte d'unités de paysage socio-écologique de la NAP Bombetoka

Tableau 30 : Bilan de base des couvertures de terre (sauf eau)

Types d'unités comptables écosystémiques	Unités de paysage socio-écologiques (UPSE)/ type de couverture des terres dominant (CTD)					Sous-total des paysages socio- écologiques
	Forêt	Mangrove	Prairies	Zones humides	Autres couvertures des terres	
<b>I. Bilans de base</b>						
<b>I.1 Compte des stocks et flux de couverture des terres [ha]</b>						
LC1 Stocks d'ouverture de couverture des terres	2504	21709	14527	19878	13353	71972
F_if Formation de la couverture terrestre	2338	8462	1676	283	1537	14013
C_if Consommation de la couverture terrestre	3218	9100	5761	1506	10647	30233
LC2 Stocks de clôture de couverture des terres	3967	21072	10890	18666	17377	71972

La superficie des mangroves est la plus élevée des unités de couverture de terre, soit 30 % de la couverture de terre.

On note ici que la consommation ou perte (30 233 ha) est supérieure à la formation ou gain (14 013 ha)

Tableau 31: Bilan de base de l'eau

Types d'unités comptables écosystémiques	Unités des systèmes rivières (USR) / types d'unités de tronçons de cours d'eau homogènes (TCH)	Sous-total des systèmes rivières
	Cours d'eau	
<b>I. Bilans de base</b>		
I.2 Comptes de base du réseau hydrographique [en UMSR]		
<b>RS1</b> Stock d'ouverture de rivières (2007)	1084	1084
RSF3 Changement net dans les stocks de base des rivières	389	389
<b>RS2</b> Stock final de rivières (2017)	694	694

On note ici la diminution de stock de la rivière dans la NAP de Bombetoka au bout de dix ans.

## VIII- Valorisation monétaire de la comptabilité verte

Les données collectées sur le terrain ont permis de construire les comptes monétaires pour le capital naturel et l'eau et d'avoir un aperçu de l'évolution des stocks en termes monétaires. Nous présentons ici ce qu'on entend par 'valeur comptable' d'une ressource (i.e. forêts, mangroves) qui représente la valeur obtenue directement de l'évolution du stock de la ressource en question.

### VIII.1 Comptes monétaires de l'eau

Les données obtenues des enquêtes réalisées dans les deux sites nous ont permis d'obtenir une valeur monétaire/ m<sup>3</sup> de l'eau, pour une consommation moyenne de 5 bidons de 20l/jour, tout type d'utilisation confondue, aussi bien la consommation directe que pour l'agriculture.

#### a- Antrema

D'un point de vue général, on a constaté une diminution de la ressource en eau au sein du site d'Antrema. Cela s'est traduit par une diminution de sa valeur dite 'comptable', résultant directement de



l'évolution du stock total en eau disponible sur le site. Le tableau du compte eau se présente comme suit (Tableau 32) :

Tableau 32 : Compte monétaire de la ressource eau Antrema

CAP moyen (Ariary)	STOCK 2004 (m <sup>3</sup> )	Valeur 2004 (Millions d'Ariary)	STOCK 2014 (m <sup>3</sup> )	Valeur 2014 (Millions d'Ariary)	Évolution (Millions d'Ariary)
621.74	5,368,048,320.30	3,337,525.00	5,306,485,614	3,299,249.00	-38,275.00

b- Bombetoka

Comme pour le site d'Antrema, la ressource en eau pour le site de Bombetoka a aussi connu une diminution en termes de volume de stock. Nous avons ainsi constaté une diminution correspondante pour la valeur comptable de l'eau. Le tableau 33 du compte eau pour Bombetoka se présente comme suit :

Tableau 33 : Compte monétaire de la ressource eau Bombetoka

CAP moyen (Ariary)	STOCK 2007 (m <sup>3</sup> )	Valeur 2007 (Millions d'Ariary)	STOCK 2017 (m <sup>3</sup> )	Valeur 2017 (Millions d'Ariary)	Évolution (Millions d'Ariary)
6,499.88	2,391,971,695	15,547,528.98	2,141,146,639	13,917,196.22	-163,033.28

### VIII.2 Compte du capital naturel

Le compte monétaire du capital naturel comprend les produits ligneux et les produits non ligneux. Les valeurs monétaires prennent en compte la densité par catégorie qui correspond au nombre total des individus par unité de surface en faisant une moyenne. Ainsi, la VET/ catégorie finale qu'on a obtenue initialement à partir des valeurs d'usage par espèce (chaque espèce peut être classée selon une catégorie bien définie) représente une VET/ ha.

Les valeurs calculées pour l'année d'ouverture des comptes monétaires pour Antrema (2004) et Bombetoka (2007) ont été affectées par un taux d'appréciation de 2% ; une valeur qui n'est pas aussi importante que le taux d'inflation à Madagascar qui était de 8% en moyenne pour 2017. En effet, les produits consommés/ utilisés par la population locale ne sont pas soumis à un régime marchand stricte (coûts de production nuls, inexistance de concurrence, ...) qu'il est difficile d'indexer les valeurs au taux d'inflation.

## a- Antrema

Pour Antrema, le compte monétaire du capital naturel indique une diminution de la valeur comptable des différentes catégories de ressources, ce qui correspond à une diminution du stock des ressources de chaque catégorie observée au cours de ces 10 années. Le tableau 34 du compte monétaire se présente comme suit :

Tableau 34 : Compte monétaire du capital naturel Antrema

Catégorie	Densité	Valeur du capital naturel actualisée 2004 (Millions d'Ariary)	Valeur du capital naturel en 2014 (Millions d'Ariary)	Evolution de la valeur comptable (Millions d'Ariary)
Forêts	105.00	108,410.92	131,134.00	-1,018.00
Mangroves	2,818.00	150,300.28	176,114.00	-7,101.00
Prairies	1,500	1,375.38	1,760.00	83.00
<b>VET totale</b>	---	<b>260,086.57</b>	<b>307,248.00</b>	<b>-8,036.00</b>

## b- Bombetoka

Pour Bombetoka, on observe des résultats légèrement contrastés par rapport à Antrema. En effet, puisque le stock de forêts a connu une augmentation au cours de ces 10 années, il s'en suit une augmentation de sa valeur comptable par rapport à 2007. Par ailleurs, les autres catégories de ressources ont toutes connu une diminution de leur valeur comptable. Le tableau 35 du compte monétaire se présente comme suit :

Tableau 35 : Compte monétaire du capital naturel Bombetoka

Catégorie	Densité	Valeur du capital naturel actualisée 2007 (Millions d'Ariary)	Valeur du capital naturel en 2017 (Millions d'Ariary)	Evolution de la valeur comptable (Millions d'Ariary)
Forêts	23.75	5,789.41	11,181.33	4,123.09
Mangroves	1,330.39	742,711.39	878,764.94	-26,597.40
Prairies	1,250.00	75,972.64	69,423.00	-23,187.00
<b>VET Totale</b>	---	<b>824,473.44</b>	<b>959,369.27</b>	<b>-45,661.31</b>

## IX- Organisation d'un atelier de formation et de restitution

Un atelier de formation sur la comptabilité écosystémique a été organisé à Mahajanga, capitale de la région Boeny, les 12 et 13 décembre 2017. Un atelier de restitution l'a suivi juste après le 14 décembre 2017. L'invitation a été lancée par Monsieur le Directeur de l'IOGA, Université d'Antananarivo, institution porteur du projet. Plusieurs responsables techniques régionaux ont été présents (directeurs régionaux, chefs de services régionaux), ainsi que plusieurs responsables administratifs (maire, préfet, représentant de la région, chef fokontany, ...) et même traditionnels. En plus de ces responsables locaux, quelques responsables au niveau de certains ministères issus d'Antananarivo (Ministère de l'Environnement, de l'Ecosystème et des forêts ; Ministère de l'Eau, Ministère de l'Economie,...) ainsi que des ONG tels le MNP ont aussi participé à cette formation.

L'ouverture et la clôture de l'atelier ont été dirigées par la préfecture et la mairie de Mahajanga, le Prince d'Antrema et le Directeur régional de la pêche.

## X- Visibilité

Des interviews et différents articles écrits relatifs à ce projet peuvent être visités à travers les liens suivants :

- Interviews (Radio U, FM 107MHz) :

[http://www.univ-antananarivo.mg/IMG/mp3/SK2018012-PrSolofolOGA\\_ComptaVerte.mp3](http://www.univ-antananarivo.mg/IMG/mp3/SK2018012-PrSolofolOGA_ComptaVerte.mp3)

- Différents liens sur des articles publiés sur des presses écrites :

- <http://www.lexpressmada.com/blog/actualites/boeny-comptabiliser%e2%80%82la%e2%80%82nature%e2%80%82pour-la-preserver/>
- <http://www.inovaovao.com/spip.php?article20477>
- <http://www.univ-antananarivo.mg/Comptabilite-Verte-un-projet-visant-a-valoriser-l-environnement-et-la>

Par ailleurs, certains documents et informations relatifs à l'atelier peuvent être consultés à travers l'adresse site Web suivante <http://ecosystemaccounting.mg>. Ci-après est donnée une description brève de ce site dont l'adresse de consultation est la suivante :

### 1. Les diverses sections du site web

**Dernières nouvelles** : contient les dernières nouvelles sur le projet

**Contextes** : contient des textes relatant les contextes du projet

**Zones d'étude** : contient les différentes zones d'étude



**Articles** : contient les articles pouvant être téléchargés par les membres

**Partager** : contient un formulaire pouvant être utilisé pour partager des données ou des articles

**Contact** : contient la localisation de l'IOGA, son contact et un formulaire pour que les visiteurs contactent directement les responsables

**Membres** : Espace membre (Inscription, connexion et réinitialisation de mot de passe)

## 2. Amélioration du site web par rapport à la version précédente :

Développement du site web en utilisant le Responsive Design (site web compatible sur Desktop, mobile et tablette)

### • Site Web

- Site web sur une seule page facilitant ainsi le chargement du site
- Ajout d'un espace membre
- Meilleur affichage pour une navigation optimale
- Interface dynamique et pleine d'animation
- Administration facile grâce à une interface simple à utiliser

### • Application cartographique

- Nouvelle interface graphique
- Possibilité de mettre divers projets
- Possibilité de voir la carte en plein écran
- Déplacement des couches (sur la liste des couches disponibles) utilisant le drag and drop
- Possibilité de charger les 3 types de vecteurs sur la carte (points, lignes, polygones) contrairement à la version précédente qui pouvait juste charger des polygones
- Possibilité d'ajuster la transparence des couches sur la carte
- Possibilité de zoomer la carte sur une couche choisie
- Possibilité d'exporter la carte en PDF (avec possibilité de choisir la résolution d'export) et en PNG

## XI- Budget

Budget : 101 764 680 Ar

Apport du soumissionnaire : 44 500 000Ar

Fonds demandés : 57 264 680 Ar

Rubriques	Budget projet (Ar)	Dépenses réelles (Ar)	Pourcentage
Activités	44 219 680	42 320 400	96%
Etudes	6 375 000	6 375 000	100%
Investissement	0	0	0
Fonctionnement	6 670 000	6 276 160	94%
Total	57 264 680	54 971 560	96%

## XII- Conclusion

La comptabilisation des écosystèmes est un moyen de rassembler les meilleures connaissances disponibles et de les présenter sous une forme susceptible d'aider les décideurs. Elle est aussi un moyen de rassembler et de résumer de façon logique et transparente des informations souvent dispersées. Une telle approche produit des informations précieuses aux décideurs tout en fournissant un cadre de référence pour un système futur dans lequel les valeurs des écosystèmes et de la biodiversité seront incorporées dans les comptes.

Ce travail répond à plusieurs questions majeures : est-il possible d'établir les comptes écosystémiques au niveau local malgré les contraintes de données et quelles solutions permettraient d'y remédier?

L'adaptation de la méthode ENCA au niveau local et régional est réalisable. Cependant, l'accès aux données doit être facilité, surtout au niveau régional. Au niveau local, dans une aire protégée, les données sont plus facilement disponibles. Néanmoins, la méthode ENCA est une nouvelle méthode donc il n'y a encore de données disponible par le biais d'autres études comme par exemple sur le prélèvement du bio carbone animal, la perte nette indirecte de bio carbone due à l'utilisation des terres. Ces données manquantes se trouvent principalement dans le compte du carbone écosystémique. Il est vrai que pour le compte des services fonctionnels de l'infrastructure des écosystèmes, nous avons réalisé seulement la première partie (bilan de base de l'occupation de sol), mais nous devons suivre des formations supplémentaires pour compléter le reste du tableau.

Par ailleurs, les comptes écosystémiques sont tirés en premier lieu sur les cartes d'occupation des sols donc le premier problème qu'on va rencontrer sera la disponibilité des images satellitaires. Dans notre cas, pour obtenir la couverture complète de la zone d'étude on a du combiner des images de la même année mais à des différentes mois (mais on les a pris dans une même saison). La coopération entre plusieurs disciplines est primordiale car pour le compte du carbone écosystémique et le compte de l'eau par exemple on a besoin des taux de carbone procurés par des écologues et les données acquises dans les différents départements.

Une autre question porte sur la fiabilité de ces comptes. Les deux premiers (occupation des terres et services fonctionnels) dépendent de la qualité des classifications effectuées; c'est-à-dire que plus les classifications sont précises plus les comptes réalisés seront fiables. Pour le compte du carbone écosystémique, il dépend énormément de l'estimation faite par les écologues. Enfin, le compte de l'eau dépend entièrement des données statistiques et météorologiques officielles fournies par les services ministérielles.

Pour permettre la mise en œuvre de l'outil, les données de base sur l'Environnement doivent être acquises de manière régulière, être disponibles et présentées de manière facilement lisibles pour les décideurs. En particulier, il s'agit des différentes cartographies et des données économiques. Ce qui implique un réel changement de paradigme à tous les niveaux. Il est nécessaire de convaincre toutes les parties prenantes des avantages à utiliser l'outil proposé et à travailler dans un souci de partage des données. Une attention particulière est à porter sur la communauté locale qui gère certains écosystèmes et qui agit toujours directement sur le milieu. La population locale, lorsqu'elle n'est pas entièrement consciente des apports de la biodiversité dans son bien-être, ne protège pas réellement l'Environnement. Il s'agit donc ici de donner aux décideurs des différents niveaux une vision claire de la situation du milieu naturel et de son évolution dans le temps afin qu'ils prennent les bonnes décisions.

Quelques recommandations méritent d'être relevées pour terminer :

- Sensibiliser la population locale sur la fragilité des ressources naturelles ;
- Conscientiser la population sur les biens et services écosystémiques ;
- Créer d'autres activités génératrices de revenu pour la population locale pour diminuer le charbonnage et la vente de bois bruts ;
- Renforcer les capacités des communautés locales en matière de conservation et de gestion rationnelle ;
- Promouvoir la participation active de la population à la mise en place des pare feux ;
- Faciliter l'accès à l'eau potable des villageois, et améliorer sa qualité ;
- Développer la recherche appliquée et suivi écologique participative ;
- Gérer les flux des migrations ;
- Promouvoir l'approche participative à la restauration écologique

En somme, les comptes monétaires permettent de faire état de la richesse du pays en capital naturel. Nous savons donc sur quelles espèces on doit se focaliser pour mettre en place des mesures de gestion durable.

## Références bibliographiques

ONE, DGF, FTM, MNP et CI, 2013. Evolution de la couverture de forêts naturelles à Madagascar 2005-2010, Antananarivo. ONE/MO/DOC/33/RAPPORT/01/13.

Potter C., Gross P., Genovese V. et Smith M.L., 2007. Net primary productivity of forest stands in New Hampshire estimated from Landsat and MODIS satellite data. Carbon Balance Management, 2:9, 11 pages.

Rakotondraompiana S. 2015. Rapport final du programme de recherche GDN : “Propositions de méthodologies pour la réalisation d’un inventaire national des richesses naturelles”, 67 pages.

Serra P., Pons X., Sauri D., 2003. Post-classification change detection with data from different sensors : some accuracy considerations. International Journal of Remote Sensing, vol. 24, pp. 3311-3340.

Vapnik V., 1998. Statistical Learning Theory. Wiley, NY.

Weber J.-L., 2014. Comptabilité du capital naturel écosystémique : Trousse de démarrage rapide. Cahier technique CDB no 77, Secrétariat de la convention sur la diversité biologique.

## **Annexes**

### **Annexe 1 : PROGRAMME ET DEROULEMENT DE L'ATELIER**

#### **Mardi 12 déc**

#### **FORMATION : Comptes biophysiques**

##### Horaire

##### Objet

8h30-9h

Accueil

9h-9h30

Tour de table/Présentation de l'atelier

9h30-10h30

Compte 'Occupation des terres'

10h30-11h

Pause café

11h-11h30

Compte 'Eau'

11h30-12h

Compte 'Carbone'

12h-13h

Questions/réponses

13h-14h

Pause déjeuner

14h-14h30

Compte 'Infrastructure écosystémique'

14h30-15h

Compte 'Capabilité du capital écosystémique'

15h-16h

Questions/réponses

16h

Pause-café

#### **Merc 13 déc**

#### **FORMATION : Comptes monétaires**

##### Horaire

##### Objet

8h30-10h

Pourquoi les comptes monétaires ?

10h-10h30

Questions/réponses

10h30-11h

Pause café

11h-12h

Comment construire les comptes monétaires ?

12h-13h

Questions/réponses

13h-14h30

Pause déjeuner

14h30-15h

Etablissement des comptes monétaires

15h-16h

Questions/réponses

16h

Pause-café

#### **Jeud 14 déc**

#### **RESTITUTION : Résultats obtenus auprès des NAP Antrema+Bombetoka**

##### Horaire

##### Objet

8h30-9h

Accueil

9h-9h15

Discours d'ouverture et d'introduction

9h15-9h30

Synthèse de la formation

9h30-10h30

Restitution Antrema





<i>10h30-11h30</i>	<i>Restitution Bombetoka</i>
<i>11h30-12h</i>	<i>Questions/réponses</i>
<i>12h-12h30</i>	<i>Remise d'attestation aux participants</i>
<i>12h30-13h</i>	<i>Discours de clôture</i>
<i>13h</i>	<i>Cocktail de cloture</i>

## Annexe 2 : RAPPORT DE L'ATELIER DE RESTITUTION

### Sommaire

- 1) Synthèse de la formation par le Professeur RAKOTONIAINA Solofoarisoa
- 2) Synthèse des résultats
- 3) Echange et débats
- 4) Remise d'attestation de formation

#### 1- Synthèse de la formation par le Professeur RAKOTONIAINA Solofoarisoa

Cette présentation avait pour but de présenter aux autorités locales invitées le programme de l'atelier de formation (cf annexe 1) et le concept de la Comptabilité du Capital naturel ou la « Comptabilité verte » à travers ses objectifs globaux et spécifiques.

Il a profité de cette occasion à faire connaître à l'assistance l'équipe qui a intervenu dans ce projet (l'IOGA, le DBEV et le C3EDM) ainsi que le bailleur de fond qui en a assuré le financement, à savoir le Critical Ecosystem Partnership Fund (CEPF) à travers la fondation Tany Meva.

Si en général, l'évaluation économique concerne un pays, un premier essai a été fait pour Madagascar à titre de recherche dans une petite région (NAP Antrema) et ceci fut élargi à la NAP Bombetoka toujours dans la région Boeny, pour en tester la faisabilité. Aussi, tout le concept de la CECN sera présenté à travers les synthèses de résultats de recherche exécutée dans le cadre des projets sur Antrema et Bombetoka (cf annexe 2).

Comme le calcul de la CECN fait dans les projets à restituer concerne les ressources naturelles, ce sont les institutions en charge de la gestion des ressources naturelles qui ont été invitées à la formation. Ce sont les ministères chargés de la forêt, de la pêche, de l'eau, de l'économie ; les gestionnaires des sites concernés, MNP, ...

Une couverture médiatique des deux ateliers (formation et restitution) a été faite par l'Université d'Antananarivo à travers son Chef de Service du Centre Audiovisuel et Multimédia.

#### 2- Synthèse des résultats

Comme les résultats du calcul de la CECN devraient permettre aux décideurs d'orienter la gestion durable des ressources naturelles, la synthèse des résultats des 2 NAP (Antrema et Bombetoka), objets des projets exécutés, est donnée ci-dessous. La méthodologie adoptée est la même et elle fût présentée brièvement lors de cet atelier de restitution. Le détail est donné dans le corps du rapport.

##### 2.1- Résultats pour la NAP Antrema

D'après les résultats obtenus, on a pu constater un fort déclin de la forêt caducifoliée intacte mais une augmentation de la surface habitée dans la NAP d'Antrema entre 2004 et 2014. Cette hausse va entraîner des dégradations dans le milieu naturel et la croissance de l'agriculture. On a pu aussi constater que le stock de carbone écosystémique est encore suffisant par rapport au besoin de la population et la nature.



Néanmoins, il faut le surveiller parce qu'il est en train de baisser durant les dates prises pour effectuer nos études.

Le stock de la ressource en eau a diminué de 8.1 % entre 2004 et 2014 à cause de la diminution de la précipitation entre ces périodes mais l'excédent net d'eau accessible dans l'écosystème est sept fois supérieur à l'exigence totale en eau dans la NAP Antrema. Donc, les ressources en eau accessible et exploitables restent suffisantes pour maintenir les besoins du fonctionnement de l'écosystème et de l'utilisation humaine. On note une absence de dégradation pour les ressources écosystémiques en eau et la « valeur unitaire écosystémique interne de l'eau » est de 4.07.

Pour le compte des services fonctionnels de l'infrastructure écosystémique, le stock de couverture des terres a tendance à se dégrader et diminuer en 10 ans. Cette diminution est de 17.05 % pour la forêt dense sèche, de 34 % pour les mangroves intactes et de 28.65 % pour les raphiales. Malgré cette diminution, on note une absence de stress, de dégradation et d'amélioration au niveau de la santé des écosystèmes. Le potentiel total de l'infrastructure écosystémique reste stable en 10 ans ; les écosystèmes sont en bonne santé et les services écosystémiques fournis sont maintenus et la « valeur unitaire interne de l'infrastructure écosystémique » de la NAP Antrema est de 1. Pendant ces dix dernières années, on note une création de crédit écologique de 101 461.2 ECU dans la NAP Antrema d'où un renouvellement direct et indirect des écosystèmes qui s'y trouvent. Bref, depuis sa date de création jusqu'à maintenant, tous ses écosystèmes sont bien conservés.

## 2.2- Résultats pour la NAP Bombetoka

A la date d'ouverture des comptes du capital naturel du site de Bombetoka (2007), les données relatives à l'occupation des terres nous ont permis de distinguer treize principales classes. Entre autres les classes village, rizière, savane herbeuse, savane arbustive, forêt intacte, forêt dégradée, mangrove intacte, mangrove dégradée, mangrove très dégradée, tanne, sol nu, sable et eau. A partir de la méthode de détection de changement (entre 2007 et 2017), on a pu constater que des diminutions de superficie sont apparues pour certaines classes telles que la savane herbeuse, la savane arbustive, la forêt intacte, les mangroves et l'eau. Mises à part ces diminutions, on a également noté des augmentations de superficie, notamment pour les villages, les rizières, les tannes, les sols nus et les sables. A l'issue de ces résultats, on peut affirmer que pour la nouvelle aire protégée de Bombetoka, la couverture des terres est marquée par l'extension des surfaces artificielles et la diminution de la couverture naturelle. La plupart de ces transformations résultent des activités humaines telles que l'exploitation intensive de bois, les feux de brousse ou la création d'habitat. Seule une infime partie est d'origine naturelle.

Le compte de la ressource en eau écosystémique permet non seulement d'évaluer la quantité et la qualité d'eau disponibles, mais aussi d'assurer un équilibre durable entre la disponibilité et l'utilisation de l'eau. Pour la nouvelle aire protégée de Bombetoka, les chiffres montrent que le stock d'eau a connu une nette diminution de l'ordre de 10 % entre 2007 et 2017. Cette baisse résulte de la diminution de la précipitation pendant la période comptable. Malgré cette diminution, on a trouvé un excédent net d'eau accessible d'environ 5 057 667 000 m<sup>3</sup>. A partir des enquêtes effectuées auprès de la population locale, on a pu faire une estimation de l'exigence totale en eau de la NAP à 286 859 063 m<sup>3</sup>. En d'autres termes, l'excédent est supérieur à l'exigence, c'est-à-dire que la ressource en eau du site Bombetoka peut répondre aux besoins de la population locale et à ceux de l'écosystème. Concernant l'intensité d'utilisation de cette ressource, les résultats nous montrent qu'il n'y a pas risque d'épuisement. On a donc une accumulation de

la ressource en eau. Toutefois, on a trouvé un faible indice de changement d'état de santé ( $0.84 < 1$ ), ce qui signifie que la santé de l'eau s'est dégradée au fil de ces dix années.

Le compte du carbone écosystémique permet d'avoir l'état de l'écosystème en termes de carbone entre les deux temps de compte. Pour le cas de la NAP Bombetoka, une diminution du taux de carbone est constatée entre les années 2007 et 2017, allant de 2 318 982 t à 2 145 702 t. Cela est due à la diminution de surface de mangrove par l'exploitation de celle-ci. L'indice d'intensité soutenable de l'utilisation de carbone écosystémique connaît une valeur de 1.55 pour l'ensemble de l'écosystème, ce qui montre que l'utilisation du carbone dans l'écosystème est viable. Cependant, dans la formation savanicole, cet indice est égal à 0.92 (inférieure à 1), qui veut dire que la ressource en carbone est épuisée dans cette formation à cause de l'utilisation de carbone qui n'est pas viable. L'indice composite de l'état de santé du carbone écosystémique est de 2.34 donc sa santé s'améliore.

Les services écosystémiques réfèrent aux bénéfiques que les sociétés humaines tirent de la nature. Les résultats obtenus dans la NAP Bombetoka montrent que le stock de couverture des terres a tendance à diminuer en 10 ans. La superficie totale des savanes (prairies), des zones humides et des mangroves diminue. Cependant la surface totale de la forêt sèche augmente en 10 ans (en 2007 : 2 504 ha et en 2017 : 3 967 ha). La valeur d'intensité d'usage de l'infrastructure écosystémique pour la NAP Bombetoka est inférieure à 1 (0.95). Mais l'indice de santé de l'écosystème reste stable de 2007 à 2017 (avec indice égal à 1.09).

### **3- Echanges et débats**

#### **A- COMPTES BIOPHYSIQUES**

- i- Peut-on appliquer la comptabilité écosystémique du capital naturel (CECN) à l'échelle d'un pays?**
- ii- En quoi la comptabilité écosystémique aide-t-elle à la prise de décision ?**

Normalement, la CECN est à produire pour un pays car ceci doit compléter l'approche classique du calcul du PIB. Dans le cadre des projets restitués ici, les résultats concernent une échelle plus réduite à titre expérimentale. Comme dans tous les pays, la comptabilité nationale que ce soit pour le capital naturel ou le PIB est l'outil le plus officiel de prise de décision. La grande difficulté pour la CECN d'un pays est la structuration des données qui doit être rigoureuse et fiable.

- iii- Pourquoi les ressources minières ne sont-elles pas comptées dans les comptes écosystémiques ?**

Puisque les projets restitués ont été faits à titre expérimentale, ce sont d'abord les principaux éléments de l'environnement qui ont été pris en compte. Au niveau d'un pays, il est possible d'inclure toutes les ressources possibles à condition de bien structurer les données y relatives ; mais aussi de prioriser ces thèmes pour éviter des conflits ; à titre d'exemple la question qui se pose et de savoir, qu'est-ce qu'il faut prioriser, les mines ou la biodiversité ?

- iv- Peut-on accéder facilement à toutes les données nécessaires à l'établissement des comptes écosystémiques ? Surtout sans faire de traitement ?**



Non, une collecte de données suivant des normes bien rigoureuse et avec une méthodologie bien définie au départ est nécessaire avant tout calcul de CECN

**v- Cette méthodologie est-elle nécessairement la seule à pouvoir être appliquée ou existe-t-il d'autres méthodes?**

**vi- Pourquoi jusqu'ici la comptabilité écosystémique n'est-elle appliquée qu'à travers des approches « projet » ?**

Le choix de la méthodologie dépend des données disponibles et des objectifs. La méthode qui a été utilisée ici est celle expérimentée à l'île Maurice par M. Jean Louis WEBER. En effet, le calcul de la CECN a été initié par la CDB en 2010 et un guide technique a été fourni à travers le rapport technique n°77 intitulé Ecosystem Naturel Capital Account : a quick start package.

Cette initiation de la CDB est elle-même en phase expérimentale actuellement. Son application au niveau d'un pays est une décision gouvernementale et nécessite un financement conséquent car exige une bonne structuration des données nationales.

**vii- Comment fait-on pour reconstituer les données manquantes, par exemple des données manquantes d'il y a dix ans ?**

Théoriquement, le calcul de la comptabilité verte n'est possible que si toutes les données nécessaires aient été bien structurées.

Il existe plusieurs moyens pour compléter les données manquantes entre autres la modélisation, les enquêtes effectuées sur terrain et la documentation sur internet. Et en fin de compte, tout ceci dépend de la période à considérer.

**viii- Pourquoi ne pas créer une base de données afin de sauvegarder toutes les données nécessaires à l'établissement des comptes ?**

Les gestionnaires de chaque site possèdent déjà leur base de données et peuvent calculer leur CECN locale. Mais au niveau d'un pays, il est recommandé de standardiser les données nationales pour aboutir à une méthodologie commune

## **B- COMPTES MONETAIRES**

**i- Les ressources humaines ne peuvent-elles pas être considérées comme capital naturel?**

Non, parce que ce sont des domaines tout à fait différents ; il y a le capital naturel, le capital humain et le capital technique. Les ressources humaines appartiennent au capital humain.

**ii- Dans quelle place se trouve la biodiversité?**

Il existe deux types de capital naturel, le capital reproductible et le capital non reproductible. La biodiversité fait partie du capital naturel reproductible



Les richesses naturelles toutefois ne devraient pas avoir de prix mais leur évaluation est d'une grande importance, surtout pour les investisseurs. Dans la CECN, il est nécessaire d'équilibrer la valeur évaluée de la ressource et l'investissement à faire.

**iii- Si on maintient par exemple une ressource intacte, quel avantage économique peut-on en tirer?**

La réponse peut être assimilée au capital lorsqu'on ouvre un compte en banque. Une ressource naturelle conservée, donc intacte, peut être considérée comme un capital. La valeur de ce capital offre des intérêts à mesure que ce dernier reste dans le compte bancaire.

**iv- Qui est ce qui définit la rareté d'une entité?**

Lorsque l'intensité d'utilisation d'une ressource atteint un certain seuil d'irréversibilité, la ressource accessible restante peut être considérée comme rare.

**v- Les résultats issus des différentes méthodes pour l'établissement des comptes monétaires peuvent être différents. Cela ne pourrait-il par poser problème aux décideurs?**

Le choix de la méthode à utiliser varie en fonction des données disponibles et des objectifs comme mentionné plus haut. Un décideur doit choisir une méthode à appliquer. D'où l'intérêt des expérimentations avant l'application même de la décision de la CDB.

**vi- Qui est ce qui définit le prix d'une ressource? Est-ce une question d'échelle, niveau national ou international?**

Le prix d'une ressource dépend du lieu où l'on fait la comptabilité. C'est l'analyste qui définit quelle caractéristique tenir en compte.

**vii- Le prix de l'eau en ville peut être différent de celui à la campagne, comment fait-on pour trouver le bon compromis entre les deux?**

En fait, ce prix est obtenu en faisant la moyenne des prix estimés tant en ville qu'à la campagne.

#### **4- Remise d'attestation de formation**

A l'issue de cet atelier, on a procédé à la remise d'attestation de formation aux participants assidus et mérités

### Annexe 3 : LISTE DES INTERVENANTS

Noms et prénoms	Institutions de rattachement
FARAMALALA Miadana	DBEV, Univ. Antananarivo
ROGER Edmond	DBEV, Univ. Antananarivo
RAKOTONIAINA Solofoarisoa	IOGA, Univ. Antananarivo
RAMIARAMANANA Jeannot	C3EDM, Univ. Antananarivo
RAKOTONDRAOMPIANA Solofo	IOGA, Univ. Antananarivo
RAMIHANGIHAJASON Tony	IOGA, Univ. Antananarivo
RAOELISOLONARIVONY	IOGA, Univ. Antananarivo
RAMBELOARISOA Lalaina	DBEV, Univ. Antananarivo
ANDRIAMIANDRISOA Navalona	DBEV, Univ. Antananarivo
ANDRIAMADIA Mevasoa	DBEV, Univ. Antananarivo
RANDRIANARISON Henintsoa	C3EDM, Univ. Antananarivo
RAZAFINDRABE Malala	C3EDM, Univ. Antananarivo

**Annexe 4 : LISTE DES PARTICIPANTS**

N°	Nom et prénoms	Institutions
01	ANDRIAMAMPIANINA Rotsy	MEEF/DGF/DSAP
02	RAMILIARIVONY Mamy Harilala	DREP Boeny
03	RALANDISON Malalata	DRAE Boeny
04	RAZAFIMALALA Nambinina Monissa Avelline	DRRHP Boeny
05	EDIOT	DRCPASP Boeny
06	DARSOT Lova	DREEF Boeny
07	RAZAFINDRASOAMIHAVAMANANA Hortence	DREEF Boeny
08	RANDRIANJATOVO Solofoson	Asity Madagascar CMK
09	TSIRY Lova Tsiamidy	DREEH Boeny
10	TOTOHARISOA Anissa Adjani Rykiell	NAP Antrema
11	RABENANDRIANINA Rivosoa	MEEF/DGEnv
12	RAKOTOMAMONJY Mendrika Fahendrena	M2PATE
13	ANDRIAMANGA Sahondra Tiana	MNP
14	ANDRIAMBALOHERY Zo	MEEF/DGEnv
15	HAINGOMANANTSOA Rijatahiana	MEEF/DGE
16	RANAIVOSON Fameno Tahiana	MEEH/DIDE
17	RAJAONARIVELO Rotsy	MRHP
18	RAKOTOARISOA Eloï	MEP
19	RAKOTONJANAHARY Niritiana Lovaniaina Angelo Harrys	MEP
20	RAKOTONIRINA Noël Etienne B.	DRRHP Boeny
21	TSIMANENDRY	Ampanjaka Antrema
22	RABENARIMALALA Laingoniaina Mihaja	DREEF/Ecologie
23	RATSITOHAINA Fidisoa	DREEF Boeny
24	RATOVONIRINA Gaëtan	MNH Antrema
25	RAZANADRASOA Marcelle	DEEH Boeny
26	RANDRIANARISON Zakaiosy	Mairie Boanamary
27	RABARISON Harison	Univ. Antananarivo

**Annexe 5 : LISTE DES JOURNALISTES**

N°	Noms et prénoms	Organes de presse
01	RAHASIMANDIMBY Anicet	RTN
02	RAKOTOVAO Judith Rachèle	RTA
03	ANJARASOA Ihanta Robert	M3TV
04	MANANDAFY Jean René	M3TV
05	TCHALKO	Radio Madagasikara
06	HAJA Delphin	TVM Mahajanga
07	EUGÈNE Tacle	TVM Mahajanga

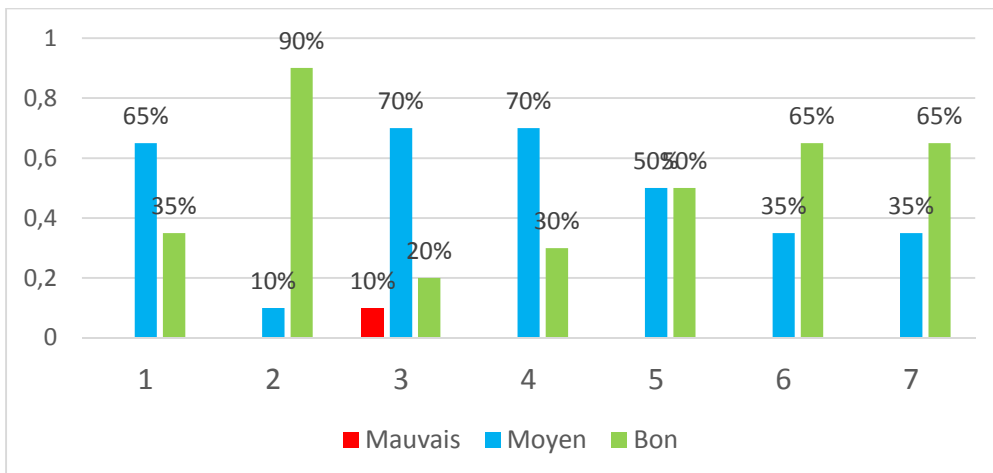


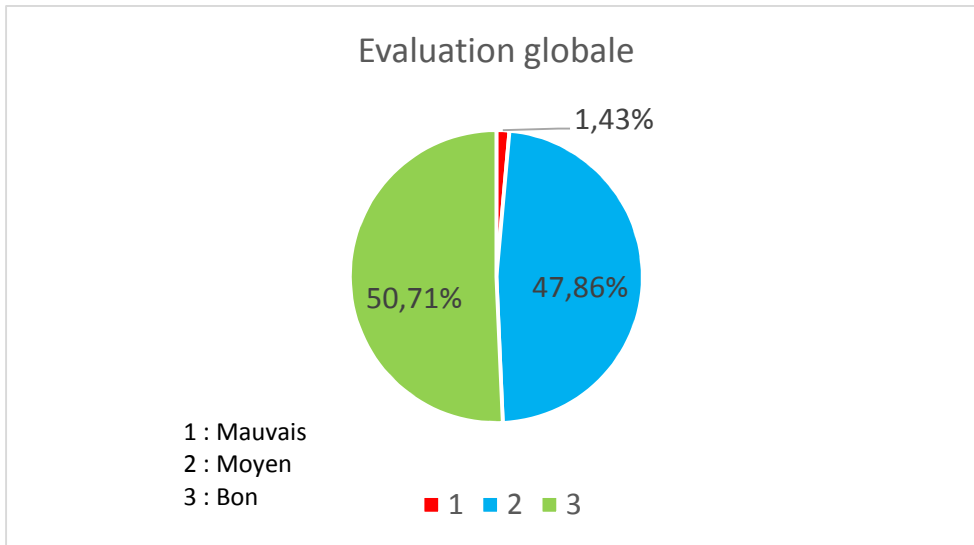
08	RASOLOFONIAINA Mamy Haja Armand	RADIO Fahazavana
09	RAMBELOSON Marcos	Ino Vaovao Mahajanga
10	ANDRIANAINA Vero	Express de Madagascar
11	Mika RANDRIANANTENAINA	TVM Mahajanga
12	RAKOTONANTOANDRO Lalaina	Centre Multimédia Univ. Antananarivo

## Annexe 6 : EVALUATION DE L'ATELIER PAR LES PARTICIPANTS

Questions posées :

- 1 : Dans quelle mesure cette formation a répondu à vos attentes ?
- 2 : Dans quelle mesure cette formation est pertinente pour votre travail ?
- 3 : Dans quelle mesure la durée de la formation était adéquate ?
- 4 : Dans quelle mesure l'approche de la formation a été efficace ?
- 5 : Evaluer l'organisation générale de la formation
- 6 : Dans quelle mesure la formation a amélioré vos connaissances et compétences ?
- 7 : Dans l'ensemble, comment pouvez-vous évaluer cette formation ?





## Annexe 7 : QUELQUES PHOTOS



*Photo 1 : Photo de groupe des participants à l'atelier*



Photo 2 : Une vue partielle des participants à l'atelier



Photo 3 : Table officiel lors de la clôture de l'atelier



*Photo 4 : Remise de certificat aux participants à l'atelier*



*Photo 5 : Une vue des participants durant la restauration*