

Cahiers de l'Observatoire
Hommes-Milieus
international Tésékéré

n° 12

2024



Directeur de la publication : Gilles Boëtsch

Rédactrice en chef : Priscilla Duboz

Comité de rédaction : Gilles Boëtsch, Priscilla Duboz, Lamine Gueye, Aliou Guissé, Pape Ibnou Ndiaye

Coordinatrice éditoriale : Corinne Pardo

Mise en page : Emily Henry

Comité de lecture : Luc Abbadie, Abdoulaye Ba, Moustapha Bassimbé Sagna, Stéphane Blanc, Robert Chenorkian, Chantal Crenn, Aly Diallo, Mariama Dalanda Diallo (†), Diégane Diouf, Massamba Diouf, Abdoulaye Djimde, Agathe Euzen, Babacar Faye, Didier Galop (†), Laurent Granjon, Antonion Guerci, Lamine Gueye, Mathieu Gueye, Anne-Marie Guihard-Costa, Aliou Guissé, Martine Hossaërt, Enguerran Macia, Cheikh Mbow, Doyle Mc Key, Didier Moreau, Pape Ibnou Ndiaye, Abdoul Aziz Niang, Alphonsine Ramdé Tiendredeogo, Abdoulaye Samb, Fatou Bintou Sarr, Pape Sarr, Sidy Mohamed Seck, Mame Oureye Sy, Stéphanie Thiebault, Roger Zerbo.

Adresse de rédaction :

LabEx DRIIHM, FR 3098 ECCOREV
Technopôle de l'environnement Arbois-Méditerranée
Domaine du Petit Arbois, Avenue Louis Philibert
BP 67, 13545 Aix en Provence Cedex 04

Contact mail : priscilla.duboz@cnsr.fr

Cette œuvre est placée sous licence Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International. Son contenu peut être copié, distribué ou réutilisé à condition que l'auteur et la source originale soient correctement cités et dans les limites d'une utilisation non commerciale. Pour consulter une copie de cette licence, visitez le site <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.



Sommaire

| | |
|---|----|
| Mémoire de l'environnement de la zone d'extension de la Grande Muraille Verte au Sénégal : focus sur la faune aviaire et mammalienne | 5 |
| Oumar Hamady Guissé, Anna Niang, Ablaye Diop, Priscilla Duboz, Pape Ibnou Ndiaye | |
| L'économie écologique : aperçu de quelques apports majeurs | 21 |
| Sylvie Ferrari | |
| Financer la restauration écologique : un paysage en mutation. Le cas du Sénégal | 29 |
| Morgane Gonon, Penda Diop, Mariama Kande, Quentin Merour, Rémi Prudhomme, Adrien Comte | |
| Rapport sur la géolocalisation des parcelles de reboisement le long du tracé de la Grande Muraille Verte (Sénégal) de 2008 à 2022 | 41 |
| Diara Sylla, Awa Latyr Sene, Alimatou Sam, Aly Diallo, Moustapha Bassimbé Sagna, Ndiabou Faye, Aliou Guissé | |

Mémoire de l'environnement de la zone d'extension de la Grande Muraille Verte au Sénégal : focus sur la faune aviaire et mammalienne

Oumar Hamady Guissé¹, Anna Niang¹, Ablaye Diop¹, Priscilla Duboz³, Pape Ibnou Ndiaye^{1,2}

¹Département de Biologie Animale/FST/UCAD, Dakar, Sénégal

²IRL 3189 ESS, Faculté de médecine, UCAD, Dakar, Sénégal

³UMR 7268 ADES, Faculté des Sciences Médicales et paramédicales Secteur Nord, Marseille, France

Abstract

This study was carried out within the framework of the ecological restoration of degraded ecosystems in the Sahelian zone of the Ferlo (North, Senegal) by the Great Green Wall reforestation project in Senegal. Its main objective is to contribute to the knowledge of large wild mammals and birds, past and present, in the Ferlo, based on existing scientific data and the empirical knowledge of local populations. To carry out this work, we carried out a bibliographical study, surveys of the local population and field observations. These different methods enabled us to observe the presence of significant avian (270 species belonging to 66 families and 22 orders) and mammalian (12 species belonging to 10 families and 5 orders) biodiversity, but with the supposed disappearance of 2 bird species: *Numida meleagris galeata* and *Struthio camelus* and 12 species of large mammals: *Panthera pardus*, *Panthera leo*, *Crocuta crocuta*, *Hyaena hyaena*, *Gazella dorcas*, *Hippotragus equinus*, *Litocranius walleri* and *Phacochoerus africanus*, *Ourebia ourebi*, *Kobus sp*, *Damaliscus lunatus*, and *Acinonyx jubatus*. We also studied the uses and representations of wildlife by the local population by developing the issue of hunting and traditional medicine. Hunting was previously practised for consumption, protection of domestic fauna, traditional medicine and trade. Although hunting is still practised today, it is now only for consumption and for the protection of domestic animals. The favourite game animals, guinea fowl, ostrich and gazelle, have now disappeared. For traditional medicine, our study shows that the population uses animal products. In total, 18 animal species were mentioned in traditional medicine. Derivatives from these animals are used for protection, healing, enrichment, mysticism, capacity building etc.

Key words

Great Green Wall, Empirical knowledge, Birds, Large mammals, Ferlo, Hunting, Traditional medicine, Protection of domestic wildlife.

Résumé

Cette étude a été réalisée dans le cadre de la restauration écologique des écosystèmes dégradés de la zone sahéenne du Ferlo (Nord, Sénégal) par le projet de reboisement de la grande muraille verte au Sénégal. Son objectif principal est de contribuer à la connaissance des grands mammifères sauvages et des oiseaux, passés et présents, au Ferlo, en se basant sur les données scientifiques existantes et les savoirs empiriques des populations locales. Pour mener ce travail, nous avons effectué une étude bibliographique, des enquêtes auprès de la population locale et des observations de terrain. Ces différentes méthodes nous ont permis de constater la présence d'une importante biodiversité aviaire (270 espèces appartenant à 66 familles et à 22 ordres) et mammalienne (12 espèces appartenant à 10 familles et à 5 ordres) avec cependant la supposée disparition de 2 espèces d'oiseaux : *Numida meleagris galeata* et le *Struthio camelus* et de 12 espèces de grands mammifères: *Panthera pardus*, *Panthera leo*,

Crocota crocuta, *Hyaena hyaena*, *Gazella dorcas*, *Hippotragus equinus*, *Litocranius walleri* et *Phacochoerus africanus*, *Ourebia ourebi*, *Kobus* sp, *Damaliscus lunatus*, et *Acinonyx jubatus*. Nous avons aussi étudié les usages et les représentations de la faune sauvage par la population locale en développant la question de la chasse et de la médecine traditionnelle. La chasse était auparavant pratiquée pour la consommation, la protection de la faune domestique, la médecine traditionnelle et le commerce. Même si la chasse perdure aujourd'hui, elle ne concerne plus que la consommation et pour la protection de la faune domestique. Les gibiers préférés, la pintade, l'autruche, et la gazelle, ont aujourd'hui disparus. Pour la médecine traditionnelle, notre étude montre que la population utilise des produits issus des animaux. Au total, 18 espèces animales ont été citées dans la médecine traditionnelle. Les dérivés provenant de ces animaux sont utilisés à des fins de protections, des soins, d'enrichissement, de mysticisme, d'augmentation des capacités etc.

Mots clés

Grand Muraille Verte, Savoir empirique, Oiseaux, Grands mammifères, Ferlo, Chasse, Médecine traditionnelle, Protection de la faune domestique.

Introduction

Le Sahel est un espace de transition entre le désert saharien au nord et la zone soudanienne au sud. On le retrouve dans une dizaine de pays africains allant de l'embouchure du fleuve Sénégal jusqu'au Djézireh soudanais (Haut Nil), en passant par les rives du lac Tchad, soit sur environ 3 millions de km². Cette zone est marquée par la longueur et la sévérité de sa saison sèche (de huit à neuf mois), mais elle n'est pas pour autant un désert, tant au plan biophysique qu'au plan humain. Populations végétales, animales et humaines se sont en effet adaptées à ce milieu difficile, aux forts aléas climatiques, ainsi qu'aux disponibilités fluctuantes en eau (Besancenot et al., 2004). Cependant, pendant plusieurs décennies, le Sahel a été confronté à un déficit pluviométrique qui a engendré une forte perturbation des grands équilibres écologiques (Dia et al., 2010). Cette dégradation de l'écosystème sahélien a également été accentuée par des activités anthropiques intenses, telles que le surpâturage et les feux de brousse. C'est le cas de la zone du Ferlo, située au nord du Sénégal, où le pastoralisme est la principale activité (CSE, 2015 ; Ndiaye, 2013 ; Wane et al., 2006). Ces perturbations ont entraîné une diminution conséquente de la biodiversité, en particulier végétale, entraînant ainsi une perte de la biodiversité animale qui lui est associée. C'est dans ce contexte singulier que des acteurs variés se sont mobilisés pour mettre en place des actions concrètes comme le projet de la Grande Muraille Verte (GMV), pour faire face à ces enjeux (CSE, 2011). Parmi les actions associées à la GMV, projet multi scalaire, l'installation des réserves naturelles permettent la protection et la conservation de la faune et de la flore, ainsi que les réintroductions d'espèces animales. C'est par exemple le cas de la réserve naturelle communautaire de Koyli Alpha (RNCKA) où une espèce de tortue terrestre (*Centrochelys sulcata*) et une espèce d'oryx (*Oryx damah*) ont été réintroduites (FAO, 2019, cité par Thiaw, 2021).

Cette étude a pour objectif de décrire la population des grands mammifères sauvages et des oiseaux au Ferlo, en se basant sur les données scientifiques existantes et les savoirs empiriques des populations locales. La question principale sera donc d'examiner comment des opérations de restauration menées dans le Sahel peuvent permettre un management durable de l'écosystème, en prenant en compte les pratiques et représentations des populations locales. Pour cela, nous nous sommes fixés comme objectifs spécifiques de (1) contribuer à l'identification des grands mammifères et oiseaux disparus et actuels et (2) connaître les utilisations et les représentations de la faune sauvage par les populations locales.

Méthodologie

L'étude a été réalisée au sein de deux communes situées dans le département de Linguère, dans la région de Louga (Nord du Sénégal) (15°58' N et 15°17' O) (Sylla et al., 2019). Il s'agit de la commune de Mboula, au sein de laquelle le village de Koyli Alpha a été étudié (15°44' N et 15°31' W) (Kebe et al 2021) et de la commune de Téssékéré où le village et les environs de Widou Thiéngoly (15°55'50.8"N

et 15°14'55.75"W ; Talla et *al.*, 2021) ont été étudié.

Le Ferlo fait partie du domaine sahélien caractérisé par un climat tropical sec, semi-aride, par des fortes chaleurs et un faible régime pluviométrique. Il est caractérisé par une alternance de deux saisons : une saison sèche pouvant durer jusqu'à 9 mois et une saison pluvieuse de 3 mois (Ndiaye, 2013). Les précipitations annuelles moyennes des dernières décennies atteignent rarement 300 mm et sont inégalement réparties dans le temps et dans l'espace. Les mois d'août et de septembre, qui enregistrent les précipitations maximales (environ 150 mm), sont considérées comme le cœur de la saison des pluies (Talla et *al.*, 2021). La température moyenne annuelle tourne autour de 28°C avec des températures maximales pouvant aller jusqu'à 43°C et des températures minimales de 16°C (Niang et Ndiaye, 2021 ; Talla et *al.*, 2021).

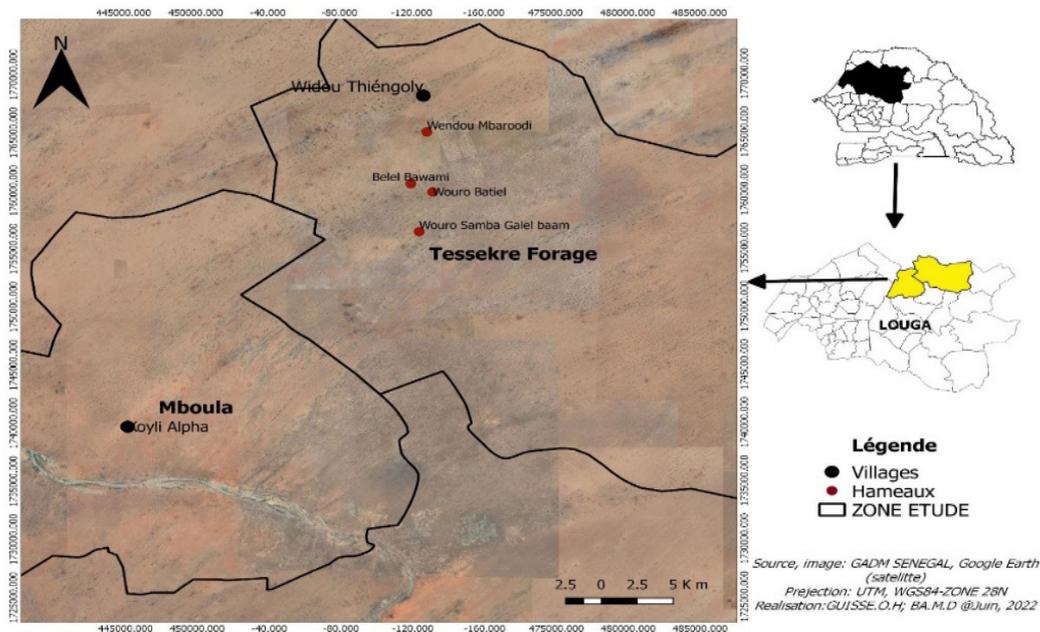


Figure1. Localisation de la zone d'étude dans le Ferlo

Enquêtes auprès des populations locales

Les enquêtes ont été réalisées en trois missions : une première du 22 au 28 mai 2021, une deuxième du 16 au 22 octobre 2021 et enfin une dernière du 30 au 03 mai 2022.

Le recrutement des enquêtés s'est fait par la méthode dite « de la boule de neige ». Il s'agit d'une méthode d'échantillonnage qui s'appuie sur les recommandations des sujets initiaux pour proposer d'autres participants (Johnston et Sabin, 2010). C'est une méthode d'échantillonnage simple et peu coûteuse qui permet de rencontrer facilement des personnes susceptibles de détenir des informations précises. Cette méthode nous a permis de réaliser deux types d'entretiens : individuels et groupés (avec en général 5 ou 6 enquêtés).

Les entretiens se sont déroulés chaque jour entre 09h et 14h le matin puis entre 16h et 19h l'après-midi. La durée moyenne d'un entretien était d'une heure.

35 entretiens individuels et trois entretiens groupés ont été réalisés, aboutissant à un échantillon qualitatif de 43 individus habitant dans 11 localités différentes, dont 2 grands villages (Widou Thiéngoly et Koyli Alpha). Les autres localités sont des hameaux situés entre 2 et 15 km de Widou Thiéngoly.

La population enquêtée a été divisée en deux classes d'âge :

- Les individus dont l'âge est compris entre]20-50] ans : cette catégorie regroupe les individus nés après la grande sécheresse des années 70.
- Les individus dont l'âge est compris entre]50- 90] ans : cette catégorie regroupe les individus qui ont connu la grande sécheresse des années 70.

Prospections : Nous avons effectué des transects de reconnaissance, méthodologie qui consiste à chercher la présence ou des indices de présence des espèces sans suivre une ligne droite avec une

destination non définie au préalable. Nous avons aussi effectué des observations à point fixe, consistant à se positionner sur un point fixe pendant une période bien déterminée (5 à 1h) et à identifier l'ensemble des espèces observées à l'œil nu ou à l'aide des jumelles.

Piégeage photographique : Cette méthode consiste à disposer des pièges photographiques à des endroits stratégiques identifiés lors des prospections. Ces pièges déclenchent l'appareil photo en cas de mouvement, avec un champ de balayage infrarouge de 20 à 25 m, ce qui permet une forte probabilité de détection de la présence d'animaux.

Résultats

La faune aviaire et mammalienne disparue

Les oiseaux supposés disparus

Lors des entretiens avec la population à Widou et à Koyli Alpha, cinq espèces ont été signalées comme disparues : la pintade de Numidie est la plus citée (33 fois) suivie de l'autruche (15 fois), de l'outarde à ventre noir (14 fois), de l'outarde arabe (11 fois) et enfin de l'outarde de Savile (2 fois).

Tableau I. Liste de l'ensemble des oiseaux supposés disparus obtenue à partir des entretiens avec la population. **NC** = Nombre de citations.

| Oiseaux disparus | | NC à widou Thiéngoly | NC à Koyli Alpha |
|-----------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------|
| Noms Français | Noms scientifiques | | |
| Outarde à ventre noir | <i>Eupodotus melanogaster</i> | 14 | 0 |
| Pintade de Numidie | <i>Numida meleagris qaleata</i> | 28 | 4 |
| Outarde de saville | <i>Lophotis savilei</i> | 2 | 0 |
| Autruches | <i>Struthio camelus</i> | 15 | 4 |
| Outarde arabe | <i>Ardeotis arabs Ardeotis</i> | 8 | 3 |



Numida meleaqrís qaleata (Pintade de Numidie)



Lophotis savilei (Outarde de Saville)

Les Grands mammifères supposés disparus

Dans la bibliographie, 12 espèces ont été signalées comme disparues dans la zone, dont 6 espèces signalées dans Niang (2017) et 5 dans Niang et Ndiaye (2021) et les autres dans Barral, (1982).

Lors de nos entretiens, neuf espèces appartenant à 3 ordres et 5 familles ont été évoquées comme disparues, le porc épic à crête (*Hystrica cristata*) étant signalé comme disparu seulement à Koyli Alpha.

Tableau II. Liste des grands mammifères cités comme disparus par la population et dans la bibliographie.

| Ordre | Famille | Nom scientifique | Nom commun | Enquête | Littérature |
|----------------------------|-------------|-------------------------------|-------------------|---------|-------------|
| Carnivora | Felidae | <i>Acinonyx jubatu</i> | Guépard | - | + |
| | | <i>Panthera pardus</i> | Léopard | + | + |
| | | <i>Panthera leo</i> | Lion | + | + |
| | Hyaenidae | <i>Crocus crocuta</i> | Hyène tacheté | + | + |
| | | <i>Hyaena hyaena</i> | Hyène rayé | + | + |
| Cetartiodactyla | Suidae | <i>Phacochoerus africanus</i> | Phacochère Commun | + | + |
| | Bovidae | <i>Damaliscus lunatus</i> | Damalisque | - | + |
| | | <i>Kobus sp</i> | Cobe sp | - | + |
| | | <i>Ourebia ourebi</i> | Ourébi | - | + |
| | | <i>Gazella dorcas</i> | Gazelle dorcas | + | + |
| | | <i>Hippotragus equinus</i> | Hippotragus | + | + |
| <i>Litocranius walleri</i> | Girafe | + | + | | |
| Rodentia | Hystricidae | <i>Hystrica cristata</i> | Porc épic à crête | + | - |

+ : indique la présence de l'espèce ; - : indique l'absence de l'espèce

La faune aviaire et mammalienne actuelle

L'avifaune

L'examen des études antérieures réalisées dans notre zone d'étude nous révèle la présence de 267 espèces d'oiseaux réparties dans 66 familles et 22 ordres (Diop 2020 ; Roux-vollon, 2012 ; Senghor, 2015 ; Ndiaye et *al.*, 2021 ; Diop et Ndiaye, 2022) (tableau III).

Tableau III. Synthèses des études précédentes sur l'inventaire des oiseaux

| Auteurs | Période d'étude | Type de document | Zone d'étude | Total ordres | Total famille | Total espèce |
|--|----------------------|--|--|--------------|---------------|--------------|
| Céline Roux-Vollon | avril 2011-mars 2012 | Rapport | Widou Thiéngoly | 20 | 43 | 131 |
| Elie Senghor | 2014-2015 | Mémoire de master | Mbar toubab, Lougguéré Thiolly, Labgar, Koyli Alpha, Widou Thiéngoly, Tésékéré | 21 | 53 | 162 |
| Ablaye Diop | 2019-2020 | Mémoire de master | Koyli Alpha | 21 | 52 | 167 |
| Papa Ibnou Ndiaye, Ablaye Diop, Anna Niang | 2020-2021 | Cahier de l'observatoire Hommes-Milieus Tésékéré n°9 | Koyli Alpha | 22 | 59 | 198 |
| Ablaye Diop, Papa Ibnou Ndiaye | 2022 | GBIF | Koyli Alpha | 22 | 59 | 198 |

Lors de nos entretiens avec la population, 82 espèces d'oiseaux appartenant à 40 familles et 16 ordres ont été signalées. A l'exception du Hibou du Cap (*Asio capensis*) (cité 6 fois), de l'Œdicnème criard (*Burhinus oedicephalus*) (cité 2 fois) et de la Pintade de Numidie (*Numida meleagris galeata*) (cité 1 fois), toutes les espèces citées par la population se retrouvent dans les études déjà réalisées.

Enfin, pendant nos prospections, nous avons observé 78 espèces, toutes décrites dans la bibliographie.

En somme, les résultats obtenus en associant la bibliographie et les résultats issus des enquêtes et des observations nous ont permis de répertorier 270 espèces d'oiseaux réparties dans 66 familles et 22 ordres. L'ordre des Passériformes domine avec 122 espèces, suivi des Charadriiformes avec 29 espèces et des Accipitriformes avec 26 espèces.

Les grands mammifères

L'examen des études antérieures réalisées dans notre zone d'étude révèlent la présence de 11 espèces de grands mammifères appartenant à 9 familles et à 4 ordres (Niang, 2017 ; Niang et Ndiaye, 2021, Ndiaye et Niang, 2022; Ndiaye et *al.*, 2022) (tableau IV).

Tableau IV. Synthèses des études précédentes sur l'inventaire des grands mammifères

| Auteurs | Période d'étude | Type de document | Zone d'étude | Total ordres | Total famille | Total espèce |
|--|-----------------|-------------------|-----------------|--------------|---------------|--------------|
| Anna Niang | 2016-2017 | Mémoire de master | Widou Thiéngoly | 3 | 6 | 7 |
| Anna Niang Papa Ibnou Ndiaye | 2017-2019 | Article | Koyli Alpha | 3 | 7 | 9 |
| Papa Ibnou Ndiaye Anna Niang | 2017-20 | GBIF | Koyli Alpha | 2 | 6 | 8 |
| Papa Ibnou Ndiaye Anna Niang Priscilla Duboz | 2016-2021 | GBIF | Koyli Alpha | 4 | 8 | 9 |

Lors de nos enquêtes avec les populations, la présence de 12 espèces de grands mammifères a été signalée. Il s'agit, en plus des 11 espèces évoquées dans la littérature, du phacochère (*Phacochoerus africanus*). La présence du porc épic à crête a été signalée lors des entretiens à Widou Thiéngoly et dans ses environs. Quant au phacochère, d'après nos enquêtes, il n'occupe plus la zone de manière permanente, mais effectue des séjours ponctuels depuis la zone du Walo.

Enfin, à partir des prospections et des caméras traps, 10 espèces de grands mammifères ont été observées à Widou Thiéngoly et Koyli Alpha. Parmi elles, une espèce est absente dans les études précédentes : la mangouste à queue blanche (*Ichneumia albicauda*). La présence de la mangouste à queue blanche a tout de même été signalée dans les travaux en cours (Niang 2023).

En somme les résultats obtenus à partir de la bibliographie, associés aux résultats issus des enquêtes et prospections, nous ont permis de répertorier 13 espèces de grands mammifères sauvages réparties dans 10 familles et dans 5 ordres (tableau V).

Tableau V. Liste des grands mammifères actuels

| Ordre | Famille | Espèces | Nom en français | Littérature | Enquêtes | Observations de terrain |
|-----------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------|----------|-------------------------|
| Carnivora | Canidae | <i>Canis aureus</i> | Chacal doré | + | + | + |
| | | <i>Vulpes pallida</i> | Renard pale | + | + | + |
| | Felidae | <i>Felis silvestris</i> | Chat sauvage | + | + | + |
| | Herpestidae | <i>Ichneumia albicauda</i> | Mangouste à queue blanche | - | - | + |
| | | <i>Atilax paludinosus</i> | Mangouste des marais | + | + | + |
| | Mustelidae | <i>Ictonyx striatus</i> | Zorille commune | + | + | - |
| | | <i>Mellivora capensis</i> | Ratel | + | + | + |
| Viverridae | <i>Genetta genetta</i> | Genette commune | + | + | + | |
| Lagomorpha | Leporidae | <i>Lepus capensis</i> | Lièvre du cap | + | + | + |
| Primates | Cercopithecidae | <i>Erythrocebus patas</i> | Singe rouge | + | + | + |
| Rodentia | Hystricidae | <i>Hystrix cristata</i> | Porc épic à crête | + | + | - |
| Cetartiodactyla | Suidae | <i>Phacochoerus africanus</i> | Phacochère commun | - | + | - |
| | Bovidae | <i>Oryx gazella</i> | Oryx algazelle | + | + | + |

+ : indique la présence de l'espèce ; - : indique l'absence de l'espèce

Usage et représentation de la faune sauvage par les populations locales

La chasse

Lors des enquêtes, 25 individus ont évoqué l'activité actuelle de la chasse, tandis que 34 ont évoqué sa pratique dans le passé. D'après les enquêtes, la consommation, la protection de la faune domestique, l'utilisation de produits animaliers dans la médecine traditionnelle et le commerce de la viande de brousse constituent les principaux motifs de chasse.

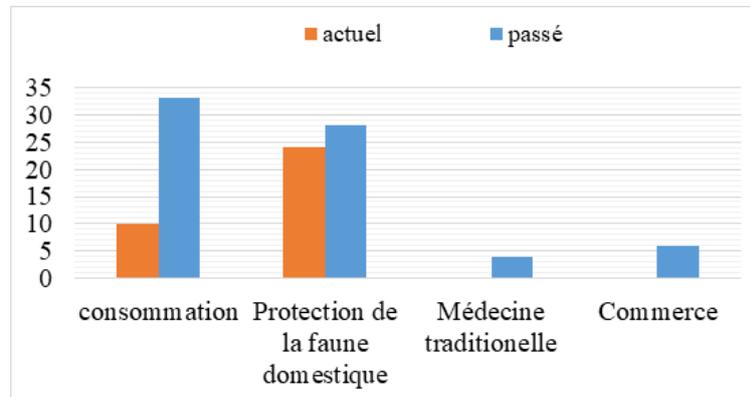


Figure 2. Nombre de citation des motifs de la chasse dans le passé et actuellement

D'après les enquêtes, il semblerait que la consommation ait été le motif principal de la chasse dans le passé. Dans les discours, les enquêtés semblent percevoir aujourd'hui une diminution de la chasse pour la consommation. On constate également que la chasse pour la protection de la faune domestique semble perdurer avec une légère baisse par rapport au passé. Bien que les fins commerciales ou médicinales aient été citées pour la pratique de la chasse dans le passé, ces raisons ne sont plus évoquées aujourd'hui.

L'utilisation médicinale de la faune

Lors des entretiens avec la population locale, 33 individus ont confirmé la présence des guérisseurs traditionnels dans la zone. Parmi les individus questionnés, 33 d'entre eux ont indiqué que les guérisseurs utilisent des produits dérivés des plantes et 20 individus ont révélé l'utilisation des produits dérivés des animaux dans la médecine traditionnelle. Ainsi l'utilisation de 11 espèces de grands mammifères et 7 espèces d'oiseaux dans la médecine traditionnelle a été évoquée (tableau VI). Les parties utilisées peuvent être la peau, les poils, les épines, les dents, la tête, les os, les cornes, le nez, les viscères, la viande, les tendons, la salive, les œufs, les nids, les cadavres, etc. Ces éléments sont utilisés à différentes fins : protection, soin, enrichissement, mysticisme, augmentation des capacités physiques, mentales etc. (tableau VI).

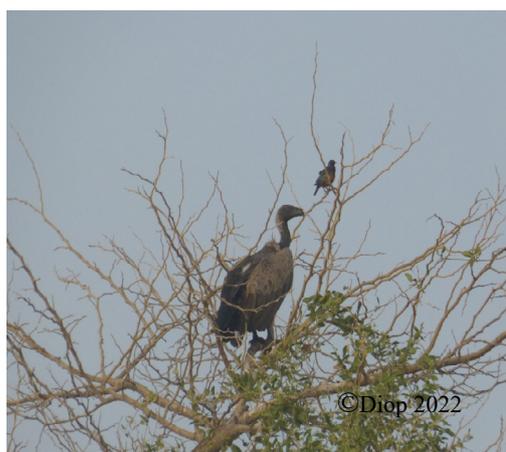
Tableau VI. Espèce, partie utilisée et type d'usage des grands mammifères et des oiseaux dans la médecine traditionnelle.

| Espèce | Partie utilisée | Type d'usage |
|------------------------|-------------------------|--|
| Ratel | Peau | Protection contre les coups couteaux ou haches (toul) |
| Lion | Peau | Protection du corps |
| Léopard | Peau | Protection du corps |
| Gazelle | Viande | Contre les maladies |
| | Cornes | Longévité |
| Chacal | Viande | Contre le paludisme et l'asthme |
| Phacochère commun | Corne | Contre la douleur lors de la poussée des dents chez l'enfant |
| | Viande | Contre les affections dermatologiques (ndoxum siti) |
| Singe | Poils | Déclenche des démangeaisons chez un provocateur |
| | Viande | Contre la fatigue |
| Chat sauvage | Peau | Camouflage (gnibbinirki) |
| Lièvre | Le sable ou il s'assoit | Utilisé pour faciliter l'accouchement |
| | Poils | Soigne les brûlures |
| Porc épic à crête | Contenu de l'estomac | Soigne les maux de ventre et estomac |
| | Epine | Dans les semences et augmente les cheveux |
| Tourterelles | Viande | Enrichit le sang |
| Autruche | Œuf | Pour traiter la fièvre |
| Vautour | Tête | Rend intelligent |
| | Nid | Pour chasser une personne de ses origines. Pour le « Toul » protection contre les coups de couteaux |
| Hyène tacheté | Peau | Protection des champs |
| | Cadavre | Multiplication du bétail |
| | Nez | Augmente l'odorat |
| Chouador à ventre roux | Nid | Chasser une personne de son village |
| Pique-bœuf | Nid | Enrichissement |
| Huppe fasciés | Viande | Rend intelligent |
| Bucorve d'Abyssinie | Foie | Contre les morsures des serpents |

Photos de quelques espèces utilisées dans la médecine traditionnelle



© Guisse 2022

Bucorvus abyssinicus (Grand Calao)

©Diop 2022

Gyps africanus (Vautour Africain)

©Diop 2022

Caprimulgus climacurus (Engoulvent à longue queue)

© Niang 2022

Mellivora capensis (Ratel)

© Niang 2022

Erythrocebus patas (Singe rouge)

© Guisse2022

Canis aureus (Chacal doré)

Discussion

Les résultats de ce travail confirment la disparition d'espèces de grands mammifères décrite par (Niang et Ndiaye, 2021 ; Barral, 1982). Nous en avons recensé 13 au cours de notre étude ; seul le porc épic à crête est absent de la liste précédemment annoncée. En effet, selon la population de Koyli Alpha, cette espèce a disparu, alors qu'elle est citée par la population de Widou Thiéngoly, conformément à la littérature (Niang, 2017 ; Niang et Ndiaye, 2021). La présence possible du lion et de la girafe dans le passé serait confirmée par l'existence des mares portant leurs noms dans les environs de Widou Thiéngoly : « Wéndou Mbaroodi » signifie mare aux lions et « Wéndou Ndiamala » (Diatta, 2020), mare aux girafes.

En ce qui concerne les oiseaux, les récentes études n'avaient pas fait état d'espèces disparues. Or, les populations locales signalent la disparition de cinq espèces, et insistent notamment sur la disparition de la pintade de Numidie et de l'autruche, seules espèces à ne pas avoir été retrouvées dans la littérature récente. Par contre, les trois autres figurent à la fois dans la littérature actuelle et sont parfois citées comme présentes par la population. En effet, l'outarde à ventre noir est présente à Louguéré Thioly selon Senghor (2015) et à Widou d'après les entretiens, l'outarde Arabe est présente à Widou selon Roux-Vollon (2012) et dans un des entretiens à Widou. Quant à l'outarde de Saville, elle a été citée trente-deux (32) fois comme présente et deux (02) fois comme disparue. Dans la littérature, elle est présente dans toutes les études à l'exception de celle de Senghor (2015).

Nos résultats montrent la présence actuelle de 270 espèces d'oiseaux (66 familles, 22 ordres) et de 13 espèces de grands mammifères sauvages (10 familles, 05 ordres). Pour les 270 espèces d'oiseaux obtenues, 78 ont fait l'objet d'une observation directe, 82 espèces ont été signalées par la population et 267 espèces ont été retrouvées dans la bibliographie. Seules 3 espèces sont absentes dans la bibliographie : le hibou du Cap (*Asio capensis*), l'œdicnème criard (*Burhinus oedicephalus*) et la pintade de Numidie (*Numida meleagris galina*). Leur présence est révélée par les entretiens. La grande différence entre le nombre d'espèces obtenues dans la bibliographie (267) et celles obtenues à partir des enquêtes et nos observations (82 et 78) s'explique par deux facteurs : tout d'abord, la liste obtenue à partir de la bibliographie provient de cinq études réalisées à des périodes différentes (Roux-vollon, 2012; Senghor, 2015 ; Diop, 2020, Ndiaye et al., 2021; Diop et Ndiaye 2022) ; par ailleurs, les individus regroupent souvent sous une même appellation plusieurs espèces d'oiseaux : par exemple, la tourterelle rieuse et la tourterelle à collier sont appelées « Wougo » par la population, et « thiolé » désigne un ensemble de petits oiseaux.

Parmi les 13 espèces de grands mammifères, le phacochère commun (*Phacochoerus africanus*) et la mangouste à queue blanche (*Ichneumia albicauda*) sont les seules espèces absentes dans les études de (Niang, 2017 ; Niang et Ndiaye, 2021 ; Ndiaye et Niang, 2022; Ndiaye et al, 2022). Selon la population locale, le phacochère commun cité quatorze (14) fois comme disparu et neuf (09) fois comme présent, vit dans le Walo et se retrouve souvent dans la zone quand il s'égare. Quant à la mangouste à queue blanche, elle a fait l'objet d'une observation directe à Koyli Alpha.

Concernant les utilisations et perceptions de la faune sauvage par les populations locales, la chasse est motivée par : la consommation, la protection de la faune domestique, la médecine traditionnelle et le commerce du gibier. L'étude des pratiques nous a montré que la chasse pour la consommation avait beaucoup diminué. Ceci pourrait être expliqué par l'absence actuelle de gibiers préférés des chasseurs telles que les pintades, les autruches, les gazelles etc. La disparition de ces gibiers avait été évoquée par Ka et al., (2016). Actuellement, selon les enquêtés, les chasseurs sont souvent des enfants, qui chassent certains oiseaux (les tourterelles, les gangas, les œdicnèmes etc.), et des chasseurs extérieurs munis d'un permis de chasse. Quant à la chasse pour la protection de la faune domestique, elle est actuellement pratiquée : dans la zone sylvo-pastorale du Ferlo, la population est majoritairement composée d'éleveurs, qui protègent leurs bétails contre les carnivores sauvages (Niang, 2017) qui dominent. Par ailleurs, L'extermination des carnivores pour la protection de la faune domestique ainsi que la chasse pour la consommation ont pu contribuer en grande partie à la disparition de certains animaux sauvages dans la zone.

La médecine traditionnelle est toujours pratiquée dans le Ferlo. Selon Gueye (2019), au Sénégal, comme dans le reste du continent africain, 80% de la population ont recours à la médecine traditionnelle, aux plantes médicinales et aux connaissances endogènes ou savoirs locaux auprès de personnes ressources, pour résoudre leurs problèmes privés et de santé. La connaissance des traitements dérivés des plantes et animaux, pratiquée depuis l'antiquité, s'est développée avec le temps et se transmet de bouche à oreille, de génération en génération (Pouset, 2004). Dans notre étude, plus de la moitié des entretiens révèlent l'utilisation des produits provenant des animaux. Ainsi, bien que l'utilisation des produits végétaux soit nettement plus répandue (et évoquée dans la quasi-totalité des entretiens), les tradipraticiens utilisent les deux catégories de produit. 18 espèces d'oiseaux et de grands mammifères ont été citées dans la médecine traditionnelle. Différents éléments provenant de ces derniers sont utilisés à des fins spécifiques : Les peaux du lion, du ratel et du léopard, sont utilisées à des fins de protection du corps, *niawndorgal* en Pulaar (talismans qui permettent de se protéger : la peau du ratel protège la peau contre les coups de couteaux ou de haches). D'autres parties du corps sont utilisées pour les soins et préventions des maladies, pour jeter des sorts, pour augmenter les facultés mentales, sensorielles et intellectuelles, d'autre pour s'enrichir, etc. Le nez d'hyène, par exemple, augmente l'odorat, la viande de la huppe fasciés et la tête du vautour rendent intelligent. Ce type de

pratiques est démontré dans de nombreuses populations et zones géographiques (Hernandez et al., 2015 en Argentine ; Zoumari, 2009 au Niger ; Agossou et al., 2018 au Bénin). Cependant, la médecine traditionnelle pratiquée dans la zone du Ferlo, bien que très connue et pratiquée, n'aurait pas un grand effet sur la disparition des espèces animales : en effet d'après les enquêtes, les produits animaux sont récupérés chez les chasseurs qui, le plus souvent, chassent pour la consommation, pour la protection de la faune domestique ou achète ses produits au marché.

Conclusion

Cette étude nous a permis d'identifier les grands mammifères et oiseaux disparus et actuels dans la zone d'extension du projet de reboisement de la grande muraille verte au Sénégal. Elle nous a également permis de connaître un certain nombre d'utilisations et perceptions de la faune sauvage par les populations locales. L'étude nous a permis de révéler :

- une importante biodiversité aviaire (270 espèces appartenant à 66 familles et 22 ordres)
- une faune mammalienne riche et diversifiée (12 espèces appartenant à 10 familles et 5 ordres)
- la disparition supposée de deux espèces d'oiseaux (la pintade et l'autruche) et de 13 espèces de grands mammifères peut également être notée.

La disparition de ces espèces est certainement due à la fois à la sécheresse et à l'action de l'homme. Cette dernière tient à la fois à une utilisation parfois abusive de la faune mais aussi à son élimination pour la protection de la faune domestique. La protection et la conservation de la faune sauvage passe alors par la réhabilitation et la préservation des habitats naturels, mais aussi par la sensibilisation de la population sur l'impact des usages traditionnels de la faune.

Bibliographie

1. Agossou, H., Dossou, J. P., Loubegnon, O. T., & Biaou, S. S. H. (2018). Usages ethnozologiques des organes du Buffle (*Syncerus caffer*) autour du parc W au Bénin. *Les Annales de l'Université de Parakou, Série "Lettres, Arts et Sciences Humaines", N°1, 1*, p 1–8.
2. Barral, H. (1982). Le Ferlo des forages : gestion ancienne et actuelle de l'espace pastoral : étude de géographie humaine. 85p.
3. Besancenot, J., Handschumacher, P., Ndione, J., Mbaye, I., & Laaidi, K. (2004). Climat, eau et santé au Sahel ouest-africain. *Sécheresse, 15*(3), 233–241.
4. CSE. (2011). Réalisation des états de référence des observatoires (DNSE) au Sénégal, 47 p.
5. Dia, A & Duponnois, R. (2010). Le projet majeur africain de la Grande Muraille Verte Concepts et mise en œuvre. Marseille : IRD Edition, 439p.
6. Diatta, B. D. (2020). Etude comparative de la cosmetopee des peuls et des wolofs du Ferlo nord (senegal). Thèse Doctorat, Spécialité Ecologie et Agroforesterie, Dakar: Univesité Cheikh Anta Diop de Dakar, 176 p.
7. Diop, A. (2020). Etude préliminaire de la biodiversité aviaire dans la zone de Koyli Alpha (Ferlo, Sénégal). Mémoire de master II, Faculté des Sciences et Techniques, Spécialité écologie et gestion des écosystèmes. *Dakar: Université Cheikh Anta Diop de Dakar*, 35p.
8. Diop, A., Ndiaye, P.I. (2022). Bird biodiversity in Ferlo (North of Senegal). Observatoire Hommes-Milieus international Téssékéré. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/u484g6> accessed via GBIF.org on 2023-04-17.
9. Geuye, F. (2019). Medecine traditionnelle du senegal exemples de quelques plantes medicinales de la pharmacopee senegalaise traditionnelle. Thèse en pharmacie. Marseil. Faculté de Pharmacie, Université Aix Marseille, 175p.
10. Hernandez, J., Campos, C. M., & Borghi, C. E. (2015). Medicinal use of wild fauna by mestizo communities living near San Guillermo Biosphere Reserve (San Juan, Argentina). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 11*(1), 1–10p.
11. Johnston, L. G., & Sabin, K. (2010). Sampling Hard-to-Reach Populations with Respondent Driven

- Sampling. *Methodological Innovations Online*, 5(2), 38.1-48p.
12. Ka, A., Kandji, M. M., Crenn, M. C., & Ndao, M. M. (2016). Manger à Widou Thiengoly (Nord-Sénégal). De l'abondance remémorée à la dépendance au marché. Thèse de doctorat mention Sociologie, spécialité Anthropologie de l'alimentation. Dakar: Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 1-330 p.
 13. Kebe, I. M., Sagna, M. B., Diallo, M. D., Diallo, A., Diatta, S., Ngom, D., Peiry, J. L., Goffner, D., & Guisse, A. (2020). Étude des caractéristiques écologiques d'un peuplement ligneux de la grande muraille verte dans le ferlo nord, sénégal. *Revue de l'Environnement et de La Biodiversité, PASRES*, 16p.
 14. Kingdon J. (2006). Guide des mammifères d'Afrique. Paris : Delachaux et Niestle, 272p.
 15. Ndiaye, O. (2013). Caractéristiques des sols, de la flore et de la végétation du Ferlo, Sénégal. Thèse de doctorat, Ecole Doctorales des Sciences de la Vie et de la Santé de l'Environnement. Dakar: Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 117p.
 16. Ndiaye, P.I., Diop, A., & Niang, A. (2021). Impact du projet de reboisement de la grande muraille verte sur la conservation de la faune aviaire et mammalienne au Ferlo (Nord Sénégal) in Cahier de l'observatoire Hommes-Milieus International Tèssékéré. N°9. *L'Actualité scientifique Nouvelle-Aquitaine*, P 43-47.
 17. Ndiaye, P.I., Niang, A., (2022). Large wild mammals in Ferlo (North of Senegal) Trapping data. Version 1.3. Observatoire Hommes-Milieus international Tèssékéré. Sampling event dataset <https://doi.org/10.15468/tr6zfp> accessed via GBIF.org on 2023-05-16
 18. Ndiaye, P.I., Niang, A., DUBOZ, P., (2022). Large wild mammals in Ferlo (North of Senegal). Version 1.2. Observatoire Hommes-Milieus international Tèssékéré. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/k6vut5> accessed via GBIF.org on 2023-05-16.
 19. Niang, A. (2017). Etude préliminaire de la biodiversité aviaire dans la zone de Koyli Alpha (Ferlo, Sénégal). Mémoire de master II, Faculté des Sciences et Techniques, Spécialité écologie et gestion des écosystèmes. Dakar: Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 48 p.
 20. Niang, A., & Ndiaye, P. I. (2021). A large mammal survey in Koyli Alpha Community Wildlife Reserve and its surroundings in the Great Green Wall extension area in Senegal. *Journal of Threatened Taxa*, 13(9), 19223–19231p.
 21. Poulet A. R. (1972). Recherches Ecologiques sur une Savane Sahélienne du Ferlo Septentrional, Sénégal : Les Mammifères. Extrait de la Terre et la Vie Revue d'écologie appliquée vo1.26 : p.325-472.
 22. Pouset, J. . (2004). Plantes médicinales d'Afrique. Comment Les Reconnaître Et Les Utiliser, 321.
 23. Roux-Vallon C. (2012). Impacts des périmètres protégés de la GMV sur diversité et la densité des oiseaux : comparaison entre une parcelle protégée et un pâturage communautaire. Rapport d'étude OHM/Tèssékéré, p64.
 24. Senghor, E. (2015). Etat de référence de la diversité aviaire de l'emprise de la grande muraille verte/ Sénégal. Master en Sciences de l'Environnement, Mention : Gestion des Ressources Naturelles et Développement Durable. Dakar: Institut des sciences de l'environnement,. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 53p.
 25. Sylla, D., Ba, T., Diallo, M. D., Mbaye, T., Diallo, A., Peiry, J. L., & Guisse, Aliou. (2019). Dynamique de l'occupation du sol de la commune de Tèssékéré de 1984 à 2015 (Ferlo Nord, Sénégal). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 40(3), 6674–6689p.
 26. Talla, R., Sagna, M. B., Ndiaye, D., Diallo, A., Peiry, J. L., Sarr, P. S., & Guisse, A. (2021). Dendrochronological Potential and Impact of Climate Factors on Radial Growth of Two Species in the Sahelian Zone: *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. ex Poir and *Sclerocarya birrea* (A. Rich) Hoscht (Ferlo Nord/Senegal). *American Journal of Plant Sciences*, 12(04), 498–517p.
 27. Thiaw, M. (2021). Biodiversité et écologie du peuplement des reptiles à Koyli Alpha (Ferlo, Nord Sénégal). Mémoire de master II, Spécialité écologie et gestion des écosystèmes. Dakar: université Cheikh Anta Diop de Dakar, 73 p.
 28. Wane, A., Ancey, V., & Grosdidier, B. (2006). Les unités pastorales du Sahel sénégalais, outils de

gestion de l'élevage et des espaces pastoraux. *Développement Durable et Territoires, Dossier 8*, 0–18p.

29. Zoumari, S. (2009). Thème : Contribution du savoir autochtone à la connaissance de la faune sauvage de la future aire protégée de Térémit-Tin Tooumma Niger. Mémoire de master II en gestion des aires protégées. Ouagadougou, institut international d'ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2IE), 61p.

L'économie écologique : aperçu de quelques apports majeurs

Sylvie Ferrari

BSE-UMR 6060, Université de Bordeaux

Résumé

Cet article présente les principales caractéristiques de l'économie écologique, nouvelle école de pensée en économie ainsi que sa pertinence face aux défis de l'Anthropocène. L'ouverture de l'économie sur d'autres disciplines et l'intégration d'éléments conceptuels, méthodologiques et théoriques relevant des sciences de la nature ainsi que des sciences sociales pour l'étude des phénomènes économiques constituent les fondements de la démarche épistémologique au cœur de l'économie écologique.

Introduction

Le courant de l'économie écologique émerge à la fin des années 1980 dans un contexte marqué par un renouvellement critique des cadres théoriques et conceptuels de l'économie de l'environnement et des ressources naturelles. Un regard nouveau sur l'étude des relations entre le système économique et l'environnement (en tant qu'offreur de ressources et que réceptacle pour les pollutions) va conduire à une critique de l'économie envisagée selon un modèle mécaniste et de nature statique, modèle où elle est une sphère autonome par rapport à la nature et seulement guidée par des lois économiques. Les hypothèses (individualisme méthodologique, préférences individuelles, rationalité des agents économiques...) et les lois qui permettent de définir une allocation optimale des ressources dans l'économie (optimisation sous contrainte, marché, équilibre...) ne peuvent pas appréhender de manière pertinente les liens entre les activités économiques et les éléments de la nature qu'elles transforment en considérant les dynamiques des processus naturels ainsi que les lois qui les gouvernent. Tandis que l'environnement est considéré comme extérieur à la sphère économique, les dégradations de la nature sont considérées et prises en compte appréhendées comme des externalités négatives, c'est-à-dire comme des phénomènes qui diminuent le bien-être des agents économiques en dehors de toute transaction volontaire (la pollution est subie sans aucune compensation de la part du pollueur).

Face à ce constat, quelques économistes précurseurs ont proposé une vision alternative à celle qui sous-tendait l'économie de l'environnement et des ressources naturelles. Cette nouvelle vision repose sur l'étude des relations entre les systèmes écologiques, sociaux et économiques pour traiter les questions environnementales et leur apporter des réponses adaptées. Parmi eux, on peut mentionner les contributions majeures de K. E. Boulding (1966), N. Georgescu-Roegen (1971), H.E. Daly (1972), René Passet (1979) ainsi que de R. Costanza (1991). Afin d'apprécier la portée de leurs travaux pour ce nouveau champ disciplinaire, nous proposons dans un premier temps un exposé de ses principales composantes à l'heure où l'humanité fait face à des défis environnementaux sans précédent. Puis, dans un second temps, la pertinence de cette nouvelle approche sera examinée pour traiter les enjeux de la durabilité à l'heure de l'Anthropocène.

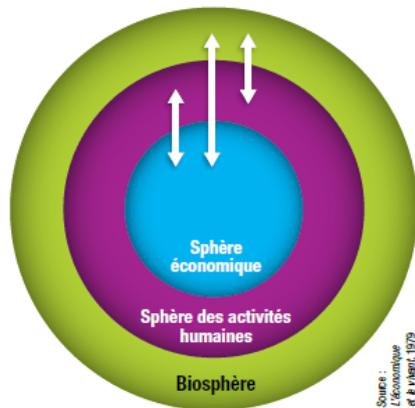
Traits caractéristiques de l'économie écologique

Ce nouveau courant de pensée émerge avec un programme de recherche ambitieux qui considère que l'économie doit intégrer des éléments, des concepts et des approches de la science écologique. En 1988, l'association internationale pour l'économie écologique est créée ainsi que la revue *'Ecological Economics'* l'année suivante. Afin de mieux comprendre les interactions entre les écosystèmes, l'économie et la société, les travaux publiés dans la revue se traduisent par une grande hétérogénéité dans la mesure où ils croisent les apports des sciences de la nature, des sciences sociales et des sciences humaines. Les contributions y sont très variées tant au niveau des concepts, des méthodes que des

approches qui mobilisent largement des analyses de nature plutôt hétérodoxes (sans exclure pour autant des analyses standards). Sur ce point, Costanza (1991, p.3) écrit : *"Ecological economics will use the tools of conventional economics and ecology as appropriate. The need for new intellectual tools and models may emerge where the coupling of economics and ecology is not possible with the existing tools"*.

La remise en question du cadre théorique de l'économie standard est portée par une rupture de nature épistémologique forte : c'est la transdisciplinarité qui prend place avec l'économie écologique. Il y a nécessité de nourrir l'économie de connaissances issus d'autres disciplines et de construire à partir de cette démarche un nouveau paradigme au sein duquel une science de la durabilité peut s'édifier. Fondamentalement, les phénomènes économiques ne sont plus étudiés sans considérer les liens avec des éléments naturels (écosystèmes, processus naturels à l'échelle de la biosphère...). A ce sujet, on peut citer Costanza (1991). p.3: *"Ecological economics is a new transdisciplinary field of study that addresses the relationships between ecosystems and economic systems in the broadest sense. These relationships are central to many of humanity's current problems and to building a sustainable future but are not well covered by any existing scientific discipline."* Ce débordement disciplinaire se traduit par le dépassement des frontières traditionnelles de l'économie pour proposer une analyse des questions environnementales en prise avec les différentes échelles des systèmes environnementaux concernés. Il conduit également à mobiliser une nouvelle vision de la nature grâce à l'ouverture sur d'autres savoirs. La perspective transdisciplinaire, en procédant au décloisonnement intellectuel des savoirs, peut conduire à tenter une synthèse intégrative de différentes perspectives disciplinaires pour traiter les problèmes posés. Aucune discipline ne peut, à elle seule, apporter des réponses à la question posée.

L'objectif général visé par l'économie écologique est celui de l'insertion du système économique au sein des régulations écologiques. En considérant que la biosphère contient le système social, lui-même englobant le système économique, tous les éléments contenus dans la biosphère sont donc soumis aux lois et principes qui gouvernent le système englobant. Dès lors, des lois non économiques s'appliquent à la sphère des activités économiques. La reproduction du système économique n'est donc plus indépendante des principes qui régissent le fonctionnement de la biosphère. Ce faisant, l'accent est mis sur le rôle des interdépendances entre l'économie et la biosphère.



L'inclusion de la sphère économique dans la biosphère permet de reconnaître les contraintes biophysiques (lois de la physique, biologie...) ainsi que les contraintes morales (éthique environnementale, philosophie morale, justice sociale...), et conduit à faire appel à des savoirs à la fois positifs et normatifs. Ainsi, la question de la redistribution des richesses est au cœur des préoccupations de l'économie écologique et conduit à questionner les critères de justice entre les générations présentes (justice intra-générationnelle) d'une part, et entre générations présentes et futures d'autre part (justice intergénérationnelle).

Dans ce contexte, l'importance accordée à la notion de limites ainsi que la prise en compte des principes non économiques imposés à la sphère économique dessinent une économie soumise à des contraintes écologiques.

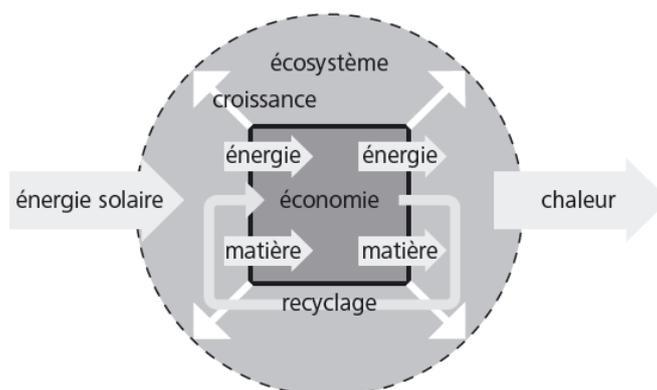


Figure 2. Une représentation du système économique et de la biosphère dans une perspective économico-écologique
Source : Maréchal, 2011.

Le système économique se situe dans un monde fini, celui délimité par son appartenance à l'ensemble englobant, la biosphère, qui du point de vue thermodynamique est un système fermé – pas d'échange de matière mais seulement d'énergie via le flux solaire. Les flux qui circulent à travers le système économique sont des flux physiques, des flux d'énergie et de matière. C'est là une vision radicalement différente de celle de l'économie standard qui considère l'économie comme un système autonome traversé par des flux monétaires et réels dans un monde sans limite (décrit par Boulding (1966) avec l'économie du « cow-boy »). Dès lors, la dimension biophysique de l'économie devient essentielle, tout comme la reconnaissance de la finitude de la biosphère (Froger et al, 2016).

Dans une perspective économico-écologique, les activités économiques ne sont donc pas neutres à l'égard de la nature : les prélèvements ainsi que les rejets qui accompagnent la production de biens et de services ne peut échapper à une loi de la thermodynamique, à savoir la loi d'entropie. Dès lors que l'énergie sous toutes ses formes est mobilisée pour produire et consommer, ces transformations impliquent de par la loi des changements qualitatifs qui se traduisent notamment par une augmentation de la pollution et des déchets qui est par ailleurs inéluctable. Ainsi, la transformation de quantités d'énergie disponible par les activités de production s'accompagne d'une dégradation irréversible de leur qualité sous la forme de pollutions et de déchets. Cette forme d'expression de la finitude est également présente dans l'analyse de Daly (1992) « le monde plein » qu'il oppose au « monde vide ».

Ainsi, au sein de l'économie écologique, des travaux se développent autour de l'économie de la durabilité avec une approche à visée intégrative qui envisage des relations particulières entre la satisfaction des besoins humains et le respect de la biosphère. L'analyse proposée par Daly (1992) est pertinente de ce point de vue car elle s'appuie sur trois dimensions indissociables pour lesquelles trois objectifs particuliers sont identifiés. Une première dimension repose sur l'allocation des ressources avec comme finalité l'efficacité dans l'usage des ressources de la nature. La deuxième dimension concerne la distribution des ressources avec la justice comme objectif au niveau intra et intergénérationnel. Quant à la troisième dimension, elle renvoie à l'échelle de l'économie et à la finalité de garantir la durabilité. Ce dernier point met l'accent sur la nécessité de garantir les conditions qui assurent le « bon fonctionnement » de la biosphère à long terme. La question de la taille de l'économie est pour Daly essentielle. Il écrit : « *Since the human economy is a subsystem of a finite global ecosystem which does not grow, even though it does develop, it is clear that growth of the economy cannot be sustainable over long periods of time* » (1990). L'économie transforme les processus naturels en prélevant et en rejetant des volumes physiques d'énergie et de matière qui ont des impacts croissants dans la nature. Cette perspective interroge la durabilité du système économique, c'est-à-dire sa capacité à se maintenir tout en respectant la dynamique des processus naturels en jeu.

Plus récemment, une autre perspective a émergé avec les travaux de Baumgärtner et Quaas (2010) pour définir ce qu'est l'économie de la durabilité. Ces auteurs écrivent : « *Sustainability is a normative notion about the way how humans should act towards nature, and how they are responsible towards one another and future generations* ». Leur apport se situe au niveau de l'accent porté sur l'étude des questions d'équité et de justice dans l'analyse économique. Trois types de justice sont considérés conjointement : la justice entre les générations présentes et futures ; entre les individus des générations présentes, entre la nature et les individus. Ce troisième type de justice invite directement l'éthique environnementale dans la définition de la durabilité.

L'économie écologique propose ainsi un nouveau regard sur la nature des relations entre le développement des activités économiques et l'évolution des éléments naturels. Elle accorde une place de choix aux interdépendances entre les différents éléments issus des sphères économique et naturelle en proposant de les appréhender dans leurs dimensions temporelles. Le concept de coévolution proposé par Norgaard en 1984 permet de saisir l'évolution des phénomènes écologiques et économiques ainsi que les interactions entre les deux systèmes. Ici, l'environnement est un objet écologique en cours d'évolution qui a tendance à se réduire et/ou à se dégrader sous l'effet des activités humaines et économiques. Ces dernières années cette perspective est saisie à travers le concept de socio-écosystème ou système socio-écologique qui met l'accent sur le couplage entre la société et les écosystèmes. La durabilité à l'échelle du socio-écosystème a notamment été remarquablement analysée dans le cadre de la gestion des communs avec les travaux précurseurs d'Ostrom (2009). La coévolution, qui est reconnue comme un cadre essentiel pour comprendre le changement dans les systèmes socio-écologiques complexes, constitue un concept fondamental de l'économie écologique (Folke *et al.*, 2005). Ainsi, les systèmes socio-écologiques peuvent être considérés comme évoluant par le biais de la coévolution entre leurs composantes sociales et écologiques. L'étude de tels systèmes soulèvent des enjeux notamment au regard de l'imbrication des phénomènes socio-économiques et écologiques avec de nombreuses interdépendances à des échelles spatiales et comme temporelles, ce qui nécessite le développement d'une approche transdisciplinaire (Kallis et Norgaard, 2010).

L'économie écologique et les enjeux de la durabilité à l'heure de l'Anthropocène

Les questions fondamentales qui se posent aujourd'hui dans le champ de l'économie écologique reposent sur la nécessité de considérer l'environnement et le développement humain comme indissociables, reliés l'un à l'autre. S'interroger sur la durabilité du développement conduit à envisager le maintien à très long terme des systèmes environnementaux (variétés d'échelles), la place des interdépendances entre économie et nature, ainsi que l'importance des relations entre la nature, le temps et la justice. Plus généralement, la préservation des conditions d'habitabilité de la biosphère, implique de s'intéresser aux conditions qui assurent sa résilience.

La durabilité suppose de redéfinir les contours de nombreux concepts et cadres théoriques autour de la prospérité, du bien-être, du bonheur, de la croissance économique, des valeurs, du progrès ainsi que des modalités qui orientent les transitions vers de nouveaux modèles économiques. C'est au sein d'une vision globale de la durabilité du développement que se pose la question de la réduction des inégalités ou encore des modalités d'une justice sociale à travers la distribution des richesses au sein des générations (présentes d'une part et, d'autre part, entre générations présentes et générations futures).

Au cœur de ces questions, la notion de crise écologique n'est plus adaptée pour comprendre les enjeux sociaux et environnementaux posés par l'Anthropocène. En évoquant une rupture passagère qu'il serait possible de maîtriser, évoquer la crise écologique conduit à se tromper de temporalité et à ignorer les irréversibilités associées aux impacts environnementaux d'origine anthropiques. Or, le développement des sociétés contemporaines est à terme compromis par l'existence de nombreuses limites biophysiques imposées par la biosphère. En 2009, lorsque Rockström *et al.* ont défini un espace sûr pour l'humanité, seules trois limites planétaires sur les neuf définies par ces auteurs ont été dépassées, à savoir le changement climatique, l'érosion de la biodiversité et le cycle de l'azote. En 2023, trois nouvelles limites planétaires sont dépassées : le cycle de l'eau, le cycle du phosphore et la pollution chimique due aux plastiques. Au fur et à mesure que le dépassement des limites biophysiques se poursuit, ce sont les conditions d'habitabilité terrestre pour le vivant en général, et l'espèce humaine en particulier qui se trouvent menacées.

Face aux nouveaux défis qui se posent à l'humanité, de nouvelles questions surgissent : comment intégrer dans l'analyse économique les limites imposées par la biosphère aux modes de production et de consommation ? Quelles sont les modalités pour réaliser des transitions vers un nouveau modèle économique plus juste et durable ? Comment est-il possible de réguler la taille physique des économies ? Ces interrogations ne peuvent pas être dissociées d'une autre question incontournable, à savoir la nécessité de poursuivre la croissance en présence de contraintes écologiques à l'échelle de la biosphère. Ainsi, en 2010, Victor écrit : « *Our global economy must operate within planetary limits to promote stability, resilience and wellbeing, not rising GDP* ». Et d'ajouter : « *The idea of steady-state economies,*

or even economic 'degrowth', in developed countries is gaining traction ».

Depuis une vingtaine d'années, au-delà de la croissance, la question de la transition vers un nouveau modèle économique a vu l'émergence de nombreux travaux sur la décroissance. Le contenu de ce concept dans le champ de l'économie écologique recouvre plusieurs éléments comme la réduction intentionnelle de la production et de la consommation avec les émissions de gaz à effet de serre qui l'accompagne, la diminution du temps de travail pour disposer de plus de temps consacré au bien-être (Van den Bergh et Kallis, 2012). Une autre composante fait référence à la décroissance physique avec la diminution de la taille de l'économie (Daly, 1992). On peut citer ici la définition de Parrique (2022) : « une réduction de la production et de la consommation pour alléger l'empreinte écologique planifiée démocratiquement dans un esprit de justice sociale et dans le souci de la qualité de vie ». L'idée ici vise à réduire les quantités de ressources prélevées et transformées par les activités économiques ainsi que les pollutions que ces activités génèrent. Pour certains économistes, cette perspective, qui permettrait de rester à l'intérieur des limites de la biosphère, trouve son origine dans la bioéconomie de Georgescu-Roegen (Ferrari, 2021 ; 2023). C'est une approche visionnaire qui considère les activités économiques dans le contexte écologique global, la biosphère, et qui intègre les fondements biophysiques du développement des sociétés sur un temps long. La transformation irréversible de la nature par les processus économiques (prélèvements et rejets polluants), permise par le recours à des techniques toujours plus puissantes n'échappe pas à la loi d'entropie (Georgescu-Roegen, 1971 ; 1975). Si la face matérielle des activités économiques est inéluctablement portée par la dissipation des ressources d'énergie et de matière, sa face immatérielle est représentée par « la joie de vivre ». Dès lors, sur un temps long qui rassemble toutes les générations successives, il est essentiel d'adopter des stratégies de conservation des stocks, de minimiser les flux prélevés, de réduire les inégalités et de satisfaire les besoins des populations qui sont essentiels. La protection de la biosphère est une des conditions nécessaires pour assurer le bien-être de l'humanité. Dès lors, les générations présentes sont dotées d'une obligation morale dont elles ne doivent pas se soustraire.

Cette perspective répond aux enjeux de sobriété, de modération des besoins. Elle invite à quitter le paradigme de la croissance pour le remplacer par celui de la prospérité. Hickel écrit (2020, p. 252) : *« Elle [la décroissance] est synonyme de dé-thingification des humains et de la nature, et de désescalade de la crise écologique. La décroissance commence comme un processus consistant à prendre moins. Mais au bout du compte, elle ouvre de nouvelles perspectives. Elle nous fait passer de la pénurie à l'abondance, de l'extraction à la régénération, de la domination à la réciprocité, de la solitude et de la séparation à la connexion avec un monde débordant de vie. En fin de compte, ce que nous appelons « l'économie » est notre relation matérielle les uns avec les autres et avec le reste du monde vivant. »* Dès lors, l'accent est porté sur la prise en compte non seulement des limites planétaires mais aussi des questions de justice dans un contexte global, celui de la biosphère. L'objectif visé est de définir une vie bonne pour tous à l'intérieur de telles limites (Steffen et al., 2015 ; Van den Bergh et Kallis, 2012). Les objectifs de durabilité, de bien-être et des limites planétaires doivent contribuer à assurer une biosphère habitable, et cela n'est possible qu'en considérant les enjeux de redistribution des maux et des richesses. Dans cette perspective, l'économie du donut de Raworth (2017) dessinent une vision originale de l'économie dont la finalité est une vie bonne pour tous et non plus la croissance économique. Son approche envisage un ensemble de limites écologiques et sociales où le donut dessine un espace sûr et juste pour l'humanité. La finalité de l'économie est d'assurer la satisfaction des besoins essentiels pour l'ensemble des générations (présentes et futures) dans le respect des limites planétaires.

Plus fondamentalement, le développement sur un temps long est indissociable des transformations irréversibles de l'énergie et de la matière présentes dans la biosphère. Cette finitude du monde associée aux limites planétaires impose des contraintes à la fois écologiques et éthiques à toute décision économique. Autrement dit, plus que jamais il est urgent de limiter l'extension de la sphère économique et de changer la finalité économique pour assurer l'habitabilité de la biosphère. Face aux limites planétaires, la finalité de l'économie vise à assurer la satisfaction des besoins essentiels tout en préservant la nature. L'objectif d'une vie bonne suppose de mobiliser l'éthique pour repenser le contrat social et limiter la démesure dans les choix. Il suppose également de construire un nouveau contrat naturel qui nous oblige à l'égard du vivant, à travers les liens qui nous rattachent à lui.

Conclusion

L'économie écologique est un nouveau champ scientifique bien établi mais en perpétuelle métamorphose, marqué par une grande variété de travaux académiques à la fois dans les concepts et dans les méthodes. Elle se caractérise par l'importance accordée aux interactions, aux liens entre la biosphère et la sphère économique, aux changements et à la dynamique des processus économiques et naturels, à la complexité des systèmes socio-écologiques et à leur durabilité dans un contexte de changements globaux. Finalement, l'économie écologique ouvre la voie vers l'émergence de nouveaux savoirs pour aider à mieux comprendre les défis posés par l'Anthropocène et y apporter des réponses originales, contextualisées et évolutives.

Bibliographie

Boulding K.E., 1966. The Economics of the Coming Spaceship Earth, in Jarrett H. (dir.), *Environmental Quality in a Growing Economy*, Washington, DC, Johns Hopkins University Press.

Costanza R., 1991. *Ecological Economics: the science and management of sustainability*, New York Columbia, University Press.

Daly H.E., 1992. Allocation, distribution, and scale: towards an economics that is efficient, just, and sustainable, *Ecological Economics*, Volume 6, Issue 3, December 1992, Pages 185-193.

Daly H. E., 1990. Toward Some Operational Principles of Sustainable Development, *Ecological Economics*, vol. 2, n° 1, pp. 1-6.

Daly H. E., 1972. In Defense of a Steady-State Economy, *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 54, n° 5, pp. 945-954.

Ferrari S., 2023. Nicholas Georgescu-Roegen et la bioéconomie. Lorient: Le passager clandestin.

Ferrari S., 2021. Ethique et bioéconomie chez Nicholas Georgescu-Roegen, *Cahiers d'Economie Politique*, 2021/1 n°79, p. 213-242.

Froger G., Calvo-Mendieta I., Petit O., Vivien F-D. 2016. Qu'est-ce que l'économie écologique ?, *Alternatives économiques*, N°69, p.8-23.

Georgescu-Roegen, N., 1971. *The Entropy Law and The Economic Process*, Harvard: Harvard University Press.

Georgescu-Roegen, N., 1975. Energy and Economic Myths, *Southern Economic Journal*, vol. 41, no 3, p. 347-381.

Hickel, J., 2020. *Less is more, How degrowth will save the world*, London: Penguin Random House.

Kallis G., Norgaard R. B., 2010. Coevolutionary ecological economics, *Ecological Economics*, Volume 69, Issue 4, 15 February, p. 690-699.

Folke, C., Hahn, T., Olsson, P., Norberg, J., 2005. Adaptive governance of social-ecological systems. *Annual Review of Environment and Resources* 30, 441-473.

Maréchal A., 2011. Economie écologique : principes de base, *Etopia*, n° 8, janvier, pp. 137-148.

Norgaard, R.B., 1984. Coevolutionary agricultural development. *Economic Development and Cultural Change* 32 (3), 525-546.

Ostrom, E., 2009. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems, *Science*, Vol.325, 24 July, 419-422.

Parrique, T, 2022. *Ralentir ou Périr. L'économie de la décroissance*, Seuil.

Passet R., 1979. *L'économique et le vivant*, Payot, Paris.

Raworth K., 2017. *Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist*, Vermont, White River Junction.

Richardson et alii. 2023. Earth beyond six of nine planetary boundaries, *Science Advances*, 9, eadh2458 13 September, p.1-13.

Rockström et alii. 2009. A safe operating space for humanity, *Nature* 461, 472–475.

Steffen, W. et alii., 2015. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* 347, 1259855.

Van den Bergh, Jeroen C.J.M., Kallis, G., 2012. Growth, A-Growth or Degrowth to Stay within Planetary Boundaries? *Journal of Economic Issues*, Vol. XLV | No. 4 December 2012. DOI 10.2753/JEI0021-3624460404

Financer la restauration écologique : un paysage en mutation.

Le cas du Sénégal

Morgane Gonon^{*1}, Penda Diop², Mariama Kande³, Quentin Merour⁴, Rémi Prudhomme⁵, Adrien Comte⁶

¹Université Paris-Saclay, AgroParisTech, CNRS, Ecole des Ponts ParisTech, Cirad, EHESS, UMR CIREN, Nogent-sur-Marne, France.

²ISRA CNRF, Dakar, Sénégal

³ Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Dakar, Sénégal

⁴ Sciences Po Paris, France

⁵UMR CIREN, Montpellier, France

⁶ IRD, Univ Brest, CNRS, Ifremer, LEMAR, Plouzané, France.

Introduction

La restauration des écosystèmes, en tant qu'activité intentionnelle qui initie ou accélère le rétablissement de la santé d'un écosystème, de son intégrité et de sa durabilité (Soc. Ecol. Restor. 2004, p. 1), figure parmi les priorités mondiales pour la biodiversité. De nombreux engagements internationaux mettent en avant les avantages environnementaux, climatiques et sociaux, comme le Défi de Bonn qui vise à restaurer 350 millions d'hectares de terres d'ici 2030, ou la décennie des Nations Unies pour la restauration des écosystèmes (2021-2030). Le Cadre mondial pour la biodiversité (Kunming, Montréal, 2022) réitère et clarifie l'objectif mondial de restauration énoncé dans les Objectifs d'Aichi (2010) : d'ici 2030, au moins 30 % des écosystèmes terrestres, d'eau douce, côtiers et marins dégradés seront effectivement restaurés afin d'améliorer la biodiversité, les fonctions et les services écosystémiques, l'intégrité écologique et la connectivité (cible 2).

La réalisation de plans d'action pour restauration des terres (UNCCD) se heurte à un déficit de financement, estimé à 50 milliards de dollars annuels par WOCAT 2022, à 18,9 et 31,5 milliards de dollars par an pour les forêts uniquement (Deutz et al. 2020). Réussir du Défi de Bonn nécessiterait 1 000 milliards de dollars d'investissement (Verdone et Seidl, 2017). Ce besoin peut être partiellement comblé par des ressources internationales, notamment l'aide publique au développement, les financements privés et mixtes, et des mécanismes dits innovants tels que les obligations vertes et les crédits carbone et biodiversité (Barbier 2022) (GBF-Target 19). Le recours à des mécanismes de marché est en augmentation, mais connaît également d'importants obstacles et limites dans sa mise en œuvre (Myers et al. 2018; Chausson et al. 2023). Pour que les différentes sources de financement coexistent efficacement et éviter les effets d'éviction, il est nécessaire d'identifier les projets de conservation et de restauration écologiques qui conviennent à un financement public, privé ou mixte (Kedward et al. 2022). La mise en œuvre concrète de ces mécanismes soulève un certain nombre d'enjeux (Bruner, Gullison, et Balmford 2004; Adams 2009; Barbier 2010) comme la disponibilité des terres (McCrea-Strub et al. 2011; Kimengsi et al. 2022) et l'adéquation avec les contextes sociaux et économiques (Tedesco et al. 2023). La restauration écologique prenant de plus en plus d'importance comme outil de développement durable (Blignaut et al. 2013), la relation entre le modèle développement, la gestion des ressources et les mécanismes de financement de la biodiversité mérite une attention particulière (Treyer, Karsenty, et Mushiete 2023; Obura et Treyer 2022).

La discipline économique s'est intéressée à la contribution et à l'efficacité de différents instruments pour répondre à ce défi de financement, comme les mécanismes REDD et REDD+ (Groom et Palmer 2012; Robinson, Somerville, et Albers 2019), les paiements sur le carbone (Alongi 2011), les mécanismes de marché pour la biodiversité (Alvarado-Quesada et al., 2014) et les paiements pour services écosystémiques ou environnementaux (Locatelli et al. 2014; Kaiser, Haase, et Krueger 2023). Notre recherche a davantage pour objet d'étudier les interactions entre ces mécanismes et les autres formes de financement sur un territoire donné. Nous cherchons à comprendre comment le cadre international

porté sur l'augmentation des ressources, notamment via la montée en échelle des mécanismes de compensation et de crédits, se matérialise et s'inscrit sur le terrain dans une histoire plus longue du développement. La contribution proposée ici est le résultat de nos premières observations et propose des résultats préliminaires.

L'objectif de ce premier travail de recherche était de comprendre le paysage de financement de la restauration écologique au Sénégal, les acteurs publics et privés impliqués, les principales zones d'interventions et pratiques. L'effort de restauration au Sénégal est principalement axé sur deux types d'actions : le reboisement des mangroves dans les zones côtières, et le reboisement des zones semi-arides, désormais principalement regroupées sous la tutelle d'un projet d'envergure internationale : la Grande muraille verte. La finance carbone est une source de financement : des projets à grande échelle certifiés REDD et Verra ont déjà été réalisés, principalement dans des zones de mangroves. D'après certains auteurs, les pays de la Grande muraille verte pourrait générer davantage des revenus grâce à la séquestration du carbone dans les sols (Mirzabaev et al. 2022), en développant le financement associé aux mécanismes de marché énoncés précédemment. En tant qu'étude de cas, le Sénégal offre donc l'occasion d'examiner, dans diverses régions bioclimatiques, l'interaction entre les objectifs écologiques, la diversité croissante des acteurs impliqués et les programmes et politiques de développement qui guident ces initiatives de restauration.

Les premières analyses présentées ici ont été permises par un travail de terrain de trois mois menés au Sénégal, hébergé par l'Institut sénégalais de recherche agricole (ISRA) au Centre national de recherches forestières. Cinq visites de projets de restauration ont été faites dans quatre des cinq régions bioclimatiques du Sénégal, 34 entretiens semi-directifs basés sur un questionnaire avec des acteurs de la restauration (Annexe), 10 avec l'administration publique, 10 avec des ONG, 3 avec des entreprises et 2 banques de développement.

La section 1 dresse un diagnostic de la situation actuelle de la restauration des écosystèmes au Sénégal et de l'ensemble des projets, des institutions et des enjeux écologiques qui coexistent sous cette bannière. Sur la base de ce diagnostic, nous nous intéressons plus particulièrement dans la Section 2 à la contribution, actuelle et potentielle, du marché carbone au financement de la restauration au Sénégal.

Section 1 : Distribution spatiale des activités de reboisement en fonction des modèles de financement

Nous avons construit une base de données sur les projets de restauration mis en œuvre de 2007 à aujourd'hui, coïncidant avec le lancement du projet de la Grande muraille verte et l'introduction de l'Autorité Nationale Désignée (NDA) pour le Mécanisme de Développement Propre (MDP) au Sénégal¹. Après une sélection préliminaire de 277 projets à partir d'entretiens et de sources accessibles au public, nous sélectionnons les projets en fonction des mots-clés utilisés dans les descriptions de projets fournies par les parties prenantes (ONG, bailleurs de fonds) ou, le cas échéant, dans les articles de presse qui documentent les projets. Pour être inclus, les documents de projet doivent contenir l'un des termes suivants : *restauration*, *reboisement*, *désertification*, *érosion*, ou leurs équivalents dans d'autres langues. Notre base de données consolidée comprend 86 projets de restauration, 864 zones d'intervention (752 spatialisées), 373 acteurs impliqués. Pour chaque projet, nous recueillons des informations générales telles que la date, la durée, la zone d'intervention, le montant du projet et les indicateurs de performance. Nous recueillons également des détails sur les parties prenantes impliquées, y compris leur année de création, les coordonnées géographiques du siège social, leur rôle dans le projet et le nombre d'employés. Nous documentons les localités d'intervention, les pratiques de restauration sur le terrain et les autres activités financées.

Les analyses descriptives de notre base de données montrent une augmentation de 50 % du nombre de nouveaux projets de restauration entre la période 2007-2015 et la période 2015-2023. Le montant moyen des projets est de 10,73 M€ pour les projets régionaux et nationaux, et de 6,91 M€ pour les projets spécifiques au Sénégal (81% des projets). Certains projets privés et tous les projets liés au carbone ne rendent pas disponibles les informations sur leur budget. L'étude croisée des sources de financement en fonction de l'année de lancement du projet (Figure 1), montre une augmentation des financements privés². Entre les périodes 2007-2015 et 2015-2023, les projets avec au moins un

1 Arrêté ministériel n° 5610 MEPN-DEEC en date du 14 août 2006 portant création de l'unité nationale pour le mécanisme pour un développement propre (MDP) du Sénégal (j.o. N° 6318 du samedi 13 janvier 2007)

2 Acteurs privés : « Association », « Fonds d'investissement », « ONG », « Fondation philanthropique », « Privé à but lucratif », « Union »

Acteurs publics : « organisation internationale », « Banque de développement », « Agence gouvernementale », « Gouvernement local », « Organisation intergouvernementale », « Administration publique »

Mixte : « Mécanisme financier », « Institutions académiques et de recherche » + financement mixte.

investisseur privé sont passés de 58,8 à 70,6 % et les nouveaux projets financés uniquement par des acteurs privés en moyenne annuelle de 21,5 % à 31,2%.

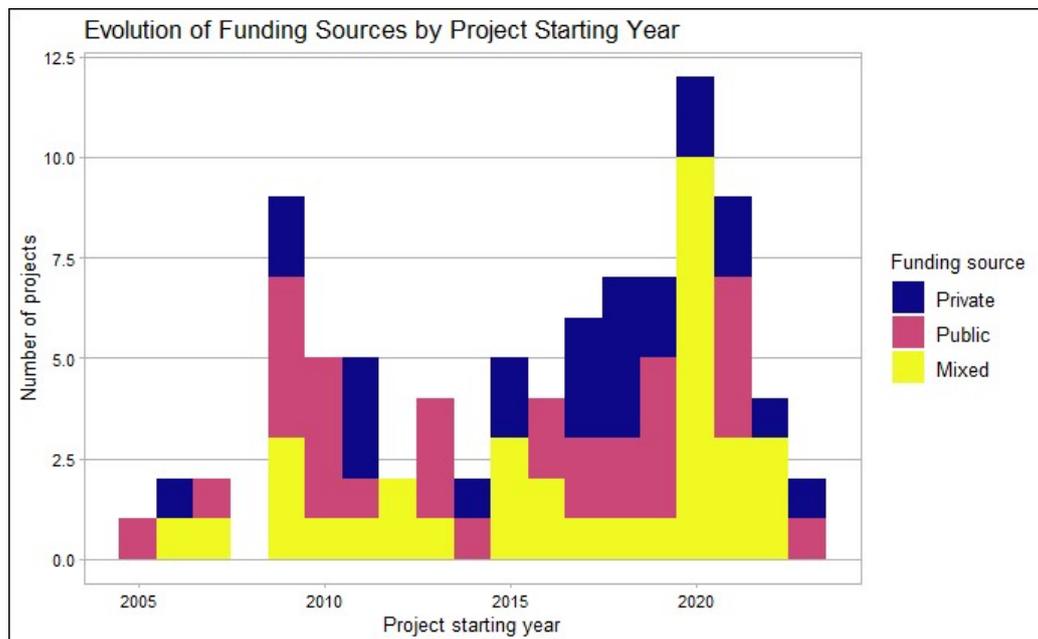


Figure 1. Évolution des sources de financement par année de début de projet.

Sur les 88 projets collectés, 37 impliquent une organisation internationale et 57 sont portés par des ONG, ce qui en fait les principaux acteurs de cette « filière » (Figure 2). 40 projets bénéficient de l'implication directe d'une administration publique (nationale ou étrangère) dans leur mise en œuvre. Parmi les acteurs impliqués dans au moins une des étapes suivantes : financement, conception, mise en œuvre et suivi, 74 sont sénégalais et 75 sont européens, principalement français et belges. La conception des projets est davantage concentrée autour d'un plus petit nombre d'acteurs, en particulier les grandes ONG internationales.

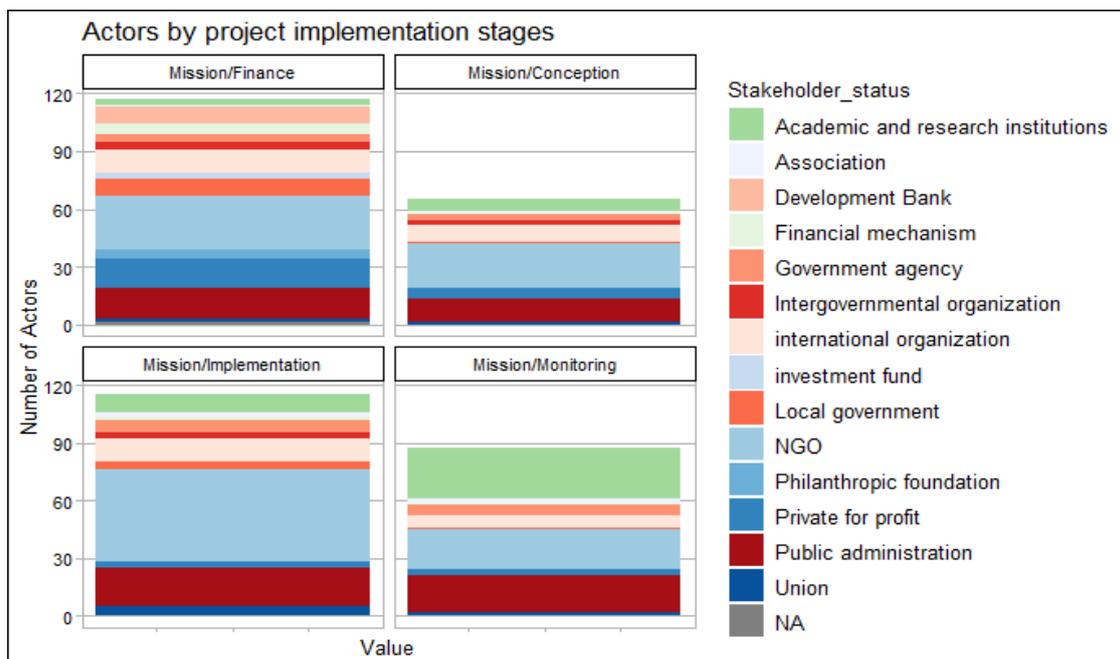


Figure 2. Types d'intervenants selon les étapes de la mise en œuvre du projet

Notre travail montre d'importantes variations dans les pratiques, soulignant que la restauration écologique opère à l'intersection de différents domaines d'intervention, notamment la sécurité

alimentaire et les systèmes alimentaires, la conservation, l'utilisation de l'énergie et le tourisme. 22,1 % des projets recensés impliquent la restauration de la mangrove, 38,4 % ont une dimension de reforestation, 31,4 % sont des projets de régénération naturelle gérés par les agriculteurs. La restauration écologique n'est souvent (69,4%) pas la seule dimension d'un projet, mais plutôt un aspect parmi d'autres au sein des projets de développement intégré. 82,3 % des projets incluent d'autres pratiques que la plantation, soit la gouvernance et l'appui institutionnel (55,3 %) et les activités génératrices de revenus à l'intérieur et/ou à l'extérieur du périmètre restauré (55,8 %).

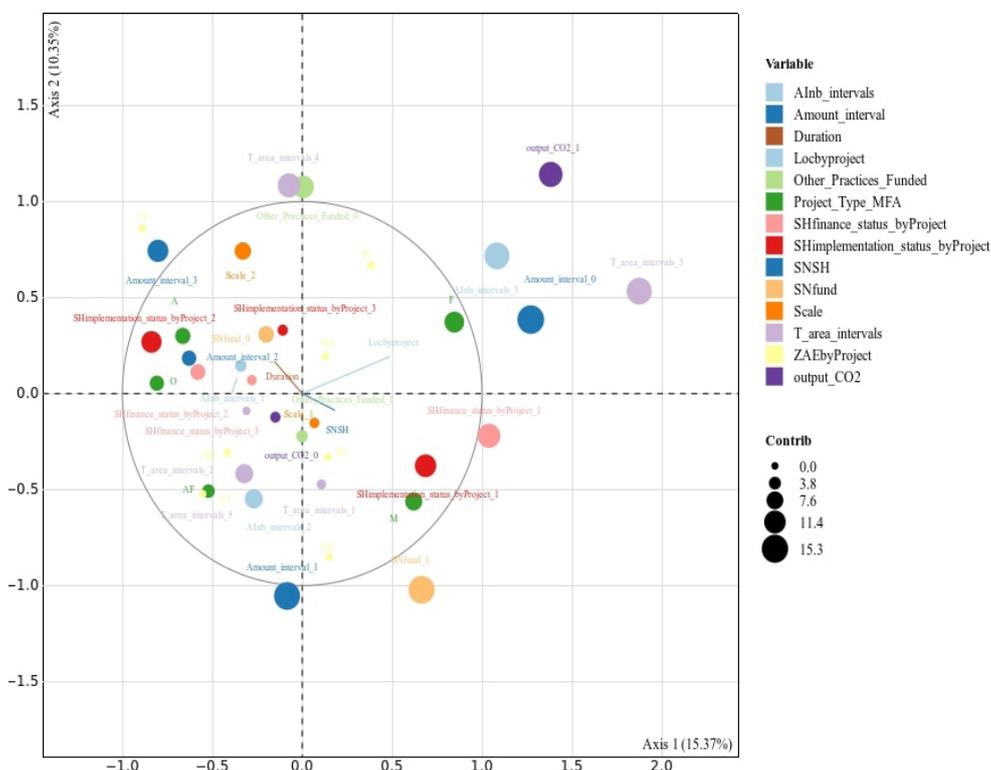


Figure 3. Analyse des correspondances multiples

L'analyse des correspondances multiples (ACM) (Figure 3), et la clusterisation associée (Annexes) nous permettent de distinguer deux types de projets à dimension agricole - des projets d'agroforesterie, avec des tailles d'intervention réduites et mis en œuvre localement et des projets agricoles régionaux très coûteux et à grande échelle mis en œuvre par les pouvoirs publics et les bailleurs internationaux – et des projets de reboisement - mangroves ou forêt -, qui sont davantage financés par des acteurs privés (ONG ou entreprises) et parfois par le marché carbone. L'axe 2 est fortement influencé par le « Output_CO2 », qui met en évidence la séquestration du carbone en tant que résultat différenciant des projets.

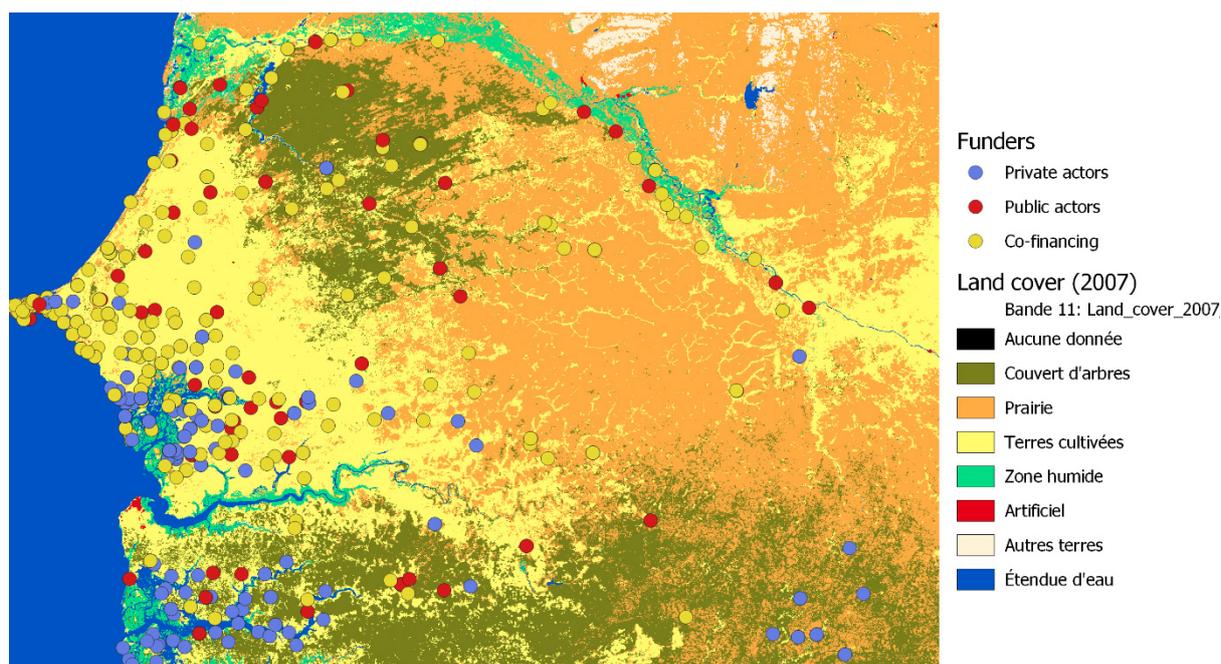


Figure 4. Répartition géographique des zones d'intervention par source de financement.

Les zones d'intervention sont concentrées dans le bassin arachidier, région qui combine un réel besoin de restauration³, une diversité d'écosystèmes et un accès facile depuis Dakar. Il existe une nette répartition géographique des formes d'organisation (Figure 3). Les financements privés sont principalement concentrés sur les estuaires, sur des écosystèmes moins dégradés, séquestrant plus de carbone et internationalement reconnus – comme les mangroves. Les zones dégradées où les efforts de restauration sont plus coûteux – dans la zone sahélienne et la zone des Niayes – continuent de s'appuyer sur les acteurs classiques du développement et les bailleurs de fonds internationaux (financement public et mixte). La Casamance se distingue particulièrement par le nombre de zones d'intervention financées par des fonds privés et notamment par le marché carbone. Quelques zones d'intervention sont en cours de certification pour le marché carbone le long de la trajectoire de l'initiative de la Grande muraille verte.

Section 2 : Focus sur la mise en œuvre du marché carbone pour financer la restauration écologique au Sénégal

Entre 2009 et 2012, le Sénégal a accueilli l'un des plus grands programmes de restauration de mangroves au monde à ce jour en termes de surface restaurée, soit plus de 10 000 ha. Développé par une ONG sénégalaise, en partenariat avec un fonds d'investissement français, le programme s'inscrivait dans le cadre du Mécanisme de Développement Propre (MDP). Inscrites aux normes CDM et VCS, les suivis biologiques de ces plantations ont démontré la séquestration de plus de 280 000 tonnes de CO² après seulement sept ans selon le suivi du projet par l'ONG.

3 Au regard du reporting des terres dégradées de l'ODD 15.3 au Sénégal.

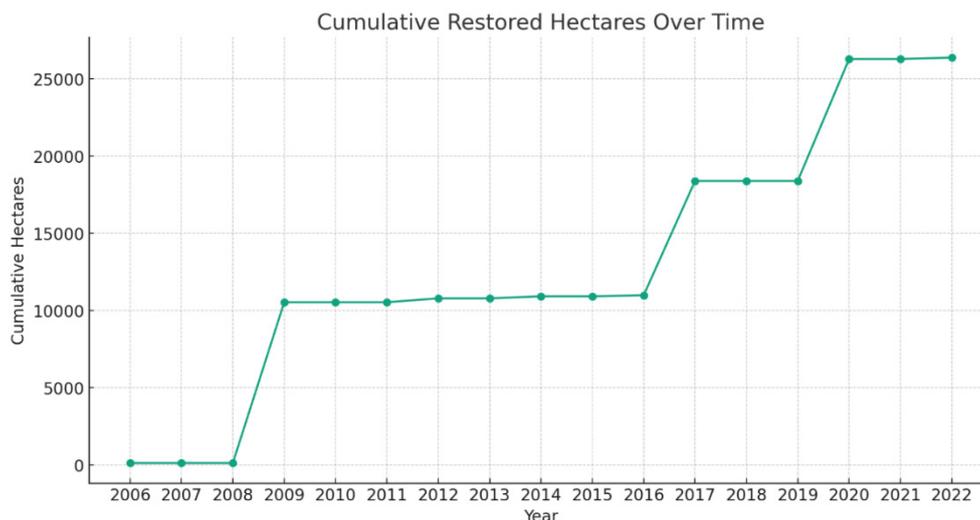


Figure 5. Hectares de mangroves cumulés restaurés et certifiés (ou en cours de certification) sur le marché carbone. Source : entretiens

Les projets de reforestation financés par valorisation du carbone séquestré dans la région de la Grande muraille verte sont plus récents. Les acteurs interrogés l'expliquent par la visibilité internationale et la disponibilité de vastes zones capables de compenser le faible taux de séquestration. L'expertise technique plus importante requise (arrosage, plantation), un taux de reprise plus faible et une coordination politique plus difficile rendent le succès du projet plus incertain. Dans le cadre de la grande muraille verte le protocole de mise en œuvre d'un projet carbone est spécifique : l'exigence d'un bon taux de survie des plants par hectare pour la certification implique de clôturer une zone particulièrement sujette au pâturage. Ces coûts de clôture sont de loin les plus importants, représentant près de la moitié du coût de mise en œuvre. Ils pourraient être plus limités si les parcelles étaient plus grandes (> 1000 hectares) ce qui pose d'autres enjeux d'acceptabilité. Le gain monétaire pour la population provient de la vente du fourrage de la parcelle aux éleveurs transhumants. Les avantages carbone arrivent en cinquième année, et le mécanisme de partage des bénéfices n'a pas encore été décidé.

Afin de qualifier la contribution potentielle du marché carbone à l'effort de restauration, nous nous sommes d'abord intéressés à la donnée du coût de production d'une tonne de carbone entre types d'écosystème. Nous avons conduit une revue de littérature sur les prix du carbone, les taux de séquestration et les coûts de restauration de biomes-types qui nous intéressent au Sénégal - Mangroves et reboisement en zone semi arides - que nous avons comparées avec nos données d'entretiens, afin de définir les rentabilités différenciées entre zones géographiques au Sénégal.

Dans la littérature, la restauration des mangroves apparaît comme relativement simple et rentable (Duarte et al. 2020), c'est la technique de restauration la moins chère pour les écosystèmes côtiers (Bayraktarov et al. 2016; De Groot et al. 2013). Une méta-analyse récente montre que les coûts totaux de la restauration des mangroves varient entre 23,22 et 371 326,75 USD ha⁻¹ avec une valeur médiane de 1 097,16 USD ha⁻¹ (Su, Friess, et Gasparatos 2021). Les coûts de restauration déclarés sont nettement inférieurs pour les projets dans les pays en développement par rapport aux pays développés, comme aux États unis ou en Australie (Bayraktarov 2016), ce qui s'expliquerait par le nombre élevé de projets communautaires et bénévoles et à la grande disponibilité de semences (Adame et al. 2015). Cependant, les données pour les pays d'Afrique de l'Ouest sont absentes des principales études mondiales sur les coûts de restauration des mangroves (Bayraktarov 2016, Su supplementary materials Table 7, Bryan 2020).

Les projets de reforestation en zone aride couvrent un large éventail de protocoles et d'échelles d'action, et donc une gamme encore plus large de coûts. Les coûts de la restauration dite active (plantation de plants d'arbres) sont plus élevés que ceux de la restauration passive (protection des sites contre le pâturage et les incendies) (Birch et al., 2010). La régénération naturelle est considérée comme rentable par la littérature (Molin 2018) (Reij et Garrity 2016). Dans le cas de la Grande Muraille verte, les coûts des actions de restauration des terres sont disponibles dans plusieurs bases de données⁴.

Nous avons conduit une estimation mondiale des coûts et des avantages pour le marché volontaire du

4 Voir : World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT), manuel de la Banque mondiale sur la gestion durable des terres, base de données sur l'économie de la dégradation des terres (Nkonya, Mirzabaev, et von Braun 2016) et la publication de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture sur les directives mondiales pour la restauration des forêts et des paysages dégradés dans les zones arides.

carbone sur la base de la littérature étudiée, afin de comparer la rentabilité des écosystèmes entre eux dans le cas d'un marché carbone, à une échelle internationale et dans le cas du Sénégal (Figures 6 et 7).

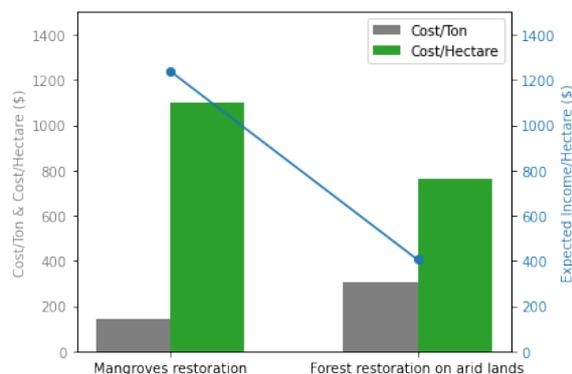


Figure 6. Analyse des coûts et des revenus sur le marché volontaire du carbone - Global

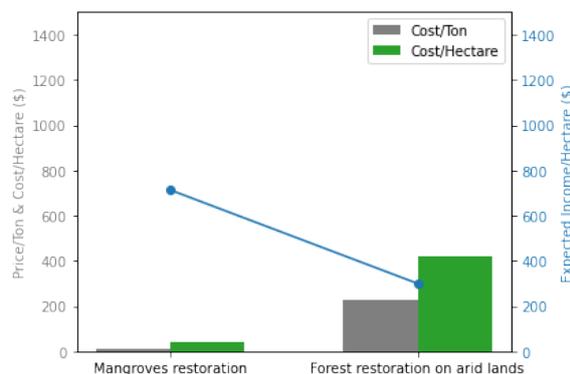


Figure 7. Analyse des coûts et des revenus sur le marché volontaire du carbone – Sénégal.

Data : median total cost of Su et al. metaanalysis - median total cost of Wocat forestry projects sequestration. Ecosystem marketplace for 2020.

Data : Interviews - Ecosystem marketplace for 2020.

La comparaison entre nos données d'entretiens et les coûts médians de la littérature internationale montre que des coûts de mise en œuvre de la restauration nettement inférieurs au Sénégal. À l'échelle globale, le taux moyen de séquestration des mangroves dans le monde étant très élevé, le coût de production d'une tonne de carbone séquestré est inférieur à celui des forêts arides, malgré le coût médian plus élevé par hectare de restauration. Cet écart de « rendement » de la restauration s'aggrave au Sénégal, puisque le coût de la restauration des mangroves est déjà bien inférieur au coût de la restauration des forêts dans les zones arides.

La marge observée ne se traduit pas directement par un bénéfice, car elle ne tient pas compte des différents coûts associés de gestion du projet, ni les processus de certification et le financement d'activités annexes. Cependant, cette marge offre un aperçu de la rentabilité potentielle de tels projets de reforestation. Dans le cas de la reforestation dans les zones arides : si l'on se réfère aux données du marché des écosystèmes, le prix de la clôture dépasse déjà le bénéfice attendu des prix du carbone sur 30 ans. Avec un prix du carbone de 5,86 \$ la tonne, les projets forestiers de la Grande muraille verte ne sont pas rentables. Le financement carbone creuse l'écart de coût entre les types de projets en termes de capacité à être financés.

Conclusion

Le cas du Sénégal permet d'étudier l'interaction des cadres institutionnels, influences mondiales et mécanismes financiers dans la poursuite des objectifs de conservation et de restauration de la biodiversité. nos premières analyses montrent une augmentation du nombre de projets mais aussi de la diversité des organisations impliquées. Les projets liés à la restauration des mangroves sont principalement pris en charge par des acteurs privés, par opposition aux projets dans les zones sèches et arides.

Bien que la financiarisation de la conservation et de la restauration reste limitée dans la région, par rapport aux forêts du bassin du Congo, par exemple, le marché du carbone semble avoir réussi à susciter l'intérêt des investisseurs et des porteurs de projets, particulièrement sur les zones de Mangroves. Le recours à ce mécanisme soulève des questions quant à la prise en compte des besoins environnementaux et sociaux locaux dans les projets de restauration, ainsi que des questions liées au foncier (Cormier-Salem et Panfili 2016) ; ces préoccupations ont des implications au-delà des mangroves et peuvent être pertinentes pour d'autres biomes. À ce jour, dans le cadre de la Grande muraille verte, ce mécanisme ne semble pas avoir une rentabilité assurée et doit être complémentaire à d'autres formes d'intervention et encadré pour s'assurer qu'il correspond à la réalité des besoins.

Remerciements

Ce travail bénéficie de l'encadrement d'Harold Levrel (AgroParistech), Antoine Godin (Agence Française de Développement), Rémi Prudhomme (CIRAD), Tamsir Mbaye (ISRA) et Mariem Ba (ISRA).

Nous adressons des remerciements complémentaires à l'ensemble des personnes mobilisées dans le cadre de cette enquête de terrain, et tout particulièrement à Phillipe Aldi Faye, Natalia Medina, Jean Daniel Cesaro, Géraldine Tardivel, Gora Diop, Karim Toure, Hama Dianka, Mamadou Thiaw, Mathieu Ducrocq, Sidiya Mary, Deborah Goffner, Germaine Neyra, Oumar Sadio, Madické Seck, François Vendel, ainsi qu'à l'ensemble de l'OHMI Tésékéré.

Bibliographie

Adams WM., *Green Development: Environment and Sustainability in a Developing World*. 3rd ed. London ; New York: Routledge, 2009.

Alongi DM., 2011. « Carbon Payments for Mangrove Conservation: Ecosystem Constraints and Uncertainties of Sequestration Potential ». *Environmental Science & Policy*, 2011, 14 (4): 462-70.

Barbier EB., *Scarcity and Frontiers: How Economies Have Developed Through Natural Resource Exploitation*. Cambridge University Press, 2010.

Bayraktarov E., Saunders MI., Abdullah S., Mills M., Beher J., Possingham HP., Mumby PJ., Lovelock CE., « The Cost and Feasibility of Marine Coastal Restoration ». *Ecological Applications*, 2016, 26 (4): 1055-74.

Blignaut J., Esler KJ., de Wit MP., Le Maitre D., Milton SJ., Aronson J., « Establishing the links between economic development and the restoration of natural capital ». *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2013, 5 (1): 94-101.

Bruner AG., Gullison RE., Balmford A.. « Financial Costs and Shortfalls of Managing and Expanding Protected-Area Systems in Developing Countries ». *BioScience*, 2004, 54 (12): 1119-26.

Chausson A., Welden EA., Melanidis MS., Gray E., Hiron M., Seddon N., « Going beyond Market-Based Mechanisms to Finance Nature-Based Solutions and Foster Sustainable Futures ». *PLOS Climate*, 2023, 2(4), e0000169.

De Groot RS., Blignaut J., Van Der Ploeg S., Aronson J., Elmqvist T., Farley J., « Benefits of Investing in Ecosystem Restoration: Investing in Ecosystem Restoration ». *Conservation Biology*, 2013, 27 (6): 1286-1293.

Deutz, Andrew, Geoffroy M. Heal, Rose Niu, Eric Swanson, Terry Townshend, Zhu Li, Alejandro Delmar, Alqayam Mehghji, Suresh A. Sethi, et John Tobin-de la Puente. 2020. « Financing Nature : Closing the Global Biodiversity Financing Gap ». Paulson Institute.

Duarte, Carlos M., Susana Agusti, Edward Barbier, Gregory L. Britten, Juan Carlos Castilla, Jean-Pierre Gattuso, Robinson W. Fulweiler, et al. 2020. « Rebuilding Marine Life ». *Nature* 580 (7801): 39-51. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2146-7>.

Duggan, Deirdre E., Keith D. Farnsworth, et Sarah B. M. Kraak. 2013. « Identifying Functional Stakeholder Clusters to Maximise Communication for the Ecosystem Approach to Fisheries Management ». *Marine Policy* 42 (novembre): 56-67. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2013.01.023>.

Groom, Ben, et Charles Palmer. 2012. « REDD+ and Rural Livelihoods ». *Biological Conservation* 154 (octobre): 42-52. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.03.002>.

Kaiser, Josef, Dagmar Haase, et Tobias Krueger. 2023. « Collective Payments for Ecosystem Services: A Counterpart of Commodification and Privatization Trends in Nature Conservation? » *Ecology and Society* 28 (1): art13. <https://doi.org/10.5751/ES-13549-280113>.

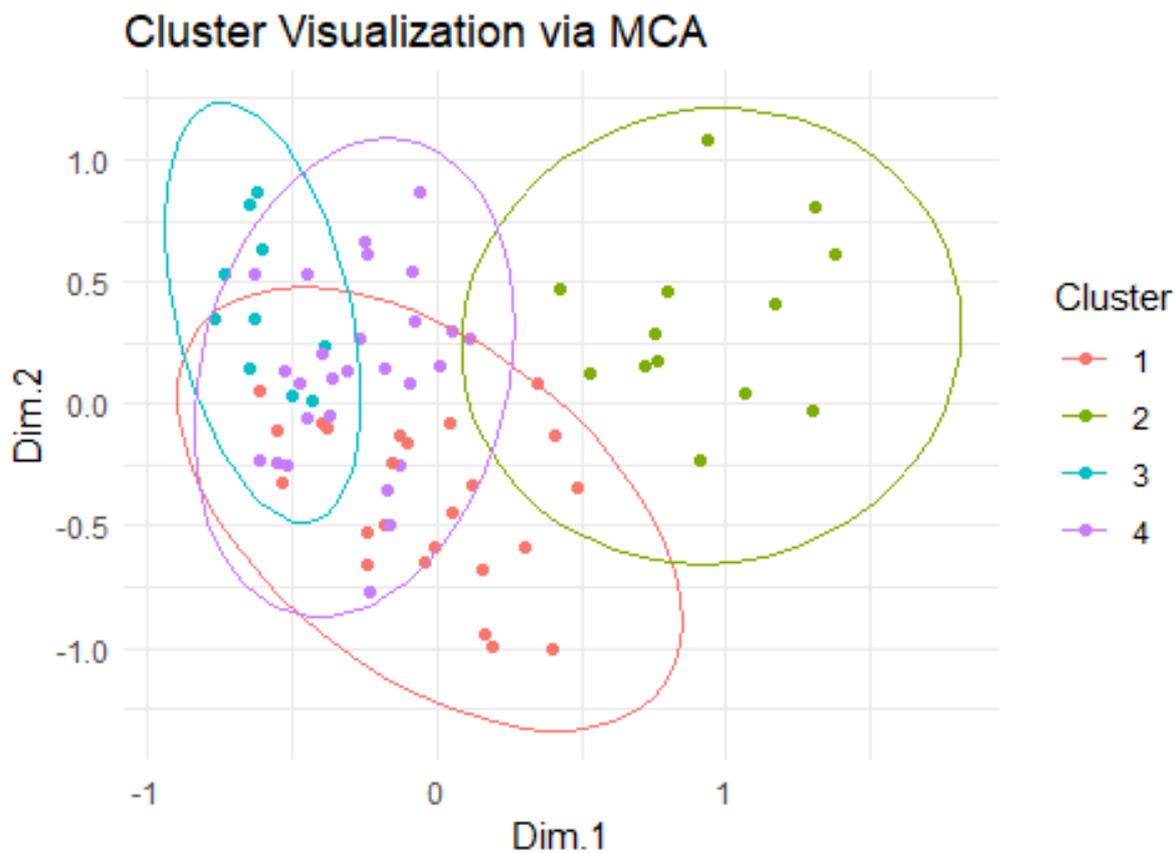
Kedward, Katie, Sophus O. S. E. zu Ermgassen, Josh Ryan-Collins, et Sven Wunder. 2022. « Nature as an Asset Class or Public Good? The Economic Case for Increased Public Investment to Achieve Biodiversity Targets ». SSRN Scholarly Paper. Rochester, NY. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4306836>.

Kimengsi, Jude Ndzifon, Jan Grabek, Lukas Giessen, Roland Azibo Balgah, et Gertrud Buchenrieder. 2022. « Forest Management Institutions and Actor-Centered Conflicts in Sub-Saharan Africa: Contemporary Realities and Future Avenues for Research and Policy ». *Forest Policy and Economics* 144 (novembre): 102846. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2022.102846>.

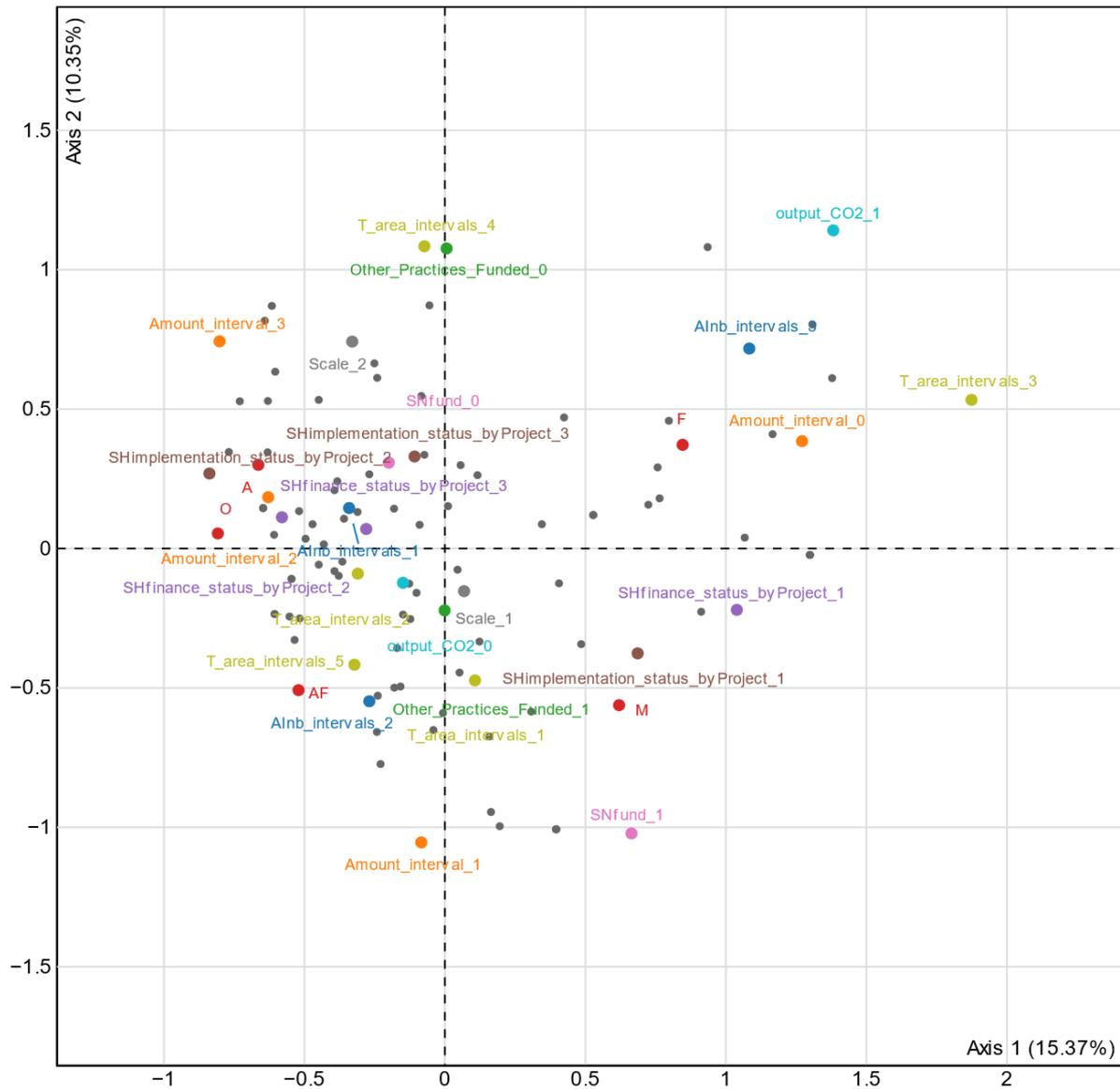
- Locatelli, Tommaso, Thomas Binet, James Gitundu Kairo, Lesley King, Sarah Madden, Genevieve Patenaude, Caroline Upton, et Mark Huxham. 2014. « Turning the Tide: How Blue Carbon and Payments for Ecosystem Services (PES) Might Help Save Mangrove Forests ». *AMBIO* 43 (8): 981-95. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0530-y>.
- McCrea-Strub, Ashley, Dirk Zeller, Ussif Rashid Sumaila, Jay Nelson, Andrew Balmford, et Daniel Pauly. 2011. « Understanding the cost of establishing marine protected areas ». *Marine Policy* 35 (1): 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2010.07.001>.
- Myers, Rodd, Anne M Larson, Ashwin Ravikumar, Laura F Kowler, Anastasia Yang, et Tim Trench. 2018. « Messiness of Forest Governance: How Technical Approaches Suppress Politics in REDD+ and Conservation Projects ». *Global Environmental Change* 50 (mai): 314-24. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.02.015>.
- Obura, David, et Sébastien Treyer. 2022. « A “Shared Earth” Approach to Put Biodiversity at the Heart of the Sustainable Development in Africa ». *Research Paper AFD*, novembre. <https://www.afd.fr/en/ressources/shared-earth-approach-put-biodiversity-heart-sustainable-development-africa>.
- Raum, Susanne. 2018. « A Framework for Integrating Systematic Stakeholder Analysis in Ecosystem Services Research: Stakeholder Mapping for Forest Ecosystem Services in the UK ». *Ecosystem Services* 29 (février): 170-84. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.01.001>.
- Robinson, Elizabeth J. Z., Scott Somerville, et Heidi J. Albers. 2019. « The Economics of REDD through an Incidence of Burdens and Benefits Lens ». *International Review of Environmental and Resource Economics* 13 (1-2): 165-202. <https://doi.org/10.1561/101.00000108>.
- Su, Jie, Dan Friess, et Alexandros Gasparatos. 2021. « A meta-analysis of the ecological and economic outcomes of mangrove restoration ». *Nature Communications* 12 (août): 5050. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25349-1>.
- Tedesco, Anazélia M., Sofía López-Cubillos, Robin Chazdon, Jonathan R. Rhodes, Carla L. Archibald, Katharina-Victoria Pérez-Hämmerle, Pedro H. S. Brancalion, et al. 2023. « Beyond Ecology: Ecosystem Restoration as a Process for Social-Ecological Transformation ». *Trends in Ecology & Evolution*, mars. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2023.02.007>.
- Treyer, Sébastien, Alain Karsenty, et Olivier Mushiète. 2023. « Biodiversity Finance: Reframing Payments for Ecosystem Services within a Co-Investment for Sustainable Development Approach ».

Annexes

Annexe 1 : Méthode de clusterisation et résultats



Annexe 2 : Analyse des correspondances multiples



Variable

- Alnb_intervals
- Amount_interval
- Other_Practices_Funded
- Project_Type_MFA
- SHfinance_status_byProject
- SHimplementation_status_byProject
- SNfund
- Scale
- T_area_intervals
- output_CO2

Annexe 3 : Tableau comparatif des coûts de restauration entre résultats empiriques et littérature

Tableau - littérature sur les coûts de restauration :

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1SzKsl7WaAQVktowY4-MWFkw_CCx5eteY_zdy8GAsdv/edit#gid=0

Rapport sur la géolocalisation des parcelles de reboisement le long du tracé de la Grande Muraille Verte (Sénégal) de 2008 à 2022

Diara Sylla^{1, 2}, Awa Latyr Sene², Alimatou Sam², Aly Diallo², Moustapha Bassimbé Sagna², Ndiabou Faye², Aliou Guissé²

1 - Centre de Suivi Ecologique 2 - Laboratoire d'écologie végétale et d'éco hydrologie (BV/FST/UCAD)

Résumé succinct du projet

L'étude présente une base de données recensant les différents sites de reboisement situés le long du tracé de la Grande Muraille Verte. La méthodologie utilisée comprend un inventaire des réalisations de l'Agence Sénégalaise de Reforestation et de la Grande Muraille Verte (ASERGMV) le long de ce tracé, complété par l'exploitation d'images satellites de 2008 à 2022 pour actualiser et délimiter les limites des sites par photo-interprétation. Cette base de données comprend 58 plantations établies entre 2008 et 2021, certaines étant encore opérationnelles, comme celles établies dans le cadre du projet Total 2, tandis que d'autres, comme celle de Kalom, sont inactives. La géolocalisation des parcelles de reboisement facilite le suivi et l'évaluation de leur évolution dans le temps, ainsi que l'évaluation de l'efficacité des interventions de reboisement, la surveillance de la croissance des arbres et l'impact sur l'écosystème local. De plus, cette géolocalisation permet de partager des informations précises et actualisées avec les parties prenantes, y compris les communautés locales, les organisations de conservation, les gouvernements et les bailleurs de fonds. En identifiant et en géolocalisant les zones reboisées le long du tracé de la Grande Muraille Verte, il devient plus facile de protéger ces zones contre la déforestation et les activités illégales telles que l'élagage des arbres, renforçant ainsi la durabilité des efforts de restauration des terres.

Mots clés

Plantation, GMV, SIG, télédétection, Sénégal.

Contexte problématique

La Grande Muraille Verte est un projet ambitieux visant à restaurer et à revitaliser les paysages dégradés du Sahel en Afrique, à travers une vaste ceinture d'arbres et de végétation (Mugelé, 2018). Au Sénégal, cette initiative intervient dans une zone de transition bioclimatique, caractérisée par les crises écologiques et humaines qui affectent l'Afrique depuis plusieurs décennies. Au cours des dix dernières années, des campagnes de reboisement y ont été lancées (Diallo, 2019), mais l'absence d'une base de données géospatiales centralisée complique le stockage, la mise à jour et le partage des informations sur ces sites.

La géolocalisation des sites de reboisement de la Grande Muraille Verte au Sénégal revêt une importance capitale pour plusieurs raisons. Tout d'abord, elle permet de documenter et suivre l'évolution de la végétation au fil du temps, évaluant ainsi l'efficacité des campagnes de reboisement et permettant des ajustements si nécessaire. En outre, une base de données géospatiales centralisée faciliterait le partage d'informations entre les différentes parties prenantes impliquées dans le projet, favorisant ainsi une coordination plus efficace des efforts de reboisement et une meilleure collaboration entre les acteurs impliqués.

Dans le cadre de l'Observatoire Hommes-Milieus International (OHMi) de Téssékéré, la question de la géolocalisation des sites de reboisement de la Grande Muraille Verte revêt une importance capitale. L'OHMi Téssékéré est un dispositif de recherche interdisciplinaire qui étudie les interactions entre

les populations humaines et leur environnement dans la région du Sahel, mettant particulièrement l'accent sur la restauration écologique.

La mise en place d'une base de données géospatiales centralisée pour les sites de reboisement de la Grande Muraille Verte dans la zone d'intervention de l'OHMi permettrait de répondre à plusieurs enjeux majeurs :

1. **Planification stratégique:** En cartographiant précisément les zones de reboisement, les chercheurs, les gouvernements et les organisations impliquées pourraient mieux planifier les interventions en identifiant les zones les plus prioritaires en termes de restauration écologique et de lutte contre la désertification.
2. **Suivi et évaluation:** La géolocalisation des sites de reboisement faciliterait le suivi à long terme de l'efficacité des initiatives de reboisement. En suivant l'évolution de la couverture végétale à partir de données géospatiales, il serait possible d'évaluer l'impact des actions de reboisement sur la restauration des écosystèmes, la régénération des sols et la biodiversité locale.
3. **Partage des connaissances et collaboration :** Une base de données géospatiales centralisée permettrait de centraliser les informations sur les sites de reboisement et de les rendre accessibles à l'ensemble des acteurs impliqués, favorisant ainsi la collaboration, le partage des bonnes pratiques et l'échange de connaissances entre les différentes parties prenantes.

Méthodologie

Terrains étudiés

La GMV intervient dans la zone nord, encadrée par les isohyètes 100 mm et 400 mm. Les activités sont concentrées dans un premier temps sur une emprise de 15 Km de large, le long du tracé pour éviter la dispersion des effets et impacts. L'emprise du tracé couvre une aire de 817.500 hectares, soit 545 km de long sur 15 km de large, entre les points les plus excentrés des départements de Louga (Léona) et de Bakel (Bélé). Elle polarise 03 régions administratives (Louga, Matam, Tambacounda), 05 départements (Louga, Linguère, Ranérou, Kanel, Bakel) et 16 communes avec une population d'environ 322.221 habitants. Le tracé est réparti de la manière suivante (Figure 1) :

- Région de Louga sur 225 km, départements de Louga et Linguère, communes de Léona, Ngueune Sarr, Sakal, Keur Momar Sarr, Syer, Mboula, Tésékéré et Labgar, pour une population de 130 057 habitants ;
- Région de Matam sur 250 km, départements de Kanel et Ranérou, communes de Loughéré Thioly, Oudalaye, Ourou Sidy, Dendory et Aouré, soit une population de 134 830 habitants ;
- Région de Tambacounda sur 70 km, département de Bakel, Communes de Ballou, Gabou et Bélé regroupant au total 57 334 habitants.

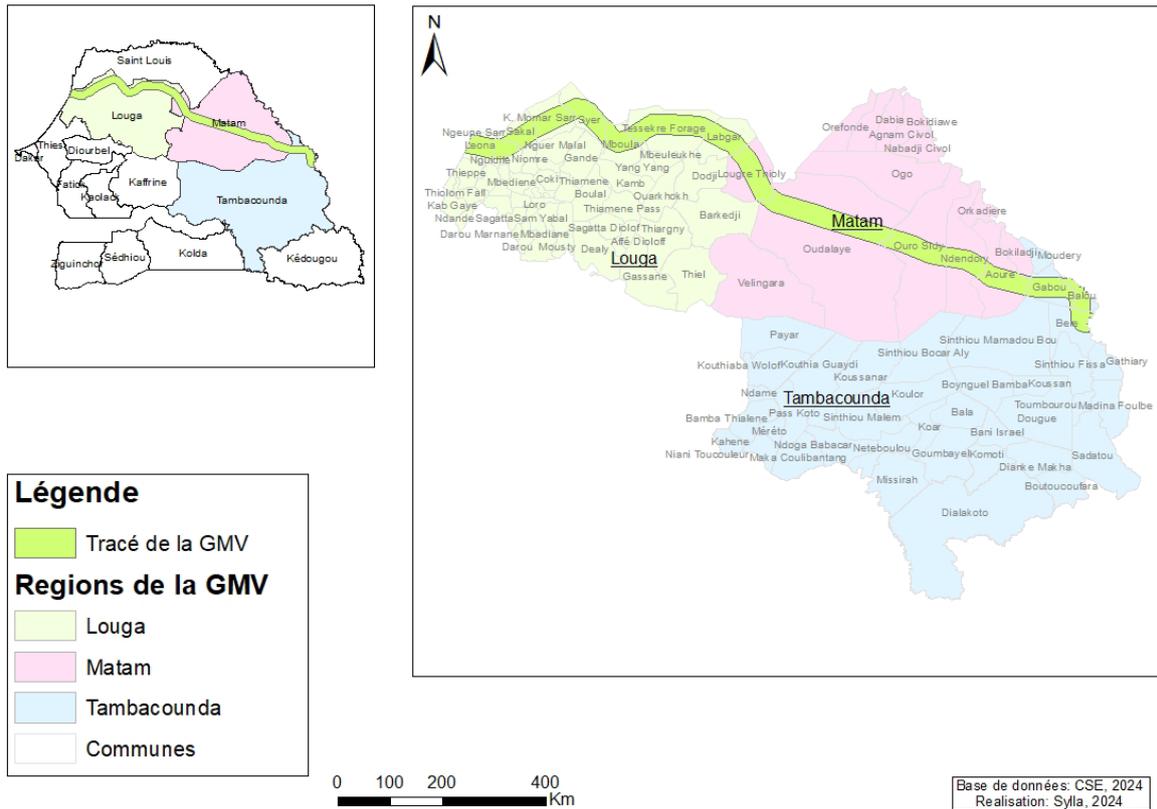


Figure 1. Localisation du tracé de la GMV

Données collectées et/ou créées

Les coordonnées des sites de reboisement de la Grande Muraille Verte ont été collectées de deux manières :

- Un recensement mené auprès de l'Agence Sénégalaise de Reforestation et de la Grande Muraille Verte a permis de constituer une base de données des sites de reboisement de la période 2008 à 2018 (voir Tableau 1).
- Ces données ont été complétées par l'exploitation d'images provenant de différentes sources (Google Earth, Landsat, Sentinel) pour la période de 2018 à 2024, dans le but de mettre à jour les informations recueillies précédemment.

Démarche de traitement et d'analyse

Les coordonnées ont été intégrées dans un Système d'Information Géographique (SIG) puis projetées sur l'image mondiale d'Earth dans ArcMap pour délimiter les limites des plantations (Figure 2b). Cependant, pour certaines coordonnées, les limites des parcelles n'étaient plus visibles (Figure 2a). Dans ces cas, des images Sentinelles datant de deux ou trois années après leur création ont été téléchargées afin de retrouver leurs limites.

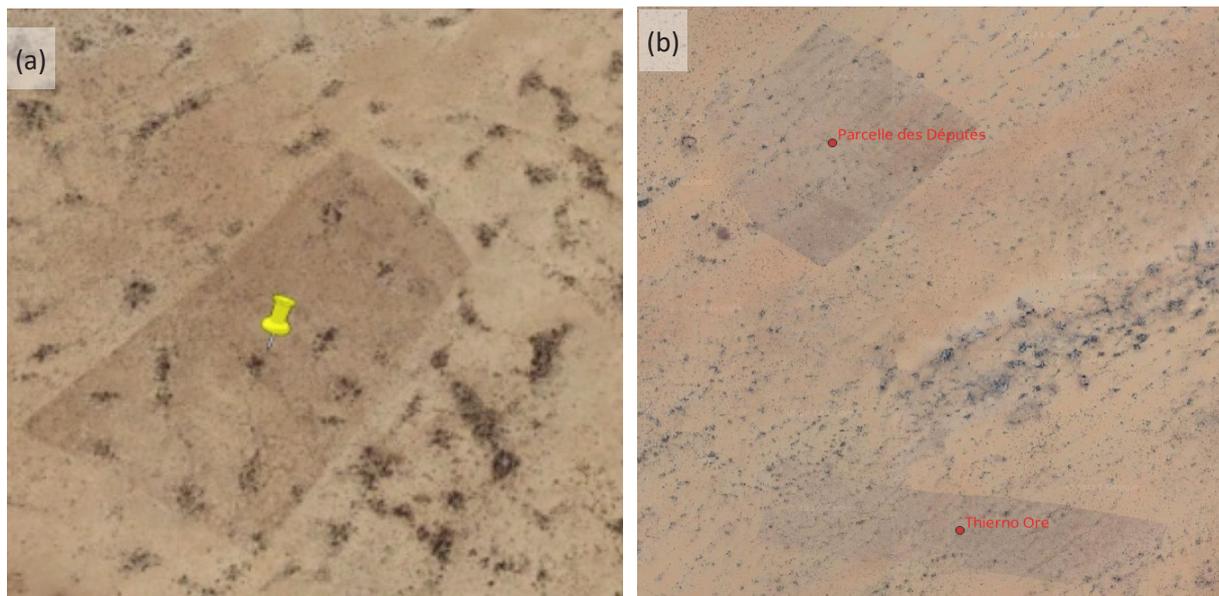


Figure 2. (a) Plantation Mbanar (Lougré Thioly) en 2016, (b) Plantation parcelle des députés et Thierno Oré (Téssékéré)

Résultats

Présentation de la base de données

La base de données comprend 58 polygones correspondant aux limites de chaque site de reboisement. Ces polygones décrivent les parcelles forestières dans l'espace (forme, position) et fournissent des informations sur ces objets. Pour chaque polygone, les données suivantes ont été renseignées :

- Département
- Commune
- Base des eaux et forêts
- Nom de la plantation
- Coordonnées longitude et latitude
- Superficie

Ces informations sont répertoriées dans le Tableau 1 et dans l'annexe 1 de la base de données.

Base_de_donnees_plantation_GMV

| EID | Shape * | Base | Nom | Longitude | Latitude | Année | Superficie | Commune | Département | Région |
|-----|---------|-------------|--------------------------|-----------|----------|-------|------------|-----------|-------------|--------|
| 3 | Polygon | Koyli alpha | Mbaye Awa | 441071 | 1746470 | 2014 | 209 | Mboula | Linguere | Louga |
| 4 | Polygon | Koyli alpha | Loumbi | 444723 | 1753186 | 2014 | 151 | Mboula | Linguere | Louga |
| 5 | Polygon | Tessekere | Samba LY | 496295 | 1756826 | 2018 | 374 | Tessekere | Linguere | Louga |
| 6 | Polygon | Tessekere | Parcelle des Députés | 485728 | 1759879 | 2008 | 700 | Tessekere | Linguere | Louga |
| 7 | Polygon | Sakal | Plantation de Sakal | 384628 | 1750627 | 0 | 26 | Sakal | Louga | Louga |
| 9 | Polygon | Mbar Toubab | Diery | 425816 | 1768970 | 2011 | 434 | Syer | Louga | Louga |
| 10 | Polygon | Widou | Abdou Karim | 479258 | 1759751 | 2009 | 2160 | Tessekere | Linguere | Louga |
| 11 | Polygon | Tessekere | Thierno Ore | 478283 | 1754516 | 2009 | 398 | Tessekere | Linguere | Louga |
| 12 | Polygon | Widou | Parcelle 2007-2008 | 473526 | 1765522 | 2008 | 603 | Tessekere | Linguere | Louga |
| 13 | Polygon | Tessekere | Forêt régionale | 493191 | 1756485 | 2008 | 450 | Tessekere | Linguere | Louga |
| 14 | Polygon | Mbar Toubab | Bokinedo | 423829 | 1770262 | 2013 | 311 | Syer | Louga | Louga |
| 15 | Polygon | Labgar | Plantation Labgar | 523206 | 1745656 | 2021 | 26 | Labgar | Linguere | Louga |
| 16 | Polygon | Koyli alpha | Fediobe | 447199 | 1744515 | 2012 | 177 | Mboula | Linguere | Louga |
| 17 | Polygon | Labgar | Tetierle | 518572 | 1754535 | 2010 | 112 | Labgar | Linguere | Louga |
| 18 | Polygon | Labgar | Tetierle | 518879 | 1754116 | 2010 | 591 | Labgar | Linguere | Louga |
| 20 | Polygon | Widou | Cherif Sow | 468071 | 1764075 | 2018 | 1410 | Tessekere | Linguere | Louga |
| 21 | Polygon | Mbar Toubab | Parcelle 2018 | 420630 | 1768848 | 2018 | 70 | Syer | Louga | Louga |
| 22 | Polygon | Koyli alpha | Koyli alpha 1 | 443764 | 1740510 | 2012 | 215 | Mboula | Linguere | Louga |
| 23 | Polygon | Koyli alpha | Koyli alpha 2 | 444995 | 1740680 | 2012 | 54 | Mboula | Linguere | Louga |
| 24 | Polygon | Mbar Toubab | Keur Massamba Diagne | 418230 | 1766154 | 2010 | 545 | Syer | Louga | Louga |
| 25 | Polygon | Mbar Toubab | Plantation Mbar Toubab 2 | 420736 | 1767107 | 2021 | 462 | Syer | Louga | Louga |
| 34 | Polygon | Mbar Toubab | Tagar | 420137 | 1780926 | 2016 | 205 | Syer | Louga | Louga |
| 37 | Polygon | Mbar Toubab | Belel Aya | 417564 | 1772645 | 2015 | 163 | Syer | Louga | Louga |
| 38 | Polygon | Koyli alpha | Réserve mboula | 443741 | 1732489 | 2014 | 458 | Mboula | Linguere | Louga |
| 39 | Polygon | Mbar Toubab | Mbanar | 414785 | 1770805 | 2017 | 175 | Syer | Louga | Louga |
| 40 | Polygon | Koyli alpha | Boboral | 452521 | 1747777 | 2012 | 110 | Mboula | Linguere | Louga |

Tableau 1. Table attributaire de la base de données des plantations de la GMV

Sites de reboisement identifiés le long du tracé de la Grande Muraille Verte

Le long du tracé de la Grande Muraille Verte, un total de 58 parcelles de reboisement a été identifié. La majorité de ces réalisations se trouve dans les communes de Syer, Mboula, Tésékéré et Labgar, situées dans le département de Linguère et la région de Louga (Figure 3).

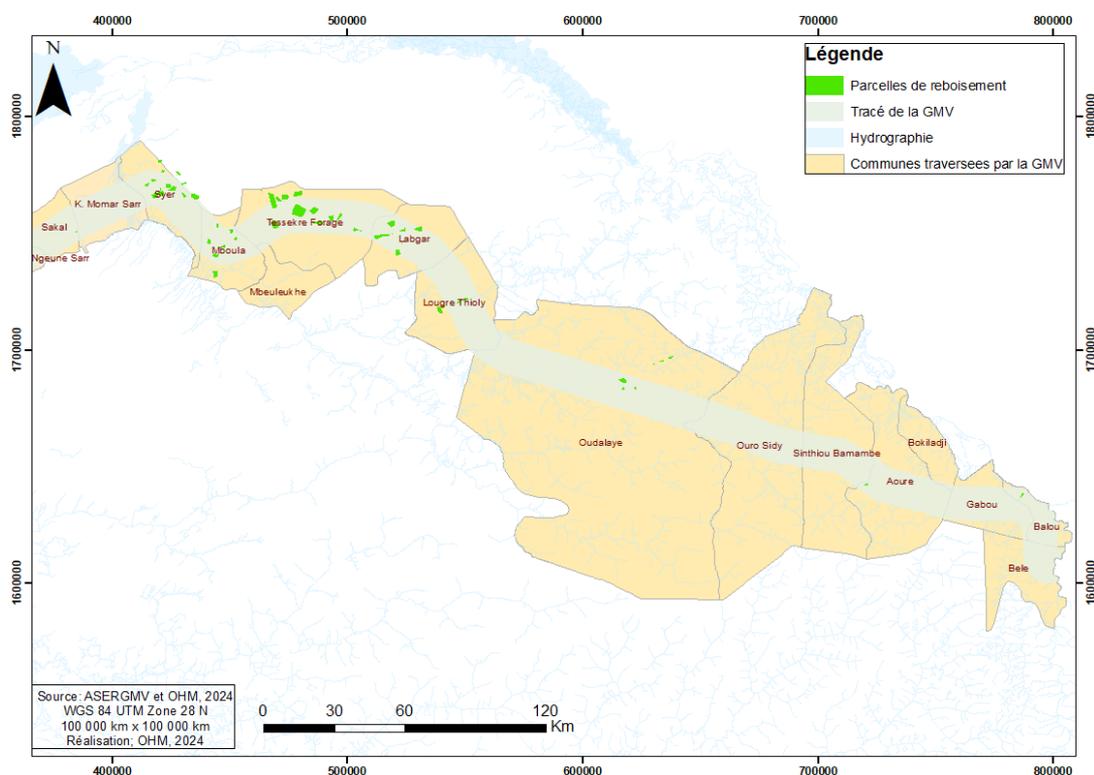


Figure 3. Localisation des parcelles de la grande muraille verte

Discussion et Conclusion

Les résultats indiquent une importante activité de reboisement le long du tracé de la Grande Muraille Verte (GMV) dans la région de Louga, plus précisément dans les communes de Syer, Mboula, Tésékéré et Labgar du département de Linguère. La concentration des parcelles de reboisement dans ces communes suggère que ces zones présentent des caractéristiques propices à la plantation d'arbres ou qu'elles sont particulièrement exposées à la déforestation et nécessitent donc des initiatives de restauration des terres. Le reboisement peut avoir plusieurs avantages environnementaux, tels que la préservation de la biodiversité, la lutte contre l'érosion des sols. Ces résultats suggèrent donc un engagement en faveur de la protection de l'environnement dans la région.

Les délimitations de certaines parcelles ne sont plus visibles pour plusieurs raisons : les clôtures ont été retirées dans certaines plantations, notamment celle de Kalom, et la croissance végétale a entravé la visibilité des limites dans d'autres parcelles (Mbar Toubab). Cependant, l'utilisation d'images satellites datant des années suivant leur création a permis de retrouver les limites de ces parcelles. En outre, des zones de reboisement ont été effectuées en 2023 dans les localités de Bélé, Nayé et Gabou, mais les plantations sont encore trop jeunes pour que leurs limites apparaissent distinctement sur les images satellites.

La mise en place de ces parcelles de reboisement nécessite une coordination entre différents acteurs, y compris les autorités locales, les organisations non gouvernementales et les communautés locales. Il serait intéressant d'examiner le rôle des autorités locales dans la planification, la mise en œuvre et le suivi de ces initiatives.

Il serait nécessaire de réaliser des évaluations régulières pour mesurer l'efficacité des initiatives de reboisement, notamment en termes de survie des arbres plantés, de développement des écosystèmes locaux et d'implication des communautés dans la gestion durable des ressources naturelles. En résumé, la base de données met en lumière l'importance des initiatives de reboisement le long du tracé de la

GMV dans la région de Louga, tout en soulignant la nécessité d'une approche intégrée et durable pour garantir le succès à long terme de ces initiatives.

Bibliographie

Diallo R., Grande Muraille Verte. Rapport du ministère de l'environnement. 2019, 27 pages

Mugelé R., « La Grande muraille verte au Sahel : entre ambitions globales et ancrage local », *Bulletin de l'association de géographes français*, 2018, 95-2, 187-202.

Annexe 1

| Base eaux et Forêts | Nom | Longitude | Latitude | Année | Commune | Département | Région |
|---------------------|---------------------|-----------|----------|-------|-----------|-------------|-------------|
| Bakel | Plantation de Golmi | 786671 | 1637743 | 2021 | Balou | Bakel | Tambacounda |
| Kanel | Plantation Aoure | 720445 | 1642240 | 0 | Aoure | Kanel | Matam |
| Labgar | Galo Samba BA | 523616 | 1751293 | 2009 | Labgar | Linguere | Louga |
| Labgar | Loumbol Djiby | 530268 | 1751739 | 2010 | Labgar | Linguere | Louga |
| Labgar | Parcel e 2018 | 522388 | 1744730 | 2018 | Labgar | Linguere | Louga |
| Labgar | Parcelle 2009 | 521986 | 1741634 | 2009 | Labgar | Linguere | Louga |
| Labgar | Parcelle Française | 514625 | 1749024 | 2009 | Labgar | Linguere | Louga |
| Labgar | Tetierle | 519229 | 1754237 | 2010 | Labgar | Linguere | Louga |
| Koyli alpha | Belel Dobal | 450770 | 1750803 | 2018 | Mboula | Linguere | Louga |
| Koyli alpha | Boboral | 452531 | 1747751 | 2012 | Mboula | Linguere | Louga |
| Koyli alpha | Fediobe | 447231 | 1744389 | 2012 | Mboula | Linguere | Louga |
| Koyli alpha | Koyli alpha 1 | 443770 | 1740539 | 2012 | Mboula | Linguere | Louga |
| Koyli alpha | Koyli alpha 2 | 445019 | 1740670 | 2012 | Mboula | Linguere | Louga |
| Koyli alpha | Loumbi | 444722 | 1753197 | 2014 | Mboula | Linguere | Louga |
| Koyli alpha | Mbaye Awa | 441063 | 1746510 | 2014 | Mboula | Linguere | Louga |
| Koyli alpha | Reserve mboula | 443772 | 1732414 | 2014 | Mboula | Linguere | Louga |
| Koyli alpha | Windou Mousteki | 458471 | 1750737 | 2018 | Mboula | Linguere | Louga |
| Widou | Abdou Karim | 479269 | 1759652 | 2009 | Tessekere | Linguere | Louga |
| Widou | Abdou Niely | 470636 | 1764627 | 2010 | Tessekere | Linguere | Louga |
| Widou | Cherif Sow | 467878 | 1765697 | 2018 | Tessekere | Linguere | Louga |
| Widou | Djina Ka | 463058 | 1768169 | 2018 | Tessekere | Linguere | Louga |
| Tessekere | Foret regionale | 493185 | 1756463 | 2008 | Tessekere | Linguere | Louga |
| Widou | Keur Cherif | 479071 | 1767042 | 2009 | Tessekere | Linguere | Louga |
| Widou | Nguadieye Goriba | 468530 | 1754274 | 2010 | Tessekere | Linguere | Louga |
| Widou | Parcelle 2007-2008 | 473500 | 1765587 | 2008 | Tessekere | Linguere | Louga |

| | | | | | | | |
|----------------|------------------------|--------|---------|------|----------------|----------|-------|
| Tessekere | Parcelle 2010 | 504052 | 1751526 | 2010 | Tessekere | Linguere | Louga |
| Widou | Parcelle 2010 | 477960 | 1780583 | 2010 | Tessekere | Linguere | Louga |
| Tessekere | Parcelle des Deputes | 485795 | 1759879 | 2008 | Tessekere | Linguere | Louga |
| Tessekere | Samba LY | 496277 | 1756820 | 2018 | Tessekere | Linguere | Louga |
| Tessekere | Thierno Ore | 487440 | 1754484 | 2009 | Tessekere | Linguere | Louga |
| Sakal | Ndiambe Fam | 369830 | 1749087 | 2018 | Sakal | Louga | Louga |
| Sakal | Plantation de Sakal | 384612 | 1750642 | 2021 | Sakal | Louga | Louga |
| Sakal | Sakal 1 | 369521 | 1750202 | 2018 | Sakal | Louga | Louga |
| Mbar Toubab | Belel Aya | 417556 | 1772584 | 2015 | Syer | Louga | Louga |
| Mbar Toubab | Belel Cherif | 421623 | 1776641 | 2015 | Syer | Louga | Louga |
| Mbar Toubab | Bokinedo | 423863 | 1770260 | 2013 | Syer | Louga | Louga |
| Mbar Toubab | Dambe | 427884 | 1775942 | 2010 | Syer | Louga | Louga |
| Mbar Toubab | Diery | 425921 | 1768958 | 2011 | Syer | Louga | Louga |
| Mbar Toubab | Kalom | 435104 | 1765877 | 2011 | Syer | Louga | Louga |
| Mbar Toubab | Keur Massamba Diagne | 419307 | 1766584 | 2010 | Syer | Louga | Louga |
| Mbar Toubab | Mbanar | 414643 | 1770770 | 2017 | Syer | Louga | Louga |
| Mbar Toubab | Mbelogne | 430506 | 1766321 | 2011 | Syer | Louga | Louga |
| Mbar Toubab | Nacy | 430544 | 1771379 | 2010 | Syer | Louga | Louga |
| Mbar Toubab | Plantation Mbar Toubab | 420921 | 1767200 | 2021 | Syer | Louga | Louga |
| Mbar Toubab | Plantation Mbar Toubab | 420642 | 1768798 | 2021 | Syer | Louga | Louga |
| Mbar Toubab | Tagar | 420104 | 1780905 | 2016 | Syer | Louga | Louga |
| Lougere Thioly | Parcelle 2009 | 539312 | 1716999 | 2009 | Lougere Thioly | Ranerou | Matam |
| Lougere Thioly | Parcelle 2010 1 | 540575 | 1717670 | 2010 | Lougere Thioly | Ranerou | Matam |
| Lougere Thioly | Parcelle 2010 2 | 540991 | 1718754 | 2010 | Lougere Thioly | Ranerou | Matam |
| Lougere Thioly | Parcelle 2015 | 550097 | 1721717 | 2015 | Lougere Thioly | Ranerou | Matam |
| Lougere Thioly | Parcelle 2018 | 547523 | 1720633 | 2018 | Lougere Thioly | Ranerou | Matam |
| Oudalaye | Bourelle Doorro 1 | 634190 | 1695296 | 2009 | Oudalaye | Ranerou | Matam |

| | | | | | | | |
|----------|----------------------|--------|---------|------|----------|---------|-------|
| Oudalaye | Bourele Dooro 2 | 633334 | 1695068 | 2009 | Oudalaye | Ranerou | Matam |
| Oudalaye | Loumbol Samba Abdoul | 637413 | 1696695 | 2009 | Oudalaye | Ranerou | Matam |
| Oudalaye | Parcelle 2017 | 617260 | 1683082 | 2017 | Oudalaye | Ranerou | Matam |
| Oudalaye | Parcelle 2018 | 622212 | 1683514 | 2018 | Oudalaye | Ranerou | Matam |
| Oudalaye | Plantation Ranerou | 617292 | 1687082 | 2021 | Oudalaye | Ranerou | Matam |
| Oudalaye | Tekinguele | 630339 | 1693737 | 2009 | Oudalaye | Ranerou | Matam |

